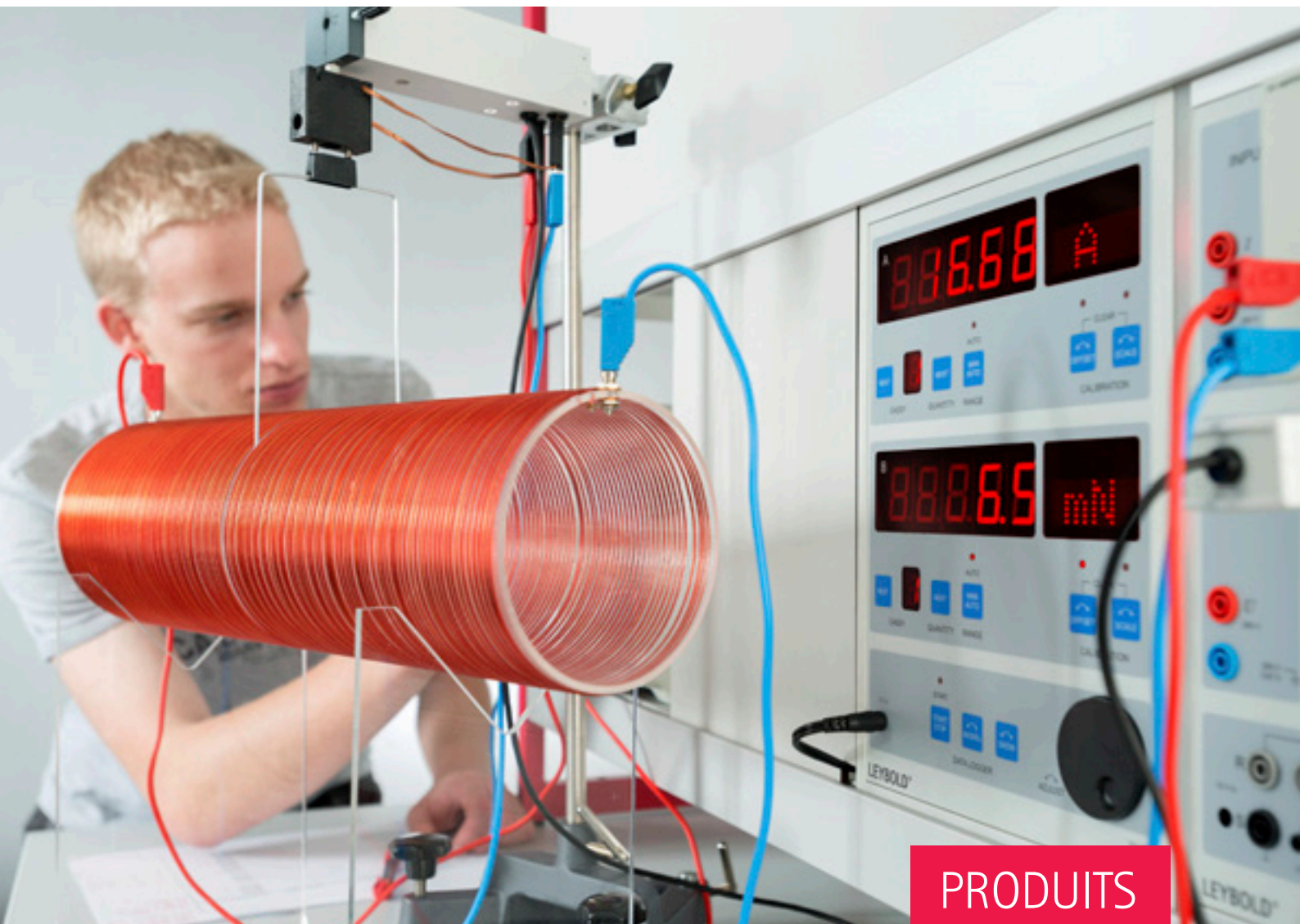


# LEYBOLD®

## PHYSIQUE - CHIMIE



PRODUITS



# PHYSIQUE-CHIMIE

AVEC **LEYBOLD**<sup>®</sup>



Les produits LEYBOLD vous accompagnent tout au long de votre enseignement (démonstrations de cours et travaux pratiques). Nous vous proposons des solutions sur mesure avec des scénarios pédagogiques accompagnés de fiches de travaux pratiques. Quel que soit votre projet, nos conseillers se feront un plaisir d'apporter leur soutien dans sa planification et de vous assister dans vos choix.

# SOMMAIRE

CASSY – INTERFACE ET CAPTEURS	6
TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES	56
SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION ET LA DÉMONSTRATION	153
MÉCANIQUE	161
CHALEUR	269
ÉLECTRICITÉ / ÉLECTRONIQUE	331
OPTIQUE	507
PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE	565
PHYSIQUE DES SOLIDES	625
ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE	637
CHIMIE	665
INDEX	752



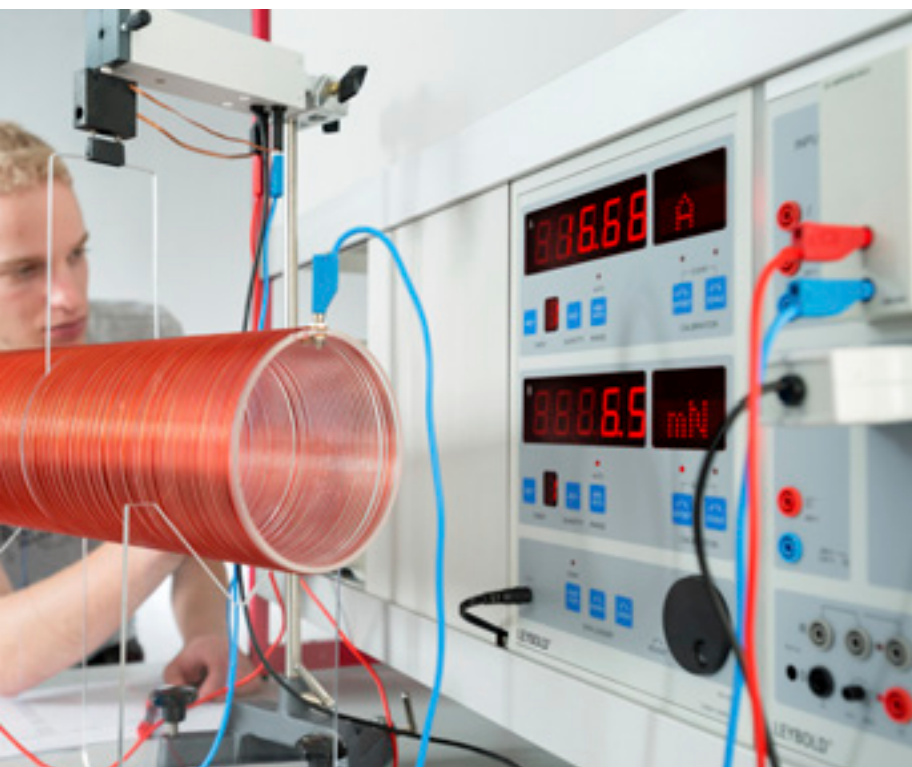
# SYSTÈMES

0.1 CASSY

0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

0.3 SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION  
ET LA DÉMONSTRATION

# LA MESURE AVEC CASSY



## EXPÉRIMENTATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

### LE SYSTÈME CASSY COMPREND :

- des appareils de base pour tous les types d'enseignement et toutes les exigences
- une vaste gamme de capteurs pour la détermination d'une multitude de grandeurs
- CASSY Lab 2 : le logiciel intuitif d'acquisition et d'exploitation des mesures, spécialement conçu pour tous les appareils et capteurs de la famille CASSY

Les instruments et moyens de mesure modernes occupent une place de plus en plus importante dans l'enseignement de physique-chimie et des sciences de la vie et de la Terre.

L'offre LEYBOLD vous ouvre de nouveaux horizons avec une infinité de possibilités : des appareils pour les travaux pratiques ou la démonstration, le système d'ExAO CASSY et bien sûr divers appareils analogiques.

Le système modulaire CASSY permet l'acquisition et l'exploitation des mesures à l'aide de l'ordinateur et ce, quel que soit le niveau d'étude – du premier cycle de l'enseignement secondaire à l'enseignement supérieur.

## NOUVEAU ! LA MESURE SANS FIL



AVEC LE POCKET-CASSY 2  
BLUETOOTH

# À CHAQUE EXIGENCE SA SOLUTION



## POWER-CASSY

Source de tension et de courant programmable



## SENSOR-CASSY 2

Interface connectable en cascade permettant l'acquisition des données (avec et sans ordinateur) pour la démonstration et les travaux pratiques



## MICRO-CASSY

Système d'entrée de gamme pour l'acquisition sous forme de clé USB



## POCKET-CASSY 2

Interface radio Bluetooth simple, économique et robuste, pour une communication sans fil



## MOBILE-CASSY

Instrument de mesure universel portable pour l'intérieur et l'extérieur



Instrument de mesure universel  
Physique

## INSTRUMENTS DE MESURE UNIVERSELS

- Permettent la mesure d'une multitude de grandeurs grâce à des capteurs interchangeables
- Connectables à un ordinateur via le port USB



Instrument de mesure universel  
Chimie



Instrument de mesure universel  
Biologie

# SENSOR-CASSY 2



worlddidac  
15th AWARD 2012

## INTERFACE POUR L'ACQUISITION

- Se branche au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display
- Permet la mesure simultanée d'une tension, d'une intensité et de deux autres grandeurs via des capteurs
- Reconnaît automatiquement le capteur raccordé
- S'utilise au choix comme appareil de table ou pour la démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS), existe également en version rackable dans une console

## PLUG & PLAY

reconnaissance et configuration automatique des modules et adaptateurs CASSY

## COMPATIBLE

avec tous les adaptateurs et capteurs CASSY



Sensor-CASSY 2 (524 013) possède deux entrées tension isolées galvaniquement et une entrée courant (alternativement à une entrée tension) ainsi que deux entrées pour adaptateurs et capteurs. Toutes les entrées ont des gammes de mesure paramétrables par logiciel.



Mesure de la force sur un conducteur traversé par un courant et placé dans un champ magnétique.



# POWER-CASSY

## SOURCE DE TENSION OU DE COURANT PROGRAMMABLE

- Avec mesure intégrée du courant ou de la tension
- S'utilise au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Se branche au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display
- Permet la connexion en cascade mixte de modules CASSY dotés d'un port USB et de modules CASSY à port série

## FLEXIBLE

La forme particulière garantit une grande flexibilité d'emploi adaptée aux exigences du cours et permet une utilisation dans le cadre d'expérimentation ou en appareil de table.



Power-CASSY peut remplacer un générateur de fonctions de puissance. Grâce à la mesure du courant intégrée lorsqu'il fonctionne en source de tension, aucune autre entrée d'un deuxième module CASSY n'est nécessaire pour la mesure. Un seul Power-CASSY suffit donc par exemple pour le relevé de la caractéristique d'un bipôle.

# CASSY-DISPLAY

## AFFICHAGE BICANAL DES VALEURS MESURÉES SANS ORDINATEUR

- S'utilise au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
- La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY avec ou sans adaptateur (grandeurs et calibres variables en fonction du module)
- Valeurs mesurées commutables et calibrables individuellement, la grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement à la connexion ou au changement de l'adaptateur.



Le CASSY-Display affiche les valeurs instantanées des Sensor-CASSY raccordés. La grandeur mesurée qui correspond à l'adaptateur est sélectionnée automatiquement. Pour des exercices de mesure simples, ce module d'affichage remplace non seulement l'ordinateur mais aussi, combiné à un Sensor-CASSY, les instruments de mesure usuels de démonstration (voltmètre, ampèremètre, teslamètre, newtonmètre, baromètre, par exemple). Par ailleurs, il possède une mémoire qui peut être consultée et évaluée ultérieurement via un ordinateur par CASSY Lab.



## MOBILE-CASSY

### INSTRUMENT DE MESURE PORTABLE POUR L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer les principales grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec plusieurs polices différentes.
- Si utilisé avec CASSY Lab (524 220), l'ordinateur peut servir de grand afficheur et permettra l'enregistrement des valeurs.
- Le contenu de la mémoire jusqu'à 16 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab, via le port USB.



Mobile-CASSY (524 009)

### CAPTEUR UIP S

- Permet l'acquisition simultanée avec isolation galvanique de la tension  $U$  et du courant  $I$  ainsi que de leurs valeurs efficaces avec Pocket-CASSY ou Mobile-CASSY.
- Il peut également servir à mesurer la puissance et la résistance ainsi qu'à déterminer des caractéristiques.
- Dans les circuits à tension alternative, Pocket-CASSY détermine en plus le déphasage entre la tension  $U$  et le courant (cosinus phi), permettant ainsi la mesure de la puissance active.



Capteur UIP S  
(524 0621)

## RAPIDE ET SIMPLE

NOUVEAU

LE NOUVEL ACCU POUR LE POCKET-CASSY 2 BLUETOOTH

Les accumulateurs peuvent être emboîtés les uns dans les autres (en cascade) en quelques secondes puis rechargés au moyen d'un seul adaptateur secteur. L'état d'avancement de la charge est constamment indiqué par la cascade d'accumulateurs.

PROTÉGÉ  
PAR  
CERTIFICAT  
D'UTILITÉ





Avec le Pocket-CASSY 2, les élèves peuvent aussi transmettre les valeurs mesurées au PC à l'aide d'un câble USB.

## L'INTERFACE ÉLÈVE POUR L'ACQUISITION DES DONNÉES

- La solution idéale pour la mesure assistée par ordinateur avec les « Science Kits »
- Supporte tous les capteurs et adaptateurs de signaux de la famille CASSY
- Transmission de données au choix par câble USB ou via une connexion Bluetooth (sans fil)
- Alimentation en tension au choix par le port USB, un adaptateur secteur (connecté sans fil à l'ordinateur) ou un accumulateur optionnel (entièrement sans fil)
- Taux d'échantillonnage jusqu'à 100 kHz (aussi sans fil)

## LA MESURE SANS FIL

### POCKET-CASSY 2 BLUETOOTH

**NOUVEAU**

Avec le nouveau Pocket-CASSY, vous expérimentez en toute liberté et avec une grande flexibilité !



## POCKET-CASSY 2

**PROTÉGÉ**  
PAR  
CERTIFICAT  
D'UTILITÉ



La nouvelle fonction Bluetooth permet la transmission sans fil des valeurs vers votre ordinateur.



# MICRO-CASSY

ACQUISITION SIMPLE DES  
DONNÉES POUR LES TRAVAUX  
PRATIQUES AVEC LES  
« SCIENCE KITS »



Le nouveau Micro-CASSY LEYBOLD est un système d'acquisition des données à prix attractif sous la forme d'une clé USB. Le système inclut plusieurs capteurs robustes pour les travaux pratiques en physique, chimie et biologie de l'enseignement secondaire.

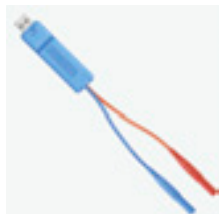
Micro-CASSY a été spécialement conçu pour réaliser des mesures standard le plus simplement possible, par exemple, pour mesurer la tension ou encore le pH d'une solution.

**NOUVEAU**

**Micro-CASSY est pratique, intuitif et facile à utiliser :**

1. Lancer le logiciel CASSY Lab 2
2. Brancher les capteurs à un port USB de l'ordinateur
3. CASSY Lab 2 enregistre et affiche les grandeurs mesurées et les courbes

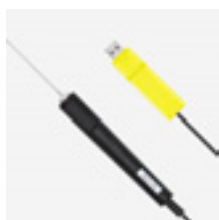
## CAPTEURS



**Micro-CASSY Tension**  
528 11  
Gammes de mesure :  
 $\pm 3/\pm 30$  V



**Micro-CASSY  
Intensité du courant**  
528 12  
Gammes de mesure :  
 $\pm 0,3/\pm 3$  A



**Micro-CASSY Température**  
528 15  
Gamme de mesure :  
-50 ... 1100 °C



**Micro-CASSY pH**  
528 18  
Gamme de mesure :  
0 ... 14 pH  
Électrode pH :  
BNC (remplaçable)



Venez découvrir la simplicité  
d'emploi de l'interface  
Micro-CASSY sur YouTube !

[www.youtube.com/user/lddidactic](http://www.youtube.com/user/lddidactic)

## MICRO-CASSY EN UN COUP D'ŒIL

- Robuste, simple, économique
- Avec port USB, pas besoin d'interface séparée
- Peut aussi être utilisé en nomade avec un PC portable ou un ultra-portable (équipements Micro-CASSY complets)
- Reconnaissance automatique du capteur (plug & play)
- Possibilité d'utilisation multicanal avec différents Micro-CASSY ou Pocket-CASSY

# CASSY LAB 2



## LOGICIEL POUR L'ACQUISITION ET L'EXPLOITATION DE DONNÉES

Logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des données de tous les modules CASSY avec une aide exhaustive intégrée et de nombreux exemples d'expériences préparées.

- Supporte
  - jusqu'à 8 Sensor-CASSY 2, Sensor-CASSY et Power-CASSY à un port USB ou à un port série
  - des Pocket-CASSY ou des Mobile-CASSY à différents ports USB
  - le joulemètre et wattmètre ainsi que les instruments de mesure universels Physique, Chimie et Biologie
  - tous les capteurs et adaptateurs de signaux CASSY
  - de nombreux appareils au port série (par ex. VidéoCom, détecteur de position à I.R., balance)
- Simplicité d'emploi grâce à la fonctionnalité « plug & play » qui garantit la reconnaissance automatique et la représentation graphique des modules et adaptateurs de signaux CASSY, l'activation par simple clic des entrées et des sorties, et le paramétrage automatique spécifique à l'expérience considérée (variable en fonction de l'adaptateur enfiché)
- Affichage des données de mesure par des instruments analogiques/numériques, des tableaux et/ou diagrammes (aussi simultanément, avec assignation des axes librement sélectionnable)
- Acquisition manuelle des valeurs mesurées (en appuyant sur une touche) ou automatique (intervalle de temps, temps de mesure, avance, déclenchement, condition de mesure additionnelle réglables)
- Exploitations, comme par ex. différentes modélisations (droite, parabole, hyperbole, fonction exponentielle, modélisation libre), intégrale, inscription d'annotations sur les diagrammes, calculs de formules divers, différentiation, intégration, transformation de Fourier
- Exportation facile des données de mesure et des diagrammes via le presse-papiers
- Plus de 150 exemples d'expériences dans les domaines de la physique, la chimie et la biologie avec descriptif détaillé
- Représentation graphique des modules et des capteurs et adaptateurs CASSY ainsi que de l'occupation des bornes au chargement d'un fichier d'expérience

CONVIENT AUSSI POUR LES TABLEAUX BLANCS (WHITEBOARD)



CASSY Lab 2 s'utilise aussi aisément avec un tableau blanc en guise de grand écran tactile, pour l'affichage de vos valeurs et l'exploitation des diagrammes par une simple pression du doigt.

## LE LOGICIEL POUR TOUS LES CAS D'UTILISATION

- pour tous les appareils de base
- pour tous les capteurs
- pour tous les postes de travail de votre établissement (licence établissement)



Logiciel CASSY Lab 2 (524 220) sur CD. Des mises à jour et versions de démonstration gratuites sont disponibles sous [www.ld-didactic.com](http://www.ld-didactic.com).



## INSTRUMENT DE MESURE UNIVERSEL

Les instruments de mesure universels de LEYBOLD se distinguent par :

- leur facilité d'utilisation
- la reconnaissance automatique des capteurs (plug & play)
- leur affichage grand format

L'idéal pour les mesures qui n'exigent aucun PC. La possibilité de connecter les instruments à un PC permet en outre de réaliser des mesures et évaluations graphiques.

## PHYSIQUE



### CAPTEURS SUPPORTÉS

(non fournis avec l'appareil) :

- Capteur de forces S,  $\pm 50$  N
- Capteur de forces S,  $\pm 1$  N
- Plaque de forces S
- Capteur de pression S,  $\pm 2000$  hPa
- Capteur de pression S,  $\pm 70$  hPa
- Capteur de pression absolue S, 1500 hPa
- Capteur de déplacement à laser S
- Capteur de rotation S
- Capteur d'accélération en 3 dimensions S
- Appareil à force centrifuge S
- Capteur de température S, CTN
- Connecteur adaptateur NiCr-Ni S
- Capteur UIP S
- Mesureur de champ électrique S
- Sonde B axiale S,  $\pm 0,3$  mT
- Sonde B axiale S,  $\pm 1000$  mT
- Sonde B combinée S
- Tube compteur Geiger-Müller S

# TOUR D'HORIZON DES CAPTEURS

Possibilités de mesure et de connexion pour  
CASSY et les instruments de mesure universels

N° de cat.	Désignation	Grandeur mesurée	Sensor- CASSY 2 524 013	Pocket- CASSY 524 006 et 524 018	Mobile- CASSY 524 009	Instrument de mesure universel			Cap- teur néces- saire
						Physique 531 835	Chimie 531 836	Biologie 531 837	
524 031	Adaptateur source de courant	Résistance	X	X	X				
524 033	Adaptateur GM	Impulsions, taux de comptage	X	X	X				X
524 0331	Tube compteur GM S	Impulsions, taux de comptage	X	X	X	X			
524 034	Adaptateur timer	Impulsions, taux de comptage, temps	X	X					X
524 0381	Sonde B combinée S	Densité du flux magnétique	X	X	X	X			
524 0382	Sonde B axiale, ±1000 mT	Densité du flux magnétique	X	X	X	X			
524 0383	Sonde B axiale, ±0,3 mT	Densité du flux magnétique	X	X	X	X			
524 040	Adaptateur µV	Tension	X	X	X				
524 042	Capteur de forces S, ±50 N	Force	X	X	X	X			
524 0421	Plaque de forces S	Force	X	X	X	X			
524 0422	Capteur d'accélération en 3 dimensions S	Accélération	X	X	X	X			
524 043	Adaptateur 30 A	Courant	X	X	X				
524 044	Capteur de température S, CTN	Température	X	X	X	X	X	X	
524 045	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN	Température	X	X	X				X
524 0461	Adaptateur test des réactions	Temps de réaction	X	X				X	X
524 0471	Capteur fréquence du pouls S	Fréquence du pouls	X	X	X			X	
524 0481	Capteur résistance de la peau S	Résistance cutanée	X	X	X			X	
524 049	Adaptateur ECG/EMG	ECG/EMG	X	X					
524 0491	Capteur ECG/EMG S	ECG/EMG monocanal	X	X					
524 0501	Capteur pression artérielle S	Pression artérielle	X	X				X	
524 0511	Connecteur adaptateur lux S	Éclairement	X	X	X		X	X	X
524 0521	Connecteur adaptateur oxygène S	Concentration en oxygène, saturation en oxygène	X	X	X		X	X	X
524 054	Adaptateur électromètre	Tension	X	X	X				
524 056	Adaptateur spiromètre	Volume d'air	X	X	X				
524 057	Adaptateur météorologie	Humidité de l'air, température, éclairement	X	X	X				X
524 0572	Capteur d'humidité S	Humidité et température de l'air	X	X	X		X	X	
524 058	Adaptateur AMC	Spectres d'énergie	X	X					X
524 059	Microphone S	Tension, fréquence, temps de propagation, niveau sonore	X	X					
524 060	Capteur de forces S, ±1 N	Force	X	X	X	X			
524 0621	Capteur UIP S	Courant, tension	intégré	X	X	X	X	X	
524 064	Capteur de pression S, ±2000 hPa	Pression	X	X	X	X	X	X	
524 065	Capteur de pression absolue S, 1500 hPa	Pression	X	X	X	X	X	X	
524 066	Capteur de pression S, ±70 hPa	Pression	X	X	X	X	X	X	
524 067	Adaptateur chimie	pH/potentiel, conductivité, température	X	X	X				X
524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S	Conductivité	X	X	X		X		X
524 0672	Connecteur adaptateur pH S	pH/potentiel	X	X	X		X	X	X
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni	Température	X	X	X	X	X	X	X
524 068	Appareil à force centrifuge S	Force	X	X	X	X			
524 069	Photomètre à immersion S	Transmission, absorbance, concentration	X	X	X		X		
524 070	Capteur de déplacement à ultrasons	Distance	X	X					
524 073	Capteur de déplacement à laser S	Distance, temps de propagation (lumière)	X	X	X	X			
524 074	Timer S	Impulsions, fréquence, temps, distance, angle	X	X					X
524 080	Mesureur de champ électrique S	Intensité du champ électrique	X	X	X	X			
524 082	Capteur de rotation S	Angle, distance, amplitude, période d'oscillation, fréquence de rotation	X	X		X			
524 083	Capteur de CO <sub>2</sub> S	Concentration en CO <sub>2</sub>	X	X	X		X	X	
524 085	Connecteur adaptateur seuil d'audition S	Seuil d'audition	X	X	X			X	



## 0.1.1 Équipement de base

### Sensor-CASSY 2

Interface connectable en cascade pour l'acquisition de données.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display (524 020USB)
- Sensor-CASSY (524 010), Sensor-CASSY 2 et Power-CASSY (524 011USB) peuvent être connectés en cascade mixte
- Isolée galvaniquement en trois points (entrées de 4 mm A et B, relais R)
- Mesure possible parallèlement aux entrées de 4 mm et slots pour adaptateurs de signaux (système à quatre canaux)
- Avec possibilité de monter en cascade jusqu'à 8 modules CASSY (pour multiplier les entrées et sorties)
- Avec possibilité d'avoir jusqu'à 8 entrées analogiques par Sensor-CASSY moyennant des adaptateurs complémentaires
- Avec reconnaissance automatique (plug Et play) des adaptateurs par CASSY Lab 2 (524 220)
- Commandée par microordinateur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour l'optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA/CC par une fiche creuse ou un module CASSY adjacent
- Information pour le développeur et pilote LabVIEW™ disponibles sur Internet

Caractéristiques techniques :

- **5 entrées analogiques**  
2 entrées tension analogiques A et B sur douilles de sécurité de 4 mm (isolées galvaniquement)  
Résolution : 12 bits  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 250$  V  
Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 10 000 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 200 000 valeurs  
Pré-trigger : jusqu'à 50 000 valeurs par entrée
- **1 entrée courant analogique A** sur douilles de sécurité de 4 mm (alternativement à l'entrée tension A)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A  
Erreur de mesure : erreur de mesure de la tension plus 1 %  
Résistance d'entrée : < 0,5  $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension
- **2 entrées analogiques sur slot pour adaptateurs de signaux A et B**  
(raccordement possible de tous les capteurs et adaptateurs CASSY)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,003/\pm 0,01/\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  V  
Résistance d'entrée : 10 k $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 500 kHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension.  
Les caractéristiques techniques varient en fonction de l'adaptateur enfiché. La reconnaissance des grandeurs et gammes de mesure est assurée automatiquement par CASSY Lab 2 dès qu'un adaptateur est enfiché.
- **4 entrées timer** avec compteurs de 32 bits sur slot pour adaptateurs de signaux (par ex. pour l'adaptateur GM, l'adaptateur timer ou le timer S)  
Fréquence de comptage : max. 1 MHz  
Résolution temporelle : 20 ns
- **5 affichages de l'état par LED** pour les entrées analogiques et le port USB  
Couleurs : rouge et vert, suivant l'état  
Clarté : ajustable
- **1 relais commutateur** (indication de la commutation par LED)  
Gamme : max. 250 V / 2 A
- **1 sortie analogique** (indication de la commutation par LED, par ex. pour un aimant de maintien ou une alimentation pour l'expérimentation)  
Tension ajustable : max. 16 V / 200 mA (charge  $\geq 80$   $\Omega$ )
- **12 entrées numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la reconnaissance automatique de l'adaptateur)
- **6 sorties numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la commutation automatique de la gamme de mesure d'un adaptateur)
- **1 port USB** pour la connexion d'un ordinateur
- **1 bus CASSY** pour la connexion d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : 1,0 kg

Matériel livré :

- Sensor-CASSY 2
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 013    Sensor-CASSY 2



## Sensor-CASSY 2 Starter

Les entrées tension et courant étant déjà intégrées dans le Sensor-CASSY, les expériences suivantes sont ainsi réalisables sans aucun capteur supplémentaire :

- mesure de la tension et du courant
- loi d'Ohm
- oscillations électriques
- courbes caractéristiques
- circuit à courant alternatif
- puissance active

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 220	CASSY Lab 2

524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter
----------	------------------------



## Power-CASSY USB

Interface connectable en cascade comme source programmable de tension ou de courant (générateur de fonctions de puissance) avec mesure intégrée du courant ou de la tension.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display
- Isolée galvaniquement
- Commandée par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA par fiche creuse

Caractéristiques techniques :

- **1 source de tension programmable** avec mesure simultanée du courant (par ex. pour le relevé d'une caractéristique)
  - Résolution : 12 bits
  - Plage de modulation :  $\pm 10$  V
  - Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  A
  - Précision :  $\pm 1\%$  plus  $0,5\%$  de la pleine échelle
  - Taux d'échantillonnage : 200 000 valeurs/s (= 100 000 valeurs/s pour la tension et le courant)
  - Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 100 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 32 000 valeurs (= 16 000 valeurs par entrée)
- **1 source de courant programmable** avec mesure simultanée de la tension (sélectionnable en alternative à la source de tension)
  - Plage de modulation :  $\pm 1$  A
  - Gammes de mesure :  $\pm 1/\pm 3/\pm 10$  V
  - Pour davantage de précisions, voir la source de tension
- **1 port USB** pour la connexion d'un ordinateur
- **1 bus CASSY** pour le branchement d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1 kg

Matériel livré :

- Power-CASSY
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Guide pour l'installation
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 011USB	Power-CASSY USB
------------	-----------------



NOUVEAU



## Pocket-CASSY 2 Bluetooth

Interface pour l'acquisition des données.

- Protégée par certificat d'utilité
- À connecter au port USB d'un ordinateur ou bien en utilisant une connexion sans fil Bluetooth
- Avec bouton-poussoir pour lancer et arrêter l'acquisition des valeurs directement sur l'appareil
- Supporte tous les capteurs et adaptateurs de signaux de la famille CASSY

Caractéristiques techniques :

- Entrée analogique sur slot pour adaptateurs de signaux  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 100 000 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 (suivant l'adaptateur de signaux) par Pocket-CASSY  
Les grandeurs et gammes de mesure changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur). Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, voir la description des capteurs.
- 2 entrées timer sur slot pour adaptateur (par ex. pour l'adaptateur GM ou le timer S)  
Fréquence de comptage : max. 1 MHz  
Résolution temporelle : 20 ns
- Bouton-poussoir pour le lancement et l'arrêt de l'acquisition des valeurs
- Raccords :  
slot pour adaptateur CASSY (15 pôles)  
Bluetooth (portée 20 m en espace ouvert)  
port USB (micro USB)
- 3 LEDs :  
vert (connexion USB)  
bleu (connexion Bluetooth)  
rouge (avertissement état de charge de l'accu)
- Alimentation électrique : via le port USB (500 mA) ou l'adaptateur secteur fourni
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

Matériel livré :

- Pocket-CASSY 2 Bluetooth
- Câble USB
- Adaptateur secteur
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth
---------	--------------------------

NOUVEAU



## Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter

Pocket-CASSY 2 Bluetooth avec capteur UIP S, logiciel CASSY Lab et dongle Bluetooth pour s'initier à l'acquisition de données avec CASSY (USB et Bluetooth). Le capteur UIP S présente une entrée tension et une entrée courant. Les expériences suivantes sont ainsi réalisables sans aucun capteur supplémentaire :

- mesure de la tension et du courant
- loi d'Ohm
- oscillations électriques
- courbes caractéristiques
- circuit à courant alternatif
- puissance active

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0031	Dongle Bluetooth
1	524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 220	CASSY Lab 2

524 018S	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter
----------	----------------------------------

## Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth

Accumulateur connectable en cascade pour l'alimentation en tension mobile de Pocket-CASSY 2 Bluetooth (524 018).

Caractéristiques techniques :

- Protégé par certificat d'utilité
- Entrée : micro USB, 5 V/500 mA (pour adaptateur secteur ou un autre accu)
- Sortie : micro USB, 5 V/500 mA (pour Pocket-CASSY 2 ou un autre accu)
- Connexion en cascade : les accus peuvent être chargés ou déchargés en série
- Capacité : 4 Wh
- 2 LEDs : jaune (processus de charge), vert (complètement rechargé)

Un adaptateur secteur pour charger l'accu est fourni avec le Pocket-CASSY 2 Bluetooth (524 018).

524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth
---------	------------------------------------



## Dongle Bluetooth

Dongle USB Bluetooth pour PC.

Caractéristiques techniques :

- Portée : 20 m (en espace ouvert)
- Convient pour Windows XP/Vista/7

524 0031	Dongle Bluetooth
----------	------------------



## Pocket-CASSY

Interface pour l'acquisition de données.

- Se branche au port USB d'un ordinateur
- Supporte tous les capteurs et adaptateurs de signaux de la famille CASSY
- Jusqu'à 8 Pocket-CASSY peuvent être utilisés simultanément sur un ordinateur au moyen de hubs (concentrateurs) USB.

Caractéristiques techniques :

- Entrée analogique sur slot pour adaptateurs de signaux  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 7 800 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Pocket-CASSY  
Les grandeurs et gammes de mesure changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique). Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, voir la description des capteurs.
- 2 entrées timer sur slot pour adaptateurs (par ex. pour adaptateur GM ou Timer S) :  
Fréquence de comptage : max. 10 kHz  
Résolution temporelle : 1  $\mu$ s
- Raccords :  
slot pour adaptateurs CASSY (15 contacts)  
port USB (USB 1.x et 2.0 compatibles, full speed)
- Alimentation électrique par le port USB (500 mA)
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

Matériel livré :

- Pocket-CASSY
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 006	Pocket-CASSY
---------	--------------





## Mobile-CASSY

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données. Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB par CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux de balayage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle de balayage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC  
Piles ou accumulateurs (NiCd, NiMH) : 4, type mignon / AA / LR06
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Piles
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009 Mobile-CASSY



## Valise pour plusieurs Mobile-CASSY et capteurs

En deux parties rembourrées de mousse alvéolée pour le transport sécurisé et le rangement de jusqu'à 4 modules Mobile-CASSY, 5 capteurs avec adaptateurs enfichables, un câble USB et un pack de 4 piles Mignon.  
Couleur : gris, avec fermetoirs bleus.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (l x H x P) : 445 mm x 100 mm x 360 mm
- Masse : 1,5 kg

666 389 Valise pour plusieurs Mobile-CASSY et capteurs

## CASSY-Display USB

Affichage bicanal pour la visualisation sans ordinateur des valeurs instantanées avec le Sensor-CASSY (524 013)

- Commandé par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
- La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY ou un adaptateur enfiché (grandeurs et gammes de mesure, voir description du module en question)
- Valeurs commutables et calibrables individuellement. La grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement dès qu'un adaptateur est enfiché
- Avec horloge en temps réel intégrée et centrale de mesure. Le contenu de la mémoire pour jusqu'à 32 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab (524 220) via le port USB
- Il est possible de raccorder tant le sensor-CASSY (série) que le sensor-CASSY (USB) en cascade mixte
- Alimentation en tension 12 V CA/CC par fiche creuse
- Relevé des valeurs avec la source de tension portable (12 V) également possible indépendamment du réseau

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 215 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1,8 kg

524 020USB CASSY-Display USB

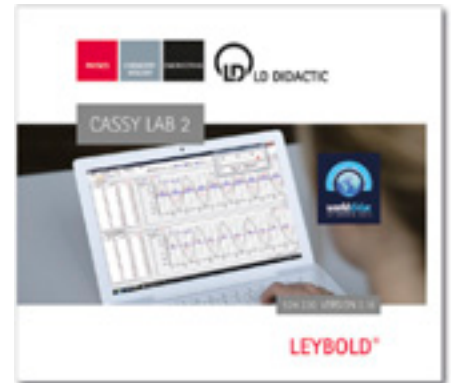


## CASSY Lab 2

Version perfectionnée du logiciel éprouvé CASSY Lab pour le relevé et l'exploitation des données avec une aide exhaustive intégrée et de nombreux exemples d'expériences préparés.

- Supporte jusqu'à 8 modules Sensor-CASSY 2, Sensor-CASSY et Power-CASSY à un port USB ou série
- Supporte des modules Pocket-CASSY ou Mobile-CASSY à différents ports USB
- Supporte le joulemètre et wattmètre et les instruments de mesure universels Physique, Chimie et Biologie
- Supporte tous les adaptateurs de signaux CASSY
- Supporte en supplément de nombreux appareils au port série (par ex. VidéoCom, détecteur de position à IR, balance)
- Facilité d'emploi grâce à la reconnaissance automatique des modules CASSY et des adaptateurs qu'il suffit de brancher pour pouvoir les utiliser (plug & play) : représentation graphique, activation des entrées et sorties par simple clic et paramétrage automatique spécifique à l'expérience considérée (en fonction de l'adaptateur de signaux enfiché)
- Affichage des données sur des instruments analogiques/numériques, dans des tableaux et/ou des diagrammes (avec simultanément, l'assignation des axes au choix)
- Relevé des valeurs manuel (par appui sur une touche) ou automatique (réglage possible de l'intervalle de temps, du temps de mesure, du déclenchement, d'une condition de mesure supplémentaire)
- Exploitations variées telles que par ex. diverses adaptations (droite, parabole, hyperbole, fonction exponentielle, adaptation arbitraire), intégrale, inscription d'annotations sur le diagramme, calculs quelconques de formules, dérivation, intégration, transformation de Fourier
- Format de données XML pour les fichiers d'expériences (importe aussi les fichiers d'expériences réalisés avec CASSY Lab 1)
- Exportation facile des données de mesure et des diagrammes par le biais du presse-papiers
- Enregistrement dans le fichier d'expérience de brefs commentaires sur ses propres expériences
- Plus de 150 exemples d'expériences des domaines physique, chimie et biologie, accompagnés d'une description détaillée
- Représentation graphique de l'assignation de CASSY, des adaptateurs de signaux et des bornes de connexion au chargement d'un fichier d'expérience
- Mises à jour et versions de démonstration gratuites disponibles sur Internet
- Prérequis matériel : Windows XP/Vista/7 (32+64 bits), port USB libre (appareils USB) ou port série libre (appareils série), support des processeurs multicœurs

524 220 CASSY Lab 2

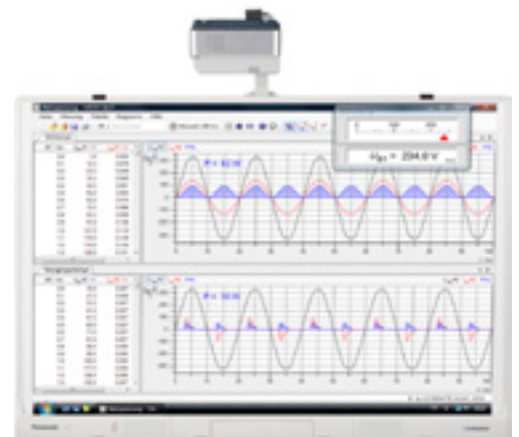


## CASSY Lab 2 Home

Version utilisable pendant 3 ans du logiciel éprouvé CASSY Lab pour le relevé et l'exploitation des données de la famille CASSY avec une aide exhaustive intégrée et de nombreux exemples d'expériences préparés. Pour la pure exploitation des données sur les PC des élèves, il suffit d'avoir la version de démonstration gratuite de CASSY Lab. La version Home est conçue pour les mesures avec les PC qui ne sont pas la propriété de l'établissement scolaire ou de formation.

- Licence pour une durée de 3 ans pour les PC des élèves qui n'appartiennent pas à l'établissement scolaire ou de formation
- Supporte jusqu'à 8 modules Sensor-CASSY 2, Sensor-CASSY et Power-CASSY à un port USB ou série
- Supporte des modules Pocket-CASSY ou Mobile-CASSY à différents ports USB
- Supporte le Joulemètre et wattmètre et les instruments de mesure universels Physique, Chimie et Biologie
- Supporte tous les adaptateurs de signaux CASSY
- Supporte en supplément de nombreux appareils au port série (par ex. VidéoCom, détecteur de position à IR, balance)
- Facilité d'emploi grâce à la reconnaissance automatique des modules CASSY et des adaptateurs de signaux qu'il suffit de brancher pour pouvoir les utiliser (plug & play) : représentation graphique, activation des entrées et sorties par simple clic et paramétrage automatique spécifique à l'expérience considérée (en fonction de l'adaptateur de signaux enfiché)
- Affichage des données sur des instruments analogiques/numériques, dans des tableaux et/ou des diagrammes (avec simultanément, l'assignation des axes au choix)
- Relevé des valeurs manuel (par appui sur une touche) ou automatique (réglage possible de l'intervalle de temps, du temps de mesure, du déclenchement, d'une condition de mesure supplémentaire)
- Exploitations variées telles que par ex. diverses adaptations (droite, parabole, hyperbole, fonction exponentielle, adaptation arbitraire), intégrale, inscription d'annotations sur le diagramme, calculs quelconques de formules, dérivation, intégration, transformation de Fourier
- Format de données XML pour les fichiers d'expériences (importe aussi les fichiers d'expériences réalisés avec CASSY Lab 1)
- Exportation facile des données et des diagrammes par le biais du presse-papiers
- Enregistrement dans le fichier d'expérience de brefs commentaires sur ses propres expériences
- Plus de 150 exemples d'expériences des domaines physique, chimie et biologie, accompagnés d'une description détaillée
- Représentation graphique de l'assignation de CASSY, des adaptateurs et des bornes de connexion au chargement d'un fichier d'expérience
- Mises à jour et versions de démonstration gratuites disponibles sur Internet
- Prérequis matériel : Windows XP/Vista/7 (32+64 bits), port USB libre (appareils USB) ou port série libre (appareils série), support des processeurs multicœurs

524 220H CASSY Lab 2 Home



CASSY Lab 2 s'utilise aussi aisément avec un tableau blanc en guise de grand écran tactile, pour l'affichage de vos valeurs et l'exploitation des diagrammes par une simple pression du doigt.



## Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage

à l'aide de capteurs CASSY interchangeable.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835	Instrument de mesure universel Physique
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0331	Tube compteur GM S
1	524 0381	Sonde B combinée S
1	524 0382	Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT
1	524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT
1	524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N
1	524 0421	Plaque de forces S
1	524 0422	Capteur d'accélération 3D S
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 060	Capteur de forces S, $\pm 1$ N
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, $\pm 2\ 000$ hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, $\pm 70$ hPa
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 068	Appareil à force centrifuge S
1	524 073	Capteur de déplacement à laser S
1	524 080	Mesureur de champ électrique S
1	524 082	Capteur de rotation S

## Instrument de mesure universel Chimie

Pour la mesure d'une grande variété de grandeurs chimiques telles que, par ex.

- pH
- conductivité
- pression
- température
- transmission
- éclaircissement
- tension
- intensité de courant
- concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub>
- humidité relative de l'air

à l'aide de capteurs interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. Il est en outre possible de raccorder un thermocouple NiCr-Ni (type K). Le calibrage du pH, de la conductivité, de la concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> est sauvegardé en interne et doit par conséquent être vérifié de temps à autre. L'instrument de mesure se branche également à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Douille de type K : pour la connexion additionnelle d'un thermocouple NiCr-Ni (non fourni)
- Calibrage : par 1 ou 2 points (mémoire interne pour le pH, la conductivité, la concentration de O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>)
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 25 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à isolation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 836 Instrument de mesure universel Chimie

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 0521	Connecteur adaptateur oxygène S
1	524 0572	Capteur d'humidité S
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, ±2 000 hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, ± 70 hPa
1	524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S
1	524 0672	Connecteur adaptateur pH S
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 069	Photomètre à immersion S
1	524 083	Capteur de CO <sub>2</sub> S





## Instrument de mesure universel Biologie

Pour la mesure d'une grande variété de grandeurs biologiques, par ex.

- pouls
- résistance de la peau
- pression artérielle
- temps de réaction
- seuil d'audition
- pH
- pression
- température
- concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub>
- tension
- intensité de courant

à l'aide de capteurs interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique.

Le calibrage du pH, de la concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> est sauvegardé en interne et doit par conséquent être vérifié de temps à autre. L'instrument de mesure se branche également à un ordinateur via son port USB.

Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Calibrage : par 1 ou 2 points (mémorisation interne pour le pH, la concentration de O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>)
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 25 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à isolation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 837 Instrument de mesure universel Biologie

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 0461	Connecteur adaptateur test des réactions S
1	524 0471	Capteur fréquence du pouls S
1	524 0481	Capteur résistance de la peau S
1	524 0501	Capteur pression artérielle S
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 0521	Connecteur adaptateur oxygène S
1	524 0572	Capteur d'humidité S
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, ±2 000 hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, ± 70 hPa
1	524 0672	Connecteur adaptateur pH S
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 083	Capteur de CO <sub>2</sub> S
1	524 085	Connecteur adaptateur seuil d'audition S



## Micro-CASSY Tension

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte, pour la mesure de la tension. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Entrée de mesure : douilles pour fiches de sécurité de 4 mm
- Gammes de mesure :  $\pm 3/\pm 30$  V
- Taux d'échantillonnage : 100 kHz
- Entrée : différentielle
- Résistance d'entrée : 2 M $\Omega$
- Résistance d'une entrée à la masse USB : 1 M $\Omega$
- Couleur du boîtier : bleu
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Longueur du câble de connexion : 15 cm

528 11 Micro-CASSY Tension



## Micro-CASSY Intensité du courant

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte, pour la mesure du courant. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Entrée de mesure : douilles pour fiches de sécurité de 4 mm
- Gammes de mesure :  $\pm 0,3/\pm 3$  A
- Protection contre la surcharge : fusible auto-réinitialisable intégré
- Taux d'échantillonnage : 10 kHz
- Entrée : différentielle
- Résistance d'entrée : 0,1  $\Omega$
- Résistance d'une entrée à la masse USB : 1 M $\Omega$
- Couleur du boîtier : rouge
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Longueur du câble de connexion : 15 cm

528 12 Micro-CASSY Intensité du courant



## Micro-CASSY Température

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte avec sonde NiCr-Ni solidaire pour la mesure de la température. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... 1100 °C
- Couleur du boîtier : jaune
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Longueur du câble de connexion : 70 cm
- Diamètre de la pointe de mesure : 1,5 mm

528 15 Micro-CASSY Température



## Micro-CASSY pH

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte avec électrode (BNC) remplaçable pour la mesure du pH. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 14 pH
- Couleur du boîtier : gris
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Connexion : douille BNC
- Longueur du câble de connexion : 10 cm
- Longueur du câble de l'électrode : au moins 50 cm

528 18 Micro-CASSY pH



Venez découvrir la simplicité d'emploi de l'interface  
Micro-CASSY sur YouTube !

[www.youtube.com/user/Iddidactic](http://www.youtube.com/user/Iddidactic)





## Classmate PC d'Intel (ultra-portable)

Classmate PC d'Intel (ultra-portable).  
Assistance en direct gratuite pour le Classmate PC au 0800-57646000 (du lundi au vendredi, de 10h00 à 18h00).  
Livrablé seulement en Allemagne.

Caractéristiques techniques :

- Système d'exploitation : Windows 7 Home Premium
- Processeur : Intel Atom™ N2600 1,6 GHz Dual Core
- Mémoire centrale : 2 Go DDR3
- Disque dur : 320 Go
- Bluetooth : oui
- Raccords : 2x USB2.0 / 1x HDMI / 2x jack pour écouteurs / 1x jack pour micro / 1x VGA
- Dimensions : 269 mm x 213 mm x 38 mm

528 101	Classmate PC d'Intel (ultra-portable)
---------	---------------------------------------

## 0.1.2 Adaptateurs de signaux / capteurs

### 0.1.2.1 Physique

#### Capteur UIP S



Pour la saisie simultanée avec séparation de potentiel de la tension  $U$  et du courant  $I$  ainsi que de leurs valeurs efficaces avec les modules Pocket-CASSY (524 006, 524 018), Mobile-CASSY (524 009), l'instrument de mesure universel Physique (531 835) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Il peut ainsi aussi servir à mesurer la puissance et la résistance ainsi qu'à déterminer des caractéristiques. Dans les circuits à tension alternative, le Pocket-CASSY détermine en outre le  $\cos\varphi$  entre la tension  $U$  et le courant  $I$ , permettant ainsi de mesurer aussi la puissance active.

Caractéristiques techniques :

- Mesure de la tension  
Gamme de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30$  V  
Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée : 0,8 M $\Omega$
- Mesure du courant  
Gamme de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A  
Erreur de mesure :  $\pm 2$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée :  $< 0,5$   $\Omega$  (sauf en cas de surcharge)
- Protection contre la surcharge : fusible à réinitialisation automatique
- Différence de potentiel : max. 40 V (entre U et I)
- Taux d'échantillonnage :  
avec le Pocket-CASSY : env. 8000 valeurs/s (monocanal), env. 2000 valeurs/s par canal (bicanal)  
avec le Mobile-CASSY : env. 5 valeurs/s
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0621	Capteur UIP S
----------	---------------

#### Timer S



Permet de raccorder deux barrières lumineuses (337 46, 337 462, 337 468, 337 4681) ou une barrière lumineuse combinée avec une roue à rayons combinée (337 462 avec 337 464) à CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Résolution temporelle : 1  $\mu$ s (en cas d'utilisation de barrières lumineuses)
- Résolution en distance : 1 cm ou  $\pm 1$  mm avec reconnaissance du sens de rotation (en cas d'utilisation de la roue à rayons combinée)
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 074	Timer S
---------	---------

## Adaptateur timer

Adaptateur de signaux avec deux entrées TTL et barrière lumineuse pour CASSY.

- Entrée E utilisable comme entrée de comptage, de taux et de fréquence
- Les deux entrées E et F sont utilisables comme entrées timer pour la mesure du temps entre des flancs sélectionnables (par ex. mesure du temps de propagation de E vers F, mesure du temps d'obscurcissement à E et/ou F)

Caractéristiques techniques :

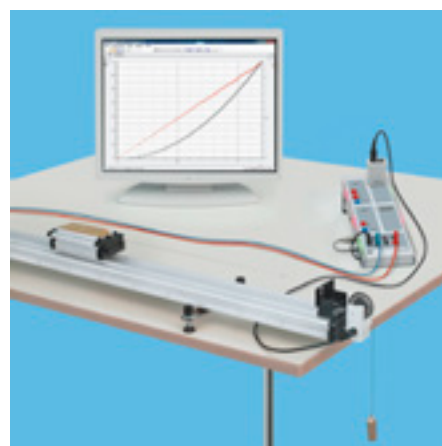
- Résolution temporelle : 1  $\mu$ s
- Connexion : deux connecteurs DIN 6 broches (pour 501 16) et trois douilles de 4 mm
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 034 Adaptateur timer



## Relevé des diagrammes distance-temps de mouvements rectilignes – tracé et exploitation avec CASSY

Dans l'expérience P1.3.2.2, on étudie l'évolution du mouvement du chariot sur le rail entraîné par un fil fin. La roue à rayons sert de poulie de guidage. Les signaux du capteur de déplacement à laser sont enregistrés via l'interface PC CASSY, puis affichés à l'écran sous la forme de diagramme distance – temps. Les courbes s'affichent en temps réel durant le déroulement de l'expérience, une relation claire est créée entre l'évolution du mouvement et le diagramme.



## Barrière lumineuse combinée

S'utilise soit de manière classique avec des lamelles interruptrices courantes, soit avec la roue à rayons combinée (337 464) comme transducteur de mouvements. Elle convient particulièrement bien pour une utilisation avec le rail à chariot (337 130) dans la rainure latérale duquel elle peut être insérée ou sur les faces duquel elle peut être enfilée. Mais elle peut aussi être utilisée dans des montages ouverts, par le biais d'une tige. À connecter à l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques : fiches de 4 mm espacées de 19 mm ; filetage M6
- Connexion : connecteur DIN femelle 6 broches (pour 501 16)
- Lamelle interruptrice, largeur : 5 mm
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 462 Barrière lumineuse combinée



## Roue à rayons combinée

La roue montée sur roulement à billes sert de poulie de renvoi avec le support pour roue à rayons combinée (337 463) ou de poulie de renvoi et de transducteur de mouvements avec la barrière lumineuse combinée (337 462).

Caractéristiques techniques :

- Résolution :  
Adaptateur Timer (524 034) : 1 cm  
Timer S (524 074) : 1 cm ou  $\pm 1$  mm avec reconnaissance du sens de rotation
- Diamètre : 52 mm
- Division intérieure : 16 fentes
- Division extérieure : 40 fentes
- Force portante maximale : 20 N ( $\approx 2$  kg)

337 464 Roue à rayons combinée





## Énergie et impulsion lors du choc élastique – Mesure avec deux barrières lumineuses

Durant les expériences P1.3.4.1 et P1.3.4.2, on mesure le temps  $\Delta t_i$  durant lequel les faisceaux de deux barrières lumineuses sont interrompus par deux mobiles placés sur le banc à coussin d'air, avant ou après un choc élastique ou inélastique. On étudie aussi bien les chocs entre un mobile en mouvement et un objet au repos que ceux entre deux mobiles en mouvement. Le programme d'exploitation calcule et compare à la demande les vitesses

$$v_i = \frac{d}{\Delta t_i}$$

$d$  : largeur des lamelles interruptrices

les impulsions

$$p_i = m_i \cdot v_i$$

$m_i$  : masses des mobiles

et les énergies

$$E_i = \frac{1}{2} \cdot m_i \cdot v_i^2$$

des mobiles avant et après le choc.



## Barrière lumineuse en U

Barrière lumineuse de précision avec source à infrarouges pour la commande d'appareils de comptage et de mesure du temps pour l'expérimentation avec des corps en mouvement, par ex. pour l'étude du mouvement sur le rail, de la chute libre, des oscillations d'un pendule, de ressorts à lame ou de cordes. Connexion à CASSY via l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074). Se fixe avec une noix ou un aimant de maintien. Fixation possible sur des profilés à section carrée. Témoin de mise sous tension (LED).

Caractéristiques techniques :

- Précision de mesure : 0,1 mm
- Fréquence de commutation : max. 5 kHz
- Sortie du signal et alimentation en tension : douille multiple
- Ouverture de l'armature en U : 110 mm
- Profondeur de l'armature en U : 160 mm
- Connexion :  
9 à 25 V- ou 6 à 15 V ~, par douille multiple (pour 501 16)
- Consommation : 110 mA

337 46	Barrière lumineuse en U
--------	-------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 16	Câble de connexion hexapolaire, 1,5 m



## Chute libre: mesure multiple du temps avec une échelle g

Dans l'expérience P1.3.5.3, une échelle à plusieurs échelons passe devant une barrière lumineuse en U branchée à l'interface CASSY pour ainsi pouvoir mesurer les temps d'obscurcissement. La mesure est équivalente à une mesure pour laquelle un corps tombe en passant devant plusieurs barrières lumineuses équidistantes. La hauteur du corps en chute correspond à la largeur des échelons. Les données de mesure sont relevées puis exploitées avec le programme CASSY Lab. Les vitesses instantanées  $v$  se calculent d'après les temps d'obscurcissement et la largeur des échelons puis elles sont reportées dans un diagramme vitesse - temps  $v(t)$ . Les points de mesure peuvent être décrits par une droite

$$v(t) = v_0 + g \cdot t$$

$g$  : accélération de la pesanteur

où  $v_0$  est la vitesse initiale de l'échelle lorsqu'elle passe devant la barrière lumineuse avec le premier échelon.

## Échelle g

Corps pour l'étude de la chute qui permet de déterminer l'accélération de la pesanteur  $g$  par la mesure des temps de chute de tous les barreaux de l'échelle obscurcissant une barrière lumineuse au cours de leur chute. Deux trous servent à placer deux masses additionnelles afin de démontrer que le poids n'influe pas sur la vitesse de chute.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de barreaux : 21
- Écartement des barreaux : 1 cm
- Dimensions : 75 mm x 205 mm

529 034	Échelle g
---------	-----------

## Relevé des diagrammes distance-temps de mouvements rectilignes – tracé avec une barrière lumineuse

Dans l'expérience P1.3.1.2 on mesure le temps entre le démarrage du chariot en lâchant l'aimant de maintien et l'arrêt en interrompant une barrière lumineuse. La distance parcourue est variable par le déplacement de la barrière lumineuse. Le temps est mesuré par le Pocket-CASSY donnant un diagramme  $s(t)$  directement sur l'écran. De ce diagramme on peut évaluer les diagrammes  $b(t)$ - et  $a(t)$ .

### Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur

Câble adaptateur pour l'alimentation et le déclenchement d'un aimant de maintien (336 21 ou 683 41) sur le compteur S (575 471), compteur P (575 451) ou Timer S (524 074, avec CASSY).

Caractéristiques techniques :

- Alimentation électrique : par un compteur ou CASSY
- Résistance série : 100  $\Omega$
- Déclencheur : bouton-poussoir
- Force de maintien : env. 1 N avec aimant de maintien (336 21 ou 683 41)
- Connexion : connecteur DIN 6 broches

336 25    Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur

### Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée

Adaptateur permettant l'utilisation de la barrière lumineuse combinée (337 462) avec la roue à rayons combinée (337 464) sur le rail métallique de précision. L'adaptateur peut être enfiché et fixé sur un côté du rail (460 81). Il est doté de douilles dans lesquelles il est possible d'enfiler la barrière lumineuse combinée.

337 465    Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée

### Accessoires pour la mesure électronique de temps

S'utilisent sur le rail métallique de précision (460 81) avec le chariot de mesure (337 00) et la barrière lumineuse combinée (337 462).

Matériel livré :

- 1 paire de pieds pour rail (460 88)
- 2 cavaliers pour barrière lumineuse combinée
- 2 lamelles interruptrices pour chariot de mesure

337 466    Accessoires pour la mesure électronique de temps

### Barrière lumineuse à réflexion

Utilisation avec des appareils de comptage, CASSY (524 013, 524 006, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). L'émetteur et le récepteur de lumière sont placés côte à côte. Permet la détection d'un objet blanc ou réfléchissant devant la barrière lumineuse. Fonctionne quel que soit l'environnement lumineux grâce à la lumière modulée. Permet par ex. de mesurer la fréquence de rotation d'un gyroscope et s'utilise aussi pour les expériences où il est difficile de monter une barrière lumineuse en U.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 12 mm
- Longueur : 10 cm
- Connexion : connecteur DIN 6 broches
- Débit de comptage max.: > 1000/s
- Distance de détection : 5 à 40 mm

337 468    Barrière lumineuse à réflexion

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 034	Adaptateur timer
1	524 074*	Timer S

\* alternative





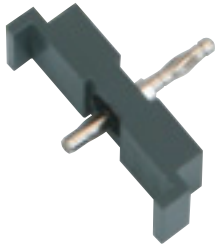
### Capteur d'accélération 3D S

Capteur très léger et de très petite taille pour relever les forces g (accélération et gravitation terrestre) agissant sur le capteur avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835), avec douille de 4 mm pour l'adaptateur (529 422) pour le montage résistant à la torsion sur un chariot pour rail (par ex. 337 110 ou 337 00).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure :  $\pm 10$  g,  $\pm 3$  g
- Câble de raccordement : 2 m
- Fréquence limite : 20 Hz
- Masse du capteur mis en mouvement : 9 g
- Dimensions : 12 mm x 12 mm x 45 mm

524 0422	Capteur d'accélération 3D S
----------	-----------------------------



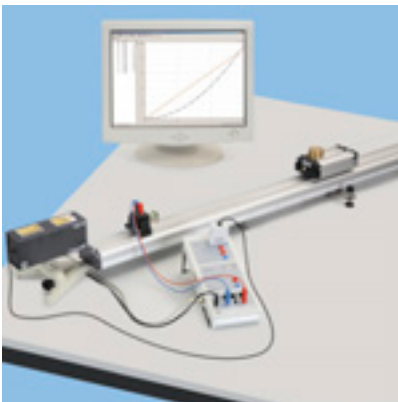
### Support pour capteur d'accélération

Pour la fixation du capteur d'accélération 3D S (524 0422) sur le chariot (337 110) du rail ou le chariot de mesure 1 (337 00) de l'équipement Science Kit Mécanique 3 (588 813S) ou Mécanique 4 (588 814S). Corps en plastique avec tiges de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (lxHxL) : 56 mm x 41 mm x 20 mm
- Masse : 17 g

529 422	Support pour capteur d'accélération
---------	-------------------------------------



### Définition de l'unité de force Newton – tracé et exploitation avec CASSY

Dans l'expérience P1.3.2.3, une masse marquée calibrée exerce une force accélératrice de 1 N sur un chariot de 1 kg. Conformément aux attentes, CASSY nous montre que

$$a = 1 \frac{m}{s^2}$$

En même temps, l'expérience permet de vérifier que le chariot est accéléré jusqu'à une vitesse de

$$v = 1 \frac{m}{s}$$

au bout d'une seconde.

### Capteur de déplacement à laser S

Pour déterminer la distance ou le temps de propagation de la lumière entre le capteur de déplacement à laser et un élément réflecteur avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument universel de mesure Physique (531 835). La mesure de la distance subordonnée au temps permet un relevé de haute précision et sans contact d'un mouvement (par ex. sur un rail ou lors d'une chute libre). On peut par ex. déterminer la vitesse de la lumière dans différents milieux (air, verre, etc.) à partir de la mesure du temps de propagation entre le capteur et l'élément réflecteur. Une bande autocollante de papier réfléchissant incluse au matériel livré collée sur un objet (chariot, cavalier, par ex.) sert de réflecteur.

Caractéristiques techniques :

- Laser : classe 2, modulé (6,0 ou 60,0 MHz) limité à une puissance optique moyenne de 0,2 mW
- Gammes de mesure (distance) : 1 m, 2 m, 10 m, 20 m  
Précision : 0,5 mm dans la plus petite gamme de mesure
- Gamme de mesure (temps de propagation) : 5 ns, 10 ns, 50 ns, 100 ns  
Précision : 3,3 ps dans la plus petite gamme de mesure
- Feuille catadioptrique : A5
- Dimensions : 50 mm x 70 mm x 150 mm
- Masse : 0,5 kg

524 073	Capteur de déplacement à laser S
---------	----------------------------------

## Capteur de déplacement à ultrasons S

Pour la mesure de distances avec CASSY. La distance est déterminée à partir du temps de propagation d'une impulsion ultrasonore. Par déduction, une mesure de la vitesse est également possible. Permet d'étudier les chocs sur le rail si on raccorde deux capteurs à ultrasons à un Sensor-CASSY. Lancement synchrone de l'acquisition des valeurs réalisable grâce à un déclencheur mécanique. S'utilise comme appareil de table et dans un support.

Caractéristiques techniques :

- Distance mesurable : 0,15 m ... 10 m
- Gammes de mesure : 1/2/5/10 m ( $\Delta t = 20/40/100/200$  ms)
- Résolution :  $\pm 1$  mm
- Variations brusques des valeurs (gigues) dues au système :  $\pm 1$  longueur d'onde (8 mm)
- LEDs d'affichage pour le champ de vision réduit ou vaste et « Réflexion reconnue »
- Charge maximale du dispositif de déclenchement : 1 kg
- Connexion : câble d'env. 1,5 m de long avec connecteur Sub-D mâle à 15 contacts
- Dimensions : 120 mm x 100 mm x 60 mm
- Masse : 0,3 kg

524 070 Capteur de déplacement à ultrasons S



## Oscillation d'un pendule composé

Dans l'expérience P1.5.1.3 on étudie l'oscillation d'un pendule à tige qui représente un pendule de physique simple. L'oscillation du pendule en fonction du temps est saisie par le capteur de rotation S. On compare l'angle  $\alpha(t)$ , la vitesse  $\omega(t)$  et l'accélération  $a(t)$ . De plus, on détermine la longueur du pendule réduite en fonction de la période de l'oscillation  $T$ .



## Capteur de rotation S

Pour la mesure sans frottement de mouvements de rotation, de déplacements linéaires, d'amplitudes, de périodes et de fréquences de rotation avec le Sensor-CASSY (524 013), le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) ou l'Instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Grandeurs mesurées : angle, distance, amplitude et période d'oscillation, fréquence de rotation
- Grandeurs dérivées : vitesse, accélération (avec CASSY Lab)
- Gamme de mesure : sans guide mécanique (capteur incrémentiel)
- Résolution angulaire :  $0,18^\circ$
- Résolution de déplacement : 0,08 mm
- Résolution de temps : 0,001 s
- Résolution de fréquence : 0,001 Hz
- Axe : monté sur roulement à billes double

Matériel livré :

- Capteur de rotation
- Roue pour la mesure de déplacements linéaires
- Tige pour la fixation du capteur au matériel support
- Coupleur enfichable pour le montage sur plaque à réseau ou sur le moteur à air chaud

524 082 Capteur de rotation S





## Force centrifuge exercée sur un corps en rotation – mesure avec l'appareil à force centrifuge et CASSY

Dans l'expérience P1.4.3.3 la relation

$$F \propto \omega^2$$

est dérivée directement de la forme parabolique de la courbe de mesure  $F(\omega)$ .

Les proportionalités

$$F \propto r, F \propto m$$

sont confirmées par enregistrement et évaluation des courbes de différents rayons orbitaux  $r$  et différentes masses  $m$ .



### Appareil à force centrifuge S

Pour étudier la force radiale d'un corps tournant avec CASSY (524 013, 524 018, 524 006, 524 009) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835) en fonction de sa masse, du rayon de sa trajectoire et de sa vitesse angulaire. Transmission de la force par le biais d'un levier et d'un pivot le long de l'axe de rotation vertical sur un ressort à lame avec jauges extensométriques. Le rapport de réduction du levier permet de négliger la variation de position du corps en rotation lorsqu'on mesure la force. Appareil complet avec moteur d'entraînement électrique et transmission à friction ; monté sur tige support, avec raccord pour CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Bras pivotant (rayon de la trajectoire) : longueur : max. 250 mm, graduation : 50 mm
- Masses des corps tournants : 50 g, 75 g et 100 g  
Raccord moteur : 12 V – par douilles de 4 mm  
Rapport de réduction du mécanisme de transmission : env. 1 : 15
- Gammes de mesure :  $\pm 5$  N,  $\pm 15$  N,  $\pm 50$  N
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure
- Longueur du câble : 1,5 m
- Dimensions de la tige : 20 cm x 12 mm  $\varnothing$
- Dimensions totales : 37 cm x 32 cm x 8 cm
- Masse : env. 0,8 kg

524 068    Appareil à force centrifuge S

### Bras de rotation entraîné par la force centrifuge

Connecté au capteur de forces S  $\pm 50$  N (524 042), le bras de rotation s'utilise pour mesurer la force centrifuge en fonction de la vitesse angulaire, de la masse et de la distance qui sépare la masse et le point de rotation. Il permet ainsi de réaliser l'une des rares expériences qui consiste à élaborer une loi avec trois composantes. Trois masses vissables (2 à 100 g, 1 à 50 g) incluses au matériel livré et la possibilité de rectifier la distance qui sépare les masses du point de rotation permettent de modifier les composantes.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 cm
- Largeur : 3 cm
- Masse : 350 g

347 211    Bras de rotation entraîné par la force centrifuge

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand
1	300 40	Tige 10 cm, 12 mm $\varnothing$
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N
1	524 220	CASSY Lab 2



## Capteur de forces S, ±50 N

Se connecte directement à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Physique (531 835) pour la mesure de composantes de force jusqu'à ±50 N (par ex. pendule élastique ou composantes dues à la force centrifuge) ou d'accéléérations jusqu'à 1000 m/s<sup>2</sup>.

Le capteur de forces S se compose d'un parallélogramme avec deux lames souples, l'une d'entre elles étant dotée d'un pont à jauge extensométrique. L'ensemble est une construction rigide permettant de mesurer des composantes de force quelle que soit la position du capteur de forces. Plusieurs capteurs de forces en disposition orthogonale mesurent donc, par exemple, les vecteurs de force d'un pendule de torsion rigide ou d'un pendule simple effectuant des oscillations circulaires.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure **Force** : ±0,5/±1,5/±5/±15/±50 N
- Gammes de mesure **Accélération** : ±10/±30/±100/±300/±1000 m/s<sup>2</sup>
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure
- Compensation (tare) : ±50 N pour chaque gamme de mesure
- Fixation : avec vis de fixation au matériel support
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 2 m
- Dimensions : 58 mm x 43 mm x 20 mm
- Masse : 130 g

524 042 Capteur de forces S, ±50 N

## Vérification de la loi de Coulomb – tracé et exploitation avec CASSY

Pour l'expérience P3.1.2.3, on emploie le logiciel CASSY Lab pour tracer et exploiter les résultats des mesures. On mesure la force de Coulomb pour différentes charges  $Q_1$  et  $Q_2$  en fonction de la distance  $r$ . Les charges des sphères sont mesurées avec un amplificateur électromètre branché en coulombmètre. Le but de l'exploitation est de confirmer la proportionnalité

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

et de déterminer la constante de champ électrique  $\epsilon_0$ .

## Capteur de forces S, ±1 N

Pour mesurer des forces (par ex. électrostatiques) de ±1 N avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Avec deux lames souples à quatre jauges extensométriques montées en pont.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : ±10 mN, ±30 mN, ±100 mN, ±300 mN, ±1 N
- Compensation : ±2,5 N dans chaque gamme de mesure
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure (suivant l'emplacement)
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 1 m
- Dimensions : 14,4 cm x 4 cm x 4 cm
- Masse : 360 g

524 060 Capteur de forces S, ±1 N

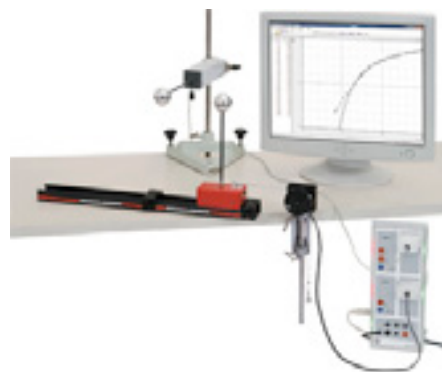
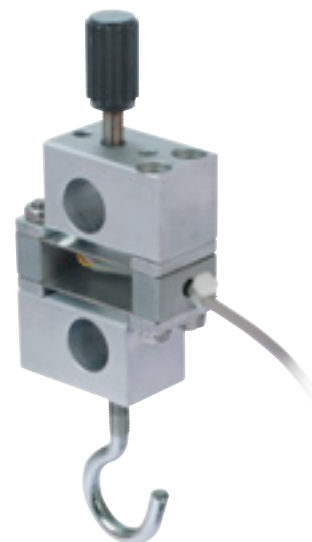
## Plaque de forces S

Plaque stable permettant de mesurer les forces exercées lorsque les élèves sautent dessus. Sert en général de capteur de forces robuste. S'utilise avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Surface : 30 cm x 30 cm
- Gamme de mesure : +10 kN (= poids de 1 tonne)
- Fréquence limite : 1 kHz
- Précision de mesure : 10 % de la valeur finale
- Dimensions : 30 cm x 30 cm x 7 cm
- Masse : 4 kg

524 0421 Plaque de forces S





## Battements acoustiques – tracé avec CASSY

Durant l'expérience P1.7.1.3, les battements acoustiques sont tracés puis exploités avec un ordinateur à l'aide de l'interface CASSY. Les fréquences propres  $f_1$  et  $f_2$ , la fréquence d'oscillation  $f$  et la fréquence de battement  $f_s$  sont déterminées automatiquement puis comparées avec les valeurs calculées

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

$$f_s = f_2 - f_1$$

## Microphone universel

Pour toutes les expériences dans la gamme des fréquences audibles et ultrasonores. Avec gain réglable en continu, signal de sortie commutable (analogique, niveau, TTL) et coupure automatique de l'alimentation électrique. Livré avec pile et tige support à visser.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence :  
30 à 20 000 Hz  
15 à 40 000 Hz (pour une sensibilité réduite)
- Gain : jusqu'à 16 fois
- Signal de sortie : « Signal », « Niveau », « Trigger »
- Câble de connexion avec fiches de 4 mm : L = 2 m
- Dimensions de la sonde : 25 cm x 8 mm Ø
- Tige : 10 mm Ø
- Longueur totale (sans câble) : 45 cm
- Masse : 250 g

586 26    Microphone universel

## Microphone S

Avec capsule de microphone très sensible, intégrée, à caractéristique de directivité sphérique ; se branche directement à CASSY, avec connecteur femelle pour le branchement de microphones usuels à prise jack de 3,5 mm.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence : 50 à 20 000 Hz
- Grandeurs mesurées  
Tension : microphone interne/externe  
Fréquence : microphone interne/externe  
Temps de propagation : du microphone externe au microphone interne  
Niveau de son : microphone interne (pas calibré)
- Dimensions : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 75 g

524 059    Microphone S

## Câble rallonge, à 15 pôles

Pour brancher les adaptateurs S à CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 2 m

501 11    Câble rallonge, à 15 pôles

## Microphone universel pour PC

Pour la mesure du temps de propagation du son avec le microphone S (524 059) ou à raccorder au compteur numérique (575 48).

586 281    Microphone universel pour PC

## Diagramme pV du moteur à air chaud comme moteur thermique – tracé et exploitation avec CASSY

Au cours de l'expérience P2.6.2.4, on trace le diagramme pV du moteur à air chaud en tant que moteur thermique à l'aide de l'interface CASSY: un capteur de pression mesure la pression  $p$  dans le cylindre en fonction du temps  $t$  et un capteur de déplacement enregistre la position  $s$  du piston moteur à partir de laquelle le volume  $V$  enfermé est calculé. Les données mesurées sont directement représentées sur l'écran dans un diagramme pV. Pour une exploitation ultérieure, on calcule le travail mécanique

$$W = -\int p \cdot dV$$

réalisé sous forme de frottements par le piston à chaque cycle, puis on en déduit la puissance mécanique

$$P = W \cdot f$$

$f$  : vitesse de rotation à vide

que l'on reporte ensuite dans un diagramme en fonction de la vitesse de rotation à vide.



### Capteur de pression S, ±2 000 hPa

Pour la mesure de pressions relatives avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837). Se branche au dispositif expérimental au moyen de deux embouts (4 mm Ø). Livré avec tuyau en PVC (667 192) et deux raccords avec olive (604 520).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : ±20/±60/±200/±600/±2000 hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 75 g

524 064 Capteur de pression S, ±2 000 hPa



### Capteur de pression S, ± 70 hPa

Pour la mesure de très petites différences de pression avec CASSY (524 013, 524 006, 524 018, 524 009), l'instrument de mesure universel Physique (531 835) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836), par ex. pour les expériences sur l'écoulement dans le tunnel aérodynamique (373 12) ou le tube de Venturi (de 373 091). Se branche au dispositif expérimental au moyen de deux embouts (4 mm Ø). Livré avec tuyau en PVC (667 192) et deux raccords avec olive (604 520).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : ±0,7/±2,1/±7/±21/±70 hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 70 x 50 x 25 mm
- Masse : 75 g

524 066 Capteur de pression S, ± 70 hPa



### Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa

Pour la mesure de la pression absolue avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018), l'Instrument de mesure universel Physique (531 835) ou l'Instrument de mesure universel Chimie (531 836). Il peut de cette manière être utilisé pour le relevé de la pression d'air ou de la dépression dans un appareil à vide. Branchement par petite bride DN 16 KF.

Caractéristiques techniques :

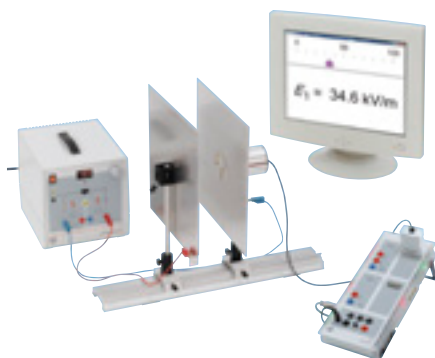
- Gammes de mesure : 15/45/150/450/1500 hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 85 mm x 50 mm x 35 mm
- Masse : 90 g

524 065 Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



## Mesure de la force du champ électrique dans un condensateur à plaques

L'expérience P3.1.7.4 se consacre à la détermination de la dépendance du potentiel du champ électrique  $E$  de la tension donnée  $U$  et de la distance entre les plaques  $d$ . Ainsi, on commence par mesurer le potentiel du champ électrique différent en changeant la tension  $U$  mais à une distance fixe  $d$ . Ensuite on maintient la tension  $U$  et l'on détermine le potentiel du champ électrique  $E$  en fonction de la distance entre les plaques  $d$ .

## Mesureur de champ électrique S

Pour la mesure du champ électrique statique (ou champ électrostatique) avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou avec l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Le champ est enregistré avec la polarité correcte. L'appareil s'utilise par ex. pour les expériences sur l'intensité du champ dans un condensateur, aussi avec diélectrique, ou sur l'intensité du champ de corps chargés. Il permet aussi d'étudier le champ électrique terrestre au niveau de l'ionosphère (env. +100 V/m) et la charge électrique des nuages (plusieurs kV/m). À l'aide d'une plaque de mesure de la tension de 1 cm (livrée avec l'appareil), il sert aussi de voltmètre à très haute impédance, par ex. pour la mesure du potentiel dans un espace libre au moyen de la sonde à flamme ou de la cage de Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
Intensité du champ :  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  kV/m,  $\pm 1$  MV/m  
Tension :  $\pm 10/\pm 100$  V,  $\pm 1/\pm 10$  kV
- Fréquence limite : 10 Hz
- Résistance d'entrée :  $10^{15}$   $\Omega$  (dans des conditions normales)
- Capacité d'entrée : 4 pF
- Alimentation en tension :  $\pm 12$  V de CASSY
- Diamètre :  
logement pour condensateur : 58,3 mm  
au dos : 60 mm
- Longueur : 96 mm
- Longueur de la tige : 190 mm sans filetage

Matériel livré :

- Mesureur de champ électrique S
- Tige à filetage
- Plaque de mesure de la tension, 1 cm d'écartement

524 080	Mesureur de champ électrique S
---------	--------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	540 540	Accessoires pour le mesureur de champ électrique S

## Adaptateur source de courant

Pour le fonctionnement de tous les capteurs dont la résistance varie avec une grandeur physique, par ex. résistances LDR, CTN ou CTP.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 100  $\Omega$ , 1/10/100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$
- Tension de saturation : 10 V
- Raccords : douilles de 4 mm

524 031	Adaptateur source de courant
---------	------------------------------

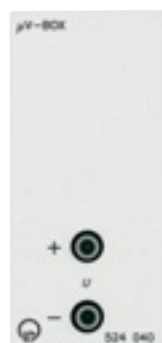
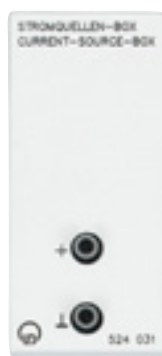
## Adaptateur $\mu$ V

Pour la mesure de faibles tensions (par ex. de thermocouples, bobines d'induction) avec CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30/\pm 100$  mV
- Précision de mesure : 2 %
- Erreur d'offset : < 0,5 %
- Résistance d'entrée : 100 k $\Omega$
- Fréquence limite : env. 1 Hz
- Surtension max. : 100 V
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 040	Adaptateur $\mu$ V
---------	--------------------



## Adaptateur 30 A

Pour la mesure du courant avec isolation galvanique dans les circuits à très basse tension avec CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Résistance de contact :  $< 0,01 \Omega$
- Gammes de mesure :  $\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30$  A
- Erreur de mesure :  $\pm 1,5 \%$
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 043 Adaptateur 30 A



## Adaptateur électromètre

Pour la mesure des tensions à haute impédance par rapport à la masse lors d'expériences en électrostatique avec CASSY ; peut être raccordé à des condensateurs et à des résistances.

Caractéristiques techniques :

- Tension d'entrée max. : 8 V
- Surtension :  $\leq 300$  V
- Résistance d'entrée :  $\geq 10^{11} \Omega$
- Erreur de mesure :  $\pm 1,5 \%$
- Gamme de fréquence : 0 Hz ... 1 kHz
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 054 Adaptateur électromètre



## Mesure du champ magnétique sur une paire de bobines dans un dispositif de Helmholtz

Dans l'expérience P3.3.4.3, on étudie l'homogénéité d'un champ magnétique dans une paire de bobines de Helmholtz. Pour ce faire, on enregistre le champ magnétique le long de l'axe central de la bobine pour plusieurs séries de mesure, la distance  $\alpha$  entre les bobines variant d'une série à l'autre. Si  $\alpha$  correspond au rayon de la bobine, le champ magnétique est largement indépendant de la position  $x$  sur l'axe de la bobine.



## Sonde B combinée S

Pour mesurer la densité du flux magnétique en direction tangentielle ou axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Livrée avec tige filetée.

Caractéristiques techniques :

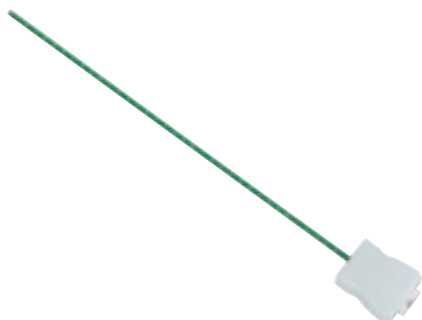
- Gammes de mesure :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300/\pm 1000$  mT
- Direction de mesure : commutable
- Erreur de mesure :  $\pm 2 \%$  plus 0,5 % de la pleine échelle
- Compensation : jusqu'à 1000 mT dans chaque gamme de mesure
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 190 mm
- Masse : 0,15 kg

524 0381 Sonde B combinée S

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles





### Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT

Pour mesurer la densité du flux magnétique en direction axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Livrée avec tige filetée.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300/\pm 1000$  mT
- Erreur de mesure :  $\pm 2\%$  plus  $0,5\%$  de la pleine échelle
- Compensation : jusqu'à  $1000$  mT dans chaque gamme de mesure
- Dimensions :  $50$  mm x  $25$  mm x  $420$  mm
- Masse :  $0,15$  kg

524 0382	Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT
----------	---------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



### Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT

Pour la mesure de la densité du flux magnétique de petits champs en direction axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). La sonde sert par exemple à mesurer la valeur et la direction du champ magnétique terrestre ( $40 \dots 60 \mu\text{T}$ ) ou à mesurer le champ magnétique d'un conducteur traversé par un courant continu ou alternatif (Biot et Savart). Livré avec tige filetée non magnétique.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 30/\pm 100/\pm 300$   $\mu\text{T}$
- Compensation : jusqu'à  $\pm 300$   $\mu\text{T}$  dans chaque gamme de mesure
- Fréquence limite :  $100$  Hz dans la gamme de mesure  $300$   $\mu\text{T}$

524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT
----------	--------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



### Détermination de l'intensité lumineuse en fonction de l'écartement de la source lumineuse – tracé et exploitation avec CASSY

Dans l'expérience P5.5.1.2, on met en évidence le fait que l'éclairement lumineux dépend du carré de la distance séparant une source lumineuse ponctuelle et la surface éclairée.

### Connecteur adaptateur lux S

Permet de mesurer l'éclairement avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Suivant le capteur, il est possible de mesurer l'éclairement en lux ou l'irradiance en  $\text{W}/\text{m}^2$  dans différentes gammes spectrales (ultraviolet UV-A, UV-B, UV-C, lumière visible Vis et infrarouge IR, IR- $\text{CO}_2$ ).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
 $100/300$  lx,  $1/3/10/30/100$  klx  
 $10/30/100/300/1000$   $\text{W}/\text{m}^2$
- Connexion : connecteur DIN femelle
- Dimensions :  $50$  mm x  $25$  mm x  $60$  mm
- Masse :  $0,1$  kg

524 0511	Connecteur adaptateur lux S
----------	-----------------------------



## Capteurs pour le connecteur adaptateur lux S

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure
666 243	Capteur lux	400 ... 750 nm
666 244	Capteur UV-A	320 ... 400 nm
666 245	Capteur UV-B	280 ... 320 nm
666 246	Capteur UV-C	220 ... 280 nm
666 247	Capteur IR	750 ... 1700 nm
666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>	4100 ... 4300 nm

## Capteur de puissance optique S

Capteur à enficher sur CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018). Le capteur de puissance optique S permet de mesurer la puissance optique absolue et relative en dBm/dB.

Caractéristiques techniques :

- Capteur : Si (7 mm<sup>2</sup>)
- Connecteurs : FSMA, fibres PMMA non gainées (2,2 mm) par le biais de l'adaptateur fourni.
- Longueurs d'onde : 665 nm, 820 nm
- Gamme de mesure de la puissance absolue : -5 ... -55 dBm
- Gamme de mesure de la puissance relative : +50 ... -50 dB
- Résolution : 0,1 dB
- Précision absolue : 1 dB
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0512 Capteur de puissance optique S



## Variations statistiques lors de la détermination du taux de comptage

Durant l'expérience P6.4.2.1, on se sert d'un ordinateur pour déterminer à plusieurs reprises le nombre  $n$  d'impulsions qui provoque un rayonnement radioactif dans un tube compteur Geiger-Müller pendant un intervalle de temps  $\Delta t$  au choix. Après un total de  $N$  comptages, on détermine les fréquences  $h(n)$  pour lesquelles on compte à chaque fois  $n$  impulsions puis on les représente sous forme d'histogramme. Pour comparer, le programme d'exploitation calcule la moyenne  $\mu$  et l'écart type

$$\sigma = \sqrt{\mu}$$

de la répartition de fréquences  $h(n)$  mesurée ainsi que la distribution de Poisson  $w_{\mu}(M)$ .



## Tube compteur GM S

Tube compteur Geiger-Müller autoextincteur avec une très fine fenêtre en mica pour la mesure du rayonnement radioactif avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : néon, argon, halogène
- Tension de service moyenne : 500 V
- Temps mort : 100  $\mu$ s env.
- Longévité :  $> 10^{10}$  impulsions
- Bruit de fond du palier : env. 0,2 impulsions/s (pour un blindage avec 50 mm de Pb et 3 mm d'Al)
- Sensibilité au rayonnement  $\gamma$  : env. 1 %
- Fenêtre : 9 mm  $\varnothing$
- Assignment des masses : 1,5 ... 2 mg cm<sup>2</sup>
- Dimensions du tube compteur : 75 mm x 24 mm  $\varnothing$
- Longueur du câble : env. 50 cm entre tube compteur et connecteur adaptateur CASSY

524 0331 Tube compteur GM S





### Adaptateur GM

Pour la mesure du rayonnement radioactif avec un compteur Geiger-Müller (559 01). La haute tension pour le tube compteur est produite dans l'adaptateur et les impulsions du tube compteur y sont converties en signaux appropriés.

Caractéristiques techniques :

- Tension du tube compteur : 500 V via 1 M $\Omega$
- Connexion : douille coaxiale
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 130 g

524 033	Adaptateur GM
---------	---------------

### Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble

Tube compteur Geiger-Müller à autoextinction, dans boîtier en plastique, avec fenêtre en mica très mince permettant aussi l'enregistrement d'un faible rayonnement  $\beta$ . Muni d'un câble solide. Livré avec capuchon de protection pour la fenêtre en mica.

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : néon, argon, halogène
- Tension de service moyenne : 450 V
- Connexion : câble blindé de 55 cm de long, avec connecteur coaxial (Amphénol Tuchel T 3162/1)
- Largeur du palier : 200 V
- Pente relative du palier : < 0,05 %/V
- Temps mort : env. 100  $\mu$ s
- Longévité : > 10<sup>10</sup> imp.
- Bruit de fond du palier : env. 0,2 Imp./s (pour un blindage avec 50 mm de Pb et 3 mm d'Al)
- Sensibilité au rayonnement  $\gamma$  : env. 1 %
- Fenêtre : 9 mm  $\varnothing$
- Assignation des masses : 1,5 ... 2 mg/cm<sup>2</sup>
- Dimensions : 75 mm x 24 mm  $\varnothing$

559 01	Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble
--------	---

Complément nécessaire :

Compteur d'impulsions à alimentation haute tension intégrée

### Tube compteur à grande surface sensible

Tube compteur Geiger-Müller à grande surface active pour la mesure et l'enregistrement à haute sensibilité de sources radioactives très faibles ; convient particulièrement bien pour les travaux pratiques avec des sources radioactives faibles.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 500 V
- Diamètre efficace : 44 mm
- Connexion : connecteur coaxial
- Assignation des masses : 1,5 ... 2 mg/cm<sup>2</sup>

559 012	Tube compteur à grande surface sensible
---------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	575 471	Compteur S
1	524 018*	Pocket-CASSY 2 Bluetooth
1	524 033*	Adaptateur GM
1	524 220*	CASSY Lab 2

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	559 013	Support de tube compteur





## Mise en évidence du rayonnement $\gamma$ avec un compteur à scintillations

Durant l'expérience P6.5.5.1, on étudie les impulsions de sortie du compteur à scintillations avec l'oscilloscope et l'adaptateur AMC CASSY. On identifie le pic d'absorption général et la diffusion Compton dans la répartition des hauteurs d'impulsions produite par rayonnement  $\gamma$  monoénergétique.



## Adaptateur AMC

L'adaptateur AMC fait partie du système CASSY ; utilisé avec des détecteurs appropriés (scintillateurs NaJ(Tl), détecteurs semiconducteurs au silicium, par exemple) et en association avec le Sensor-CASSY (524 013) ou le Pocket-CASSY (524 006, 524 018), CASSY Lab (524 220) et un ordinateur, il joue le rôle d'un analyseur d'impulsions multicanal pour le relevé simple et rapide des spectres de différents produits de désintégration radioactive. Dans le cas des détecteurs, le mécanisme d'interaction, par opposition aux compteurs Geiger-Müller, produit des impulsions électriques de différentes amplitudes qui sont proportionnelles aux pertes d'énergie dans le détecteur. Ces impulsions sont converties en valeurs numériques équivalentes et placées par le Sensor-CASSY dans les canaux correspondants. On obtient ainsi un spectre d'énergie qui montre la distribution en fréquence du rayonnement radioactif détecté en fonction de l'énergie. Un analyseur multicanal se distingue par conséquent nettement d'un analyseur monocanal qui, muni de son unique fenêtre (canal), doit peu à peu balayer la totalité du spectre et ne convient donc pas pour les faibles activités. L'adaptateur AMC est pourvu d'une entrée BNC à laquelle il est possible de raccorder des détecteurs externes tels que par ex. un scintillateur NaJ (559 901) avec module de sortie du détecteur (559 912) ou un détecteur semiconducteur (559 921) ou de (559 56) avec discriminateur-préamplificateur (559 931). Son signal de sortie analogique peut en outre être prélevé via un élément en T, BNC (501 091) et visualisé sur un oscilloscope. Pour d'autres détecteurs, la polarité des signaux d'entrée et la hauteur des impulsions peuvent être adaptées. L'alimentation en tension pour le discriminateur-préamplificateur (559 931) et le module de sortie du détecteur (559 912) peut être assurée par l'adaptateur AMC via une douille multiple. Le module de sortie du détecteur (559 912) permet une mesure de l'alimentation haute tension aux bornes du détecteur. Les scintillateurs NaJ conviennent particulièrement bien pour les rayonnements  $\gamma$  et  $\beta$ , les détecteurs semiconducteurs au silicium pour les rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$ . Pour des mesures sur des sources radioactives très faibles (par ex. champignons à charge radioactive de  $^{137}\text{Cs}$ ), le compteur à scintillations (559 901) et le module de sortie du détecteur (559 912) sont protégés contre la radioactivité naturelle de l'environnement par l'écran scintillateur (au plomb) (559 89) avec socle (559 891).

L'utilisation de deux adaptateurs AMC et de deux détecteurs permet d'effectuer des mesures de la coïncidence et de l'anticoincidence. Ces mesures permettent, par exemple, de montrer la corrélation spatiale et temporelle des deux particules  $\gamma$  lors de la destruction des positrons dans une source de  $^{22}\text{Na}$ .

Les anciens modules de sortie du détecteur (559 91) et (559 911) s'utilisent sans aucun problème avec l'adaptateur AMC ; leur seul inconvénient est de ne pas permettre la mesure de la haute tension et de ne pas convenir pour le socle de l'écran scintillateur (559 891).

Le logiciel CASSY Lab (524 220) permet l'acquisition de valeurs (mesure de la haute tension incluse) ainsi que leur représentation et leur exploitation. L'étalonnage énergétique est effectué avec une ou deux énergies connues et peut être réalisé individuellement pour chacune des courbes ou bien pour plusieurs spectres. Pour l'évaluation, il est entre autres possible de procéder à une intégration de sections de spectres quelconques (par ex. du pic photoélectrique), à une adaptation de courbes de Gauß, à l'addition et à la soustraction de spectres.

Caractéristiques techniques :

- Résolution : 256 à 2048 canaux (8 à 11 bits) par spectre
- Profondeur de mémoire :  $2 \times 10^9$  événements par canal (31 bits)
- Temps mort : env. 60  $\mu\text{s}$
- Linéarité d'énergie : < 3 % de la valeur finale
- Fenêtre de coïncidence : 4  $\mu\text{s}$
- Puissance limite admissible pour capteurs externes : 0,5 V à 5 V suivant l'ajustage de l'atténuateur, positif ou négatif. Atténuateur interne et polarité ajustable par logiciel.
- Mesure de la haute tension jusqu'à 1,5 kV en association avec le module de sortie du détecteur (559 912)
- Dimensions : 92 mm x 92 mm x 30 mm



524 058 Adaptateur AMC



### 0.1.2.2 Chimie

#### Capteur de température S, CTN

Se branche directement à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou aux instruments de mesure universels Physique, Chimie, Biologie (531 835, 531 836, 531 837) ; avec sonde de température CTN dans tube en acier inoxydable.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure :  $-20\text{ °C} \dots 120\text{ °C}$
- Résolution :  $0,1\text{ °C}$
- Dimensions (sans sonde) :  $70\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 25\text{ mm}$
- Masse :  $100\text{ g}$

524 044 Capteur de température S, CTN

#### Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K

Permet de raccorder deux thermocouples NiCr-Ni (type K) pour la mesure de la température et de la température différentielle avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure max. (suivant le capteur) :  $-200\text{ °C} \dots +200\text{ °C}$  /  $-200\text{ °C} \dots +2000\text{ °C}$
- Résolution :  $0,1\text{ K}$  /  $1\text{ K}$
- Gammes de mesure de la température différentielle :  $-20\text{ °C} \dots +20\text{ °C}$  /  $-200\text{ °C} \dots +200\text{ °C}$
- Résolution :  $0,01\text{ K}$  /  $0,1\text{ K}$
- Connexion : prises plates, de type K
- Dimensions :  $50\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 60\text{ mm}$
- Masse :  $0,1\text{ kg}$

524 0673 Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K

#### Sondes de température pour le connecteur adaptateur NiCr-Ni S

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure	Temps de réponse
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	$-50 \dots +1100\text{ °C}$	0,9 s
666 1261	Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K	$-50 \dots +400\text{ °C}$	0,3 s
666 1262	Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K	$-50 \dots +1000\text{ °C}$	3,0 s
666 1263	Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K	$-50 \dots +1150\text{ °C}$	5,0 s
666 1264	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K	$-50 \dots +650\text{ °C}$	8,0 s
666 1265	Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K	$-50 \dots +250\text{ °C}$	10 s

#### Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN

Pour des mesures de la température avec max. 2 sondes de températures NiCrNi ou 2 sondes de température CTN avec CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
NiCr-Ni :  $-200 \dots +1100\text{ °C}$   
NTC :  $-20 \dots +120\text{ °C}$
- Connexion : connecteurs DIN
- Dimensions :  $42\text{ mm} \times 92\text{ mm} \times 30\text{ mm}$
- Masse :  $0,1\text{ kg}$

524 045 Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN

## Sondes de température pour l'adaptateur température

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure
666 193	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm	-200 ... +1100 °C
666 212	Sonde de température CTN, 3 mm	-20 ... +120 °C
666 2121	Sonde de température CTN, 3 mm, longue	-20 ... +120 °C
666 213	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface	-200... +600 °C
666 217	Sonde de température NiCr-Ni à palette	-40 ... +400 °C



## Micro-CASSY Température

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte avec sonde NiCr-Ni solidaire pour la mesure de la température. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... 1100 °C
- Couleur du boîtier : jaune
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Longueur du câble de connexion : 70 cm
- Diamètre de la pointe de mesure : 1,5 mm

528 15 Micro-CASSY Température



## Adaptateur chimie

Pour la mesure simultanée du pH/du potentiel, de la conductivité et de quatre températures différentes avec CASSY. Différence de température entre deux capteurs à thermocouple mesurable avec une haute résolution.

Caractéristiques techniques :

- pH / potentiel  
Gammes de mesure : 0 ... 14 pH / -2 V ... +2 V  
Résolution : 0,01 pH / 1 mV  
Résistance d'entrée :  $> 10^{13} \Omega$   
Connexion : BNC
- Conductivité (avec capteur 529 670)  
Gammes de mesure : 10/30/100/300  $\mu\text{S/cm}$ , 1/3/10/30/100/300 mS/cm, 1 S/cm  
Résolution dans la plus petite gamme de mesure : 0,005  $\mu\text{S/cm}$   
Température : -25 °C ... +100 °C  
Connexion : connecteur DIN 6 broches
- Température  
Gammes de mesure : -200 °C ... +200 °C / -200 °C ... +1200 °C  
Résolution : 0, 1 K / 1 K  
Connexion : 3 prises plates, type K
- Température différentielle  
Gammes de mesure : -20 °C ... +20 °C / -200 °C ... +200 °C  
Résolution : 0,01 K / 0,1 K  
Connexion : prise plate, type K
- Dimensions : 91 mm x 91 mm x 60 mm
- Masse : 100 g

524 067 Adaptateur chimie





### Connecteur adaptateur pH S

Sert à raccorder une électrode de pH à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). En outre, il permet d'effectuer une mesure à très haute impédance de la tension à la douille BNC, par ex. pour la mesure de potentiels électrochimiques

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure du pH : 0 ... 14 pH
- Résolution pour le pH : 0,01 pH
- Gammes de mesure du potentiel :  $\pm 1/\pm 2$  V
- Résistance d'entrée :  $> 10^{13} \Omega$
- Connexion : douille BNC
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0672    Connecteur adaptateur pH S

### Électrodes de pH avec connecteur BNC

- Gamme de mesure : 0 ... 14 pH
- Résolution : 0,01 pH
- Conviennent pour : 524 067 et 524 0672

N° de cat.	Désignation
529 672	Capteur de pH, BNC
667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC
667 4182	Électrode de pH à membrane conique, BNC
667 4192	Électrode de pH à membrane plate, BNC
667 4242	Électrode de pH à gaine en verre, BNC

### Connecteur adaptateur conductivité S

Utilisé avec le capteur de conductivité (529 670), il permet de mesurer la conductivité et la température avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836);

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
Conductivité (avec capteur 529 670) :  
10/30/100/300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 1/3/10/30/100/300  $\text{mS}/\text{cm}$ , 1  $\text{S}/\text{cm}$   
Résolution dans la plus petite gamme de mesure : 0,005  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Mesure et compensation de la température :  $-25 \text{ }^\circ\text{C}$  ...  $+100 \text{ }^\circ\text{C}$
- Connexion : connecteur DIN femelle 6 broches pour le capteur de conductivité avec mesure de la température
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0671    Connecteur adaptateur conductivité S

### Capteur de conductivité

Capteur réalisé en version quatre fils avec capteur de température Pt intégré ; s'utilise avec l'adaptateur chimie (524 067) ou le connecteur adaptateur conductivité S (524 0671) combiné à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Réalisation ouverte pour une réaction rapide aux variations de la conductivité. Pour les mesures, le capteur doit être au moins à 1 cm de la paroi du récipient et immergé sur au moins 2 cm.

Caractéristiques techniques :

- Constante de cellule : 0,58  $\text{cm}^{-1}$
- Gamme de mesure : 0 ... 1  $\text{S}/\text{cm}$
- Gamme de température :  $-25 \text{ }^\circ\text{C}$  ...  $+100 \text{ }^\circ\text{C}$
- Connexion : connecteur DIN 6 broches
- Dimensions : 160 mm x 16 mm  $\varnothing$
- Masse : 75 g

529 670    Capteur de conductivité

## Photomètre à immersion S

Associé à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836) et aux réactifs appropriés (666 2600, 666 2601, 666 2603, 666 2604), le photomètre à immersion S permet de mesurer les polluants et la turbidité dans des échantillons d'eau. 17 déterminations de polluants et une mesure de la turbidité sont déjà programmées dans le logiciel. Mais il est aussi possible d'effectuer et d'enregistrer ses propres déterminations au choix. Outre la mesure directe de la transmittance, de l'absorbance et de la concentration, l'appareil permet aussi le suivi temporel de ces grandeurs mesurées (étude cinétique). Le photomètre peut également être utilisé pour une mesure à long terme (par ex. mesure de la turbidité dans le bioréacteur).

Caractéristiques techniques :

- Grandeur mesurée : transmittance, absorbance et concentration
- Longueur d'onde : LEDs 455/520/558/612/696 nm
- Détecteur : cellule photovoltaïque au silicium
- Polluants mesurables : ammonium, chlore libre, chlore total, chlorure, fer, dureté, potassium, acide silicique, cuivre, manganèse, nickel, nitrate, nitrite, phosphate, sulfate, sulfite, turbidité, zinc (il est aussi possible d'effectuer ses propres déterminations)
- Longueur du câble : 1 m
- Matériau : verre Duran
- Quantité d'échantillon : 10 ml
- Dimensions : 26 mm Ø x 200 mm de long
- Masse : 200 g

524 069 | Photomètre à immersion S



## Support pour photomètre à immersion S

Remplace un statif pour la réalisation des calibrages et des mesures ; le support est en plastique avec pied en tôle métallique laquée.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 140 mm
- Masse : 0,15 kg

666 2605 | Support pour photomètre à immersion S



## Compte-gouttes

Compte-gouttes à utiliser avec CASSY (524 013, 524 006, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Barrière lumineuse à réflexion très sensible avec source de lumière (émetteur) et récepteur juxtaposés. Grâce à la lumière modulée, le compte-gouttes fonctionne indépendamment de la luminosité ambiante. Il est facile à installer dans le montage expérimental puisqu'il suffit de pouvoir accéder à la burette d'un seul côté. Avec bague de protection en guise d'aide à la visée et pour limiter la radiation incidente de lumière.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 12 mm
- Longueur : 10 cm
- Connexion : connecteur DIN 6 broches

337 4681 | Compte-gouttes



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 034	Adaptateur timer
1	524 074*	Timer S

\* alternative



### Connecteur adaptateur oxygène S

Utilisé avec l'électrode à oxygène (667 458) et avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836), le connecteur adaptateur permet de mesurer la teneur en oxygène et la température dans les liquides et dans l'air.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
Concentration en oxygène : 0 .. 20 mg/l  
Saturation relative en oxygène : 0.. 200 %  
Température : 0.. 50 °C
- Connexion : connecteur DIN femelle
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0521

Connecteur adaptateur oxygène S



### Électrode à oxygène

L'électrode à oxygène selon Clark sert à mesurer la teneur en oxygène dans les liquides et dans l'air. Elle permet aussi de mesurer la température grâce à la sonde de température intégrée.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
Concentration en oxygène dans H<sub>2</sub>O : 0 ... 60 mg/l  
Température : 0 ... 45 °C
- Longueur du câble : 1,5 m (avec connecteur DIN 8 broches)
- Dimensions : 140 mm de long, 12 mm Ø

Matériel livré :

1 capuchon de rechange avec membrane pour l'électrode à O<sub>2</sub>  
1 ampoule de solution zéro  
50 ml de solution d'électrolyte pour l'électrode à O<sub>2</sub>

667 458

Électrode à oxygène

### Lot d'accessoires pour l'électrode à oxygène

Matériel livré :

5 têtes à membrane de rechange  
50 ml d'électrolyte  
6 ampoules à double pointes de solution zéro

667 451

Lot d'accessoires pour l'électrode à oxygène



### 0.1.2.3 Biologie

#### Connecteur adaptateur lux S

Permet de mesurer l'éclairement avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Suivant le capteur, il est possible de mesurer l'éclairement en lux ou l'irradiance en W/m<sup>2</sup> dans différentes gammes spectrales (ultraviolet UV-A, UV-B, UV-C, lumière visible Vis et infrarouge IR, IR-CO<sub>2</sub>).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
100/300 lx, 1/3/10/30/100 klx  
10/30/100/300/1000 W/m<sup>2</sup>
- Connexion : connecteur DIN femelle
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0511 | Connecteur adaptateur lux S



#### Capteurs pour le connecteur adaptateur lux S

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure
666 243	Capteur lux	400 ... 750 nm
666 244	Capteur UV-A	320 ... 400 nm
666 245	Capteur UV-B	280 ... 320 nm
666 246	Capteur UV-C	220 ... 280 nm
666 247	Capteur IR	750 ... 1700 nm
666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>	4100 ... 4300 nm



#### Adaptateur météorologie

Sert à mesurer l'humidité de l'air, la température, l'éclairement et la pression atmosphérique avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018). Le capteur de pression est intégré à l'adaptateur météorologie, pour les autres grandeurs mesurées, il faut des capteurs externes.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
Avec le capteur d'humidité (529 057) :  
humidité relative de l'air : 0 ... 100 %  
température : -40 ... + 80 °C  
Avec la sonde CTN (666 212) :  
température : -20 ... +120 °C  
Avec le capteur lux (666 243) :  
éclairage : 0 ... 200 klx  
Interne :  
pression atmosphérique : 400... 1600 hPa
- Embout : 5 mm Ø
- Connexion : connecteurs DIN femelles
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 057 | Adaptateur météorologie





## Capteurs pour l'adaptateur météorologie

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure
529 057	Capteur d'humidité	0 ... 100 % / -40 ... 80 °C
666 212	Sonde de température CTN, 3 mm	-20 ... 120 °C
666 2121	Sonde de température CTN, 3 mm, longue	-20 ... 120 °C
666 243	Capteur lux	0 lx ... 200 klx

### Capteur d'humidité S

Pour la mesure de l'humidité relative et de la température de l'air avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
Humidité relative de l'air : 0 ... 100%  
Température de l'air : -40 ... 80 °C

524 0572	Capteur d'humidité S
----------	----------------------

### Capteur de CO<sub>2</sub> S

Permet de mesurer la concentration en dioxyde de carbone dans l'air ou d'autres gaz, par ex. pour étudier la photosynthèse et la respiration avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou avec l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Convient aussi pour mesurer la qualité de l'air à l'intérieur de la salle de classe.

Caractéristiques techniques :

- Principe de mesure : physique, absorption infrarouge sélective par le CO<sub>2</sub>
- Gamme de mesure : 0 ... 10 %
- Haute résolution et grande précision pour une faible concentration de CO<sub>2</sub> (air ambiant, air expiré)
- En cas de concentrations importantes > 4 %, seules des estimations qualitatives sont possibles
- Diamètre extérieur : 16 mm par ex. pour raccord fileté GL 32/16

524 083	Capteur de CO <sub>2</sub> S
---------	------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles

### Capteur fréquence du pouls S

Pour mesurer la fréquence cardiaque à l'aide d'une cellule de mesure à infrarouge fixée au lobe de l'oreille ou au bout du doigt avec réglage automatique de la sensibilité à l'aide de CASSY. Chaque pulsation est signalée par une LED. Le capteur des pulsations est isolé galvaniquement de CASSY.

524 0471	Capteur fréquence du pouls S
----------	------------------------------

### Capteur résistance de la peau S

Pour mesurer la conductivité électrique de la peau avec CASSY et ainsi évaluer l'excitation émotionnelle (le stress) du sujet expérimental et les réactions stéréotypées au stress. Les électrodes se fixent au bout des doigts avec des bandes Velcro et sont isolées galvaniquement de CASSY.

524 0481	Capteur résistance de la peau S
----------	---------------------------------



## Capteur pression artérielle S

Pour la mesure de la pression artérielle selon la méthode oscillométrique avec le Sensor-CASSY (524 013) ou le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) sans stéthoscope ni microphone. Il s'agit ici de mesurer les variations de pression causées par les pulsations et transmises par le brassard gonflable et de saisir parallèlement la baisse de la pression dans ce dernier. Une alternative consiste à utiliser le capteur avec le Mobile-Cassy (524 009) pour une mesure selon la méthode auscultatoire de Korotkow qui repose sur l'auscultation de bruits artériels entendus au moyen d'un stéthoscope (complément nécessaire). L'instrument de mesure universel Biologie (531 837) assure la restitution sonore des variations de pression.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure de la pression : 375 mmHg (500 hPa)

524 0501	Capteur pression artérielle S
----------	-------------------------------



## Adaptateur ECG/EMG

Pour mesurer l'activité cardiaque (électrocardiogramme) ou l'activité d'un muscle (électromyogramme) avec le Sensor-CASSY ou le Pocket-CASSY. Les contractions musculaires sont saisies par des électrodes d'argent/de chlorure d'argent autocollantes. Dans le cas de l'électrocardiogramme, les trois relevés selon EINTHOVEN sont enregistrés simultanément. Les capteurs sont isolés galvaniquement de CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Longueur des câbles : 1 m, l'un (blindés)
- Dimensions : 92 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,3 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 049	Adaptateur ECG/EMG
1	529 492	Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30

524 049	Adaptateur ECG/EMG
---------	--------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 492	Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30
1	529 493*	Électrodes réutilisables pour ECG/EMG
1	662 112*	Gel conducteur pour électrode
1	662 113*	Spray désinfectant

\* alternative



## Connecteur adaptateur ECG/EMG S

Pour la mesure monocanal de l'activité électrique du cœur (ECG ou électrocardiogramme) ou des muscles (EMG ou électromyogramme) avec le Sensor-CASSY ou le Pocket-CASSY. Les contractions musculaires sont saisies par des électrodes d'argent/de chlorure d'argent autocollantes. Les capteurs sont isolés galvaniquement de CASSY. Se connecte à un marteau réflexe avec déclencheur (529 491).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0491	Connecteur adaptateur ECG/EMG S
1	529 492	Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30

524 0491	Connecteur adaptateur ECG/EMG S
----------	---------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 492	Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30
1	529 493*	Électrodes réutilisables pour ECG/EMG
1	662 112*	Gel conducteur pour électrode
1	662 113*	Spray désinfectant

\* alternative





### Marteau réflexe avec déclencheur

Sert à déclencher des réactions réflexes. Avec un capteur intégré pour le marquage du point de départ. S'utilise avec le connecteur adaptateur ECG/EMG S (524 0491).

529 491    Marteau réflexe avec déclencheur



### Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30

Électrodes autocollantes à usage unique pour les enregistrements d'électrocardiogrammes (étude de la fréquence cardiaque) et d'électromyogrammes (étude du réflexe myotatique).

Caractéristiques techniques :

- Contact en Ag/AgCl

529 492    Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30



### Électrodes réutilisables pour ECG/EMG

Électrodes pour l'adaptateur ECG/EMG (524 049) et le connecteur adaptateur ECG/EMG S (524 0491).

Matériel livré :

- 4 électrodes
- 4 sangles en caoutchouc

529 493    Électrodes réutilisables pour ECG/EMG

### Gel conducteur pour électrode

Améliore la conductivité de la peau pour enregistrer un ECG ou un EMG et mesurer la résistance cutanée. Tube de 250 g.

662 112    Gel conducteur pour électrode



### Adaptateur spiromètre

Sert à mesurer les débits inspiratoires et expiratoires par pneumotachographie et la capacité en une seconde ainsi qu'à relever la courbe débit-volume avec CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -14 ... 14 l/s
- Précision de mesure :  $\pm 2,5\%$

Matériel livré :

- 1 adaptateur spiromètre
- 1 raccord
- 30 filtres antibactériens
- 30 embouts buccaux

524 056    Adaptateur spiromètre

### Embout buccal pour le spiromètre, lot de 40

À utiliser sur le filtre antibactérien pour l'adaptateur spiromètre (524 056) ou pour les accessoires pour le spiromètre (662 383).

662 3812    Embout buccal pour le spiromètre, lot de 40

### Filtre antibactérien pour le spiromètre, lot de 30

S'intercale pour des raisons d'hygiène entre l'embout buccal et l'adaptateur spiromètre (524 056) ou complète les accessoires pour le spiromètre (662 383).

662 3813    Filtre antibactérien pour le spiromètre, lot de 30

## Accessoires pour le spiromètre

Utilisés avec l'adaptateur spiromètre (524 056), l'adaptateur O<sub>2</sub> (524 052) et l'électrode de mesure de l'oxygène (667 458), les accessoires servent à étudier la consommation d'oxygène.

Matériel livré :

- Valve inspiratoire/expiratoire à deux voies
- Tuyau
- Filtre antibactérien
- Embout buccal

662 383	Accessoires pour le spiromètre
---------	--------------------------------

## Connecteur adaptateur test des réactions S

Pour la mesure des temps de réaction à l'aide d'une commande à main ou à pied et pour la détermination de la vitesse de l'influx nerveux. Signalisation au choix par trois LEDs en couleur (commande à main) ou un signal sonore (commande à pied) ou par le biais du logiciel.

524 0461	Connecteur adaptateur test des réactions S
----------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	662 148	Commande à main
1	662 149	Commande à pied



## Commande à main

Pour la mesure du temps de réaction, avec 3 boutons de couleur différente ; se branche à l'adaptateur test des réactions (524 046) ou au connecteur adaptateur test des réactions S (5240461).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 65 x 50 x 25 mm
- Masse : 0,10 kg

662 148	Commande à main
---------	-----------------



## Commande à pied

Se branche à l'adaptateur test des réactions (524 0461) pour la détermination approximative de la vitesse de l'influx nerveux.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 110 mm x 65 mm x 60 mm
- Masse : 0,13 kg

662 149	Commande à pied
---------	-----------------





### Connecteur adaptateur seuil d'audition S

Pour étudier l'aptitude d'une personne à percevoir des sons, il est possible d'étudier la fréquence maximale audible et le seuil d'audition subordonné à la fréquence à l'aide de CASSY (524 013, 524 006, 524 018) ou de l'instrument de mesure universel Biologie (531 837).

Le connecteur adaptateur seuil d'audition S comprend un générateur de son de fréquence et d'amplitude réglables. Le signal est délivré à un raccord pour casque d'écoute. En cas d'utilisation du haut-parleur intégré de l'instrument de mesure universel Biologie, le connecteur adaptateur seuil d'audition S permet l'expérimentation avec des groupes importants.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 21 Hz - 29 834 Hz par demi-tons
- Volume : -64 ... 0 dB de niveau relatif, soit un niveau de pression acoustique d'env. -14 ... 50 dB suivant le casque d'écoute
- Raccordement du casque : prise stéréo de 3,5 mm
- Niveau maximal au casque d'écoute : 30 mV<sub>cc</sub>
- Taux de distorsion : <0,5 %
- Dimensions : 65 mm x 51 mm x 27 mm
- Masse : 43 g

524 085	Connecteur adaptateur seuil d'audition S
---------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 085	Casque audio



### Casque audio

Avec système d'écoute fermé pour isoler des bruits extérieurs ; s'utilise par ex. avec le connecteur adaptateur seuil d'audition S (524 085).

Caractéristiques techniques :

- Connexion : prise jack de 3,5 mm

529 085	Casque audio
---------	--------------



### Tête artificielle

Réplique de la tête humaine pour démontrer l'audition binaurale, c.-à-d. par les deux oreilles, et les différences de temps de propagation du son. Dotée de deux microphones dans les oreilles et d'un câble.

529 0591	Tête artificielle
----------	-------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013	Sensor-CASSY 2
2	524 059	Microphone S

## 0.1.3 Équipements et lots pour salle de classe

### Sensor-CASSY 2 Starter

Les entrées tension et courant étant déjà intégrées dans le Sensor-CASSY, les expériences suivantes sont ainsi réalisables sans aucun capteur supplémentaire :

- mesure de la tension et du courant
- loi d'Ohm
- oscillations électriques
- courbes caractéristiques
- circuit à courant alternatif
- puissance active

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 220	CASSY Lab 2

524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter
----------	------------------------



### Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter

Pocket-CASSY 2 Bluetooth avec capteur UIP S, logiciel CASSY Lab et dongle Bluetooth pour s'initier à l'acquisition de données avec CASSY (USB et Bluetooth). Le capteur UIP S présente une entrée tension et une entrée courant. Les expériences suivantes sont ainsi réalisables sans aucun capteur supplémentaire :

- mesure de la tension et du courant
- loi d'Ohm
- oscillations électriques
- courbes caractéristiques
- circuit à courant alternatif
- puissance active

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0031	Dongle Bluetooth
1	524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 220	CASSY Lab 2

524 018S	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter
----------	----------------------------------



### Capteurs pour la physique, équipement de base

Expériences réalisables en supplément avec le pack capteurs P1 :

- Mouvement uniformément accéléré
- Oscillations mécaniques et forces

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	337 462	Barrière lumineuse combinée
1	337 464	Roue à rayons combinée
1	501 16	Câble de connexion hexapolaire, 1,5 m
1	524 042	Capteur de forces $S_1$ , $\pm 50$ N
1	524 074	Timer S

524 010P1	Capteurs pour la physique, équipement de base
-----------	---

## Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter
1	524 018S*	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter

alternative

## Capteurs pour la physique, équipement complémentaire

Les pack capteurs 524010P1 et 524010P2 permettent à eux deux d'exécuter en supplément les expériences suivantes :

- chute libre
- mesure de taux
- distribution de Poisson
- loi de la distance, radioactivité et lumière
- vitesse du son
- analyse du son
- pression hydrostatique
- mesure de la température
- champ magnétique axial et tangentiel

## Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	337 46	Barrière lumineuse en U
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles
1	524 0331	Tube compteur GM S
1	524 0381	Sonde B combinée S
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 059	Microphone S
1	524 064	Capteur de pression S, $\pm 2\ 000$ hPa
1	529 034	Échelle g
1	586 281	Microphone universel pour PC
1	666 243	Capteur lux

524 010P2	Capteurs pour la physique, équipement complémentaire
-----------	--

## Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 010P1	Capteurs pour la physique, équipement de base
1	524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter
1	524 018S*	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter

\* alternative

## Lots pour salle de classe (quantité 4)

Livraison des capteurs dans un plateau de rangement.



N° de cat.	Désignation
524 006B4	Pocket-CASSY (4x)
524 009B4	Mobile-CASSY (4x)
524 0621B4	Capteur UIP S (4x)
524 074B4	Timer S (4x)
524 059B4	Microphone S (4x)
524 0673B4	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (4x)
524 044B4	Capteur de température S, CTN (4x)
524 042B4	Capteur de forces S, $\pm 50$ N (4x)
524 082B4	Capteur de rotation S (4x)
524 0672B4	Connecteur adaptateur pH S (4x)
524 0671B4	Connecteur adaptateur conductivité S (4x)

## Lots pour salle de classe (quantité 8)

Livraison des capteurs dans un plateau de rangement.

N° de cat.	Désignation
524 006B8	Pocket-CASSY (8x)
524 009B8	Mobile-CASSY (8x)
524 0621B8	Capteur UIP S (8x)
524 074B8	Timer S (8x)
524 059B8	Microphone S (8x)
524 0673B8	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (8x)
524 044B8	Capteur de température S, CTN (8x)
524 042B8	Capteur de forces S, $\pm 50$ N (8x)
524 082B8	Capteur de rotation S (8x)
524 0672B8	Connecteur adaptateur pH S (8x)
524 0671B8	Connecteur adaptateur conductivité S (8x)
528 11B8	Micro-CASSY Tension (8x)
528 12B8	Micro-CASSY Intensité du courant (8x)
528 15B8	Micro-CASSY Température (8x)
528 18B8	Micro-CASSY pH (8x)



## 0.1.4 Guide d'expérimentation

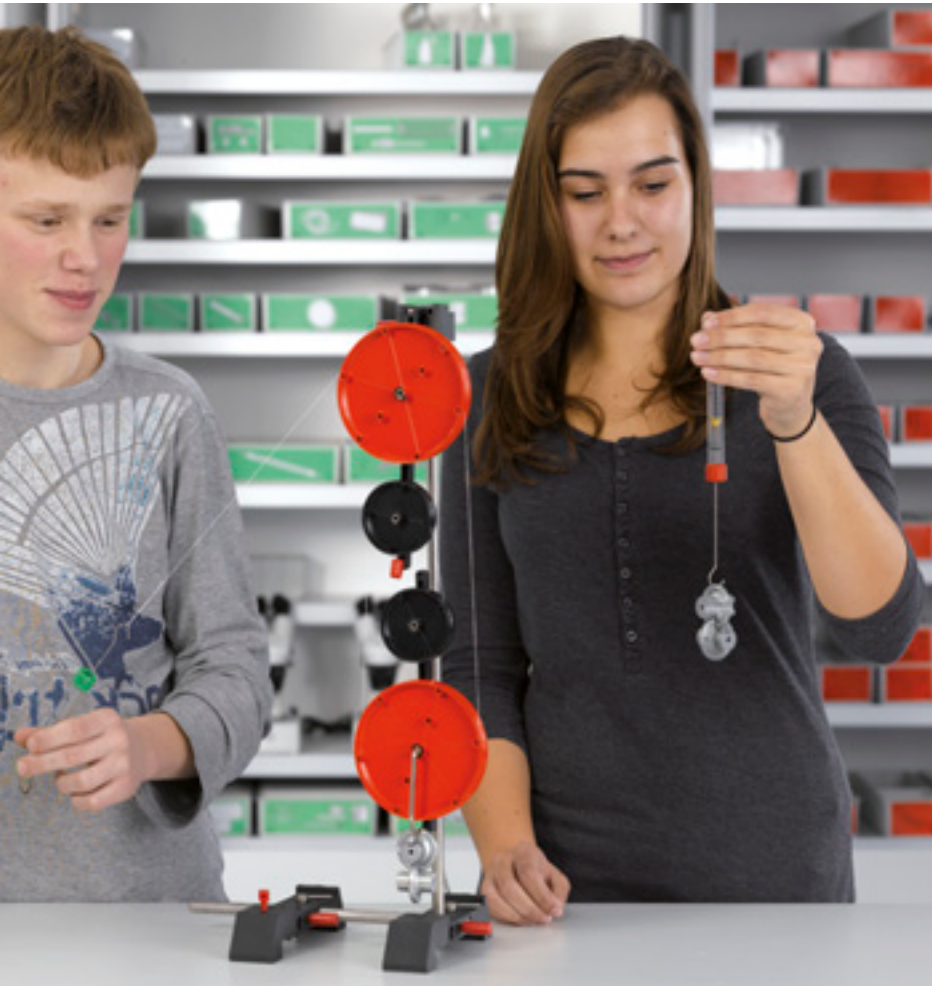
### LIT : Guide utilisateur CASSY Lab 2, français

Classeur avec une description exhaustive du logiciel CASSY Lab et des exemples d'expériences illustrés, en français

524 221FR	LIT : Guide utilisateur CASSY Lab 2, français
-----------	---



# TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES



LES SCIENCE  
KITS ADVANCED  
POUR LE LYCÉE

EN PHYSIQUE,  
CHIMIE  
ET BIOLOGIE

Le système de kits scientifiques permet la réalisation d'une très grande diversité d'expériences dans toutes les matières scientifiques.

Parfaitement adapté aux impératifs et aux besoins de l'enseignement, le concept modulaire permet la réalisation d'expériences de base dans le premier cycle du secondaire de même qu'une expérimentation plus poussée dans le deuxième cycle.





# UN MAXIMUM D'EXPÉRIENCES AVEC UN MINIMUM DE MATÉRIEL

- Utilisation simple
- Robustesse, stabilité et longévité
- Des collections combinables à volonté
- En parfaite adéquation avec les programmes d'enseignement
- Bref temps de préparation pour le personnel enseignant
- Mise à disposition de pièces détachées si nécessaire



## MONTAGE ET DÉMONTAGE RAPIDES ET SIMPLES



NOUS VOUS PROPOSONS DEUX VARIANTES DE RANGEMENT

- Plateaux lavables et empilables
- Rangement clair et faible encombrement
- Pas de perte de temps lors de la distribution et du rangement du matériel
- Contrôle rapide de l'intégralité du matériel avant et après les expériences grâce à des plateaux compartimentés
- Étiquettes avec photo du matériel sur chaque plateau



1.

Rangement par collection  
Chaque plateau comprend tout le matériel nécessaire à un groupe d'élèves pour réaliser l'expérience.

2.

Rangement par composants  
Les plateaux comprennent les composants nécessaires à plusieurs groupes d'élèves (en l'occurrence, 5).



# DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

- Fiches de travaux pratiques remaniées et actualisées sous forme de documents à photocopier !
- Mises à jour en ligne gratuites via le Document Center !

## La qualité LEYBOLD éprouvée :

- Des instructions faciles à comprendre pour les élèves
- Des informations détaillées avec les résultats des expériences pour l'enseignant
- Des feuilles de travail clairement structurées avec l'objectif expérimental, la préparation et la réalisation de l'expérience, l'exploitation des résultats

## La nouvelle documentation comprend :

1. Un classeur
2. Des feuilles de travail pour les élèves et l'enseignant, sur support papier
3. Des feuilles de travail portant sur les différents thèmes et disponibles sous forme de document PDF gravé sur CD.
4. Affichage et gestion de la documentation via le Document Center



Pour en savoir plus, contactez-nous !

PS 1.1.4.4

**Mechanik**  
Messmethoden / Körperigenschaften und Flüssigkeiten  
Kräfte auf Körper in Flüssigkeiten

Die Auftriebskraft in Abhängigkeit vom Körper-Volumen

Schülerblatt

**Aufgabe**  
Die Auftriebskraft verschiedener Körper bestimmen.

**Geräte**

2	Stativfüße
1	Stativlänge, 25 cm
1	Stativlänge, 50 cm
1	Muffenblock
1	Haltebügel
1	Kraftmesser, 1,5 N
3	Laststücke
1	Messzylinder
1	Kunststoffbecher
zusätzlich:	
	Wasser

**Aufbau**  
1 Stativ Aufbau gemäß Abb. 1

Abb. 1 Aufbau zur Bestimmung der Auftriebskraft

© by LD DIDACTIC GmbH · Laybolderstraße 1 · D-50254 Hürth · www.ld-didactic.com  
Tel: +49 2233 654-0 Fax: +49 2233 221 · E-Mail: info@ld-didactic.de Technische Änderungen vorbehalten



PS 1.2.2.1

**Auswertung**

Lehrerblatt

12 Die Verlängerungen beider Schraubenfedern als Funktion der Kraft graphisch darstellen. Dazu die Längen von den Papierstreifen direkt ins Diagramm übertragen.

Diagramm

13 Für die Verlängerung  $S$  einer Schraubenfeder durch die Kraft  $F$  gilt ein einfaches Gesetz (Hookesches Gesetz). Wie lautet es?  
Die Längenänderung  $S$  einer Schraubenfeder ist zur Kraft  $F$  proportional.

14 Die Kraft pro Verlängerung 1 cm der Schraubenfeder heißt Federkonstante  $D$ .  
a) In welcher Einheit wird  $D$  gemessen?  
 $\frac{\text{N}}{\text{cm}}$

b) Wie groß ist die Federkonstante  $D_1$  der Schraubenfeder (1) (1,5 cm Ø)? ► Diagramm  
 $D_1 = \frac{3 \text{ N}}{11,3 \text{ cm}} = 0,27$

Wie groß ist die Federkonstante  $D_2$  der Schraubenfeder (2) (2 cm Ø)? ► Diagramm  
 $D_2 = \frac{2 \text{ N}}{18,7 \text{ cm}} = 0,11$

15 Schraubenfedern werden zum Abfedern von Fahrzeugen benutzt. Wann ist die Federkonstante  $D$  größer, bei weicher oder bei harter Federung?  
Die Federkonstante  $D$  ist bei harter Federung größer

**Hinweise**  
Robert Hooke, engl. Physiker, 1635 bis 1703. Das Hookesche Gesetz gilt nicht mehr, wenn die Ausdehnung die 100% Proportionalitätsgrenze übersteigt. In anschließendem Bereich bis zur „Elastizitätsgrenze“ ist die Abhängigkeit von der Kraft komplizierter. Das Überschreiten der Elastizitätsgrenze führt zu Deformationen, die sich nicht von selbst zurückbilden.

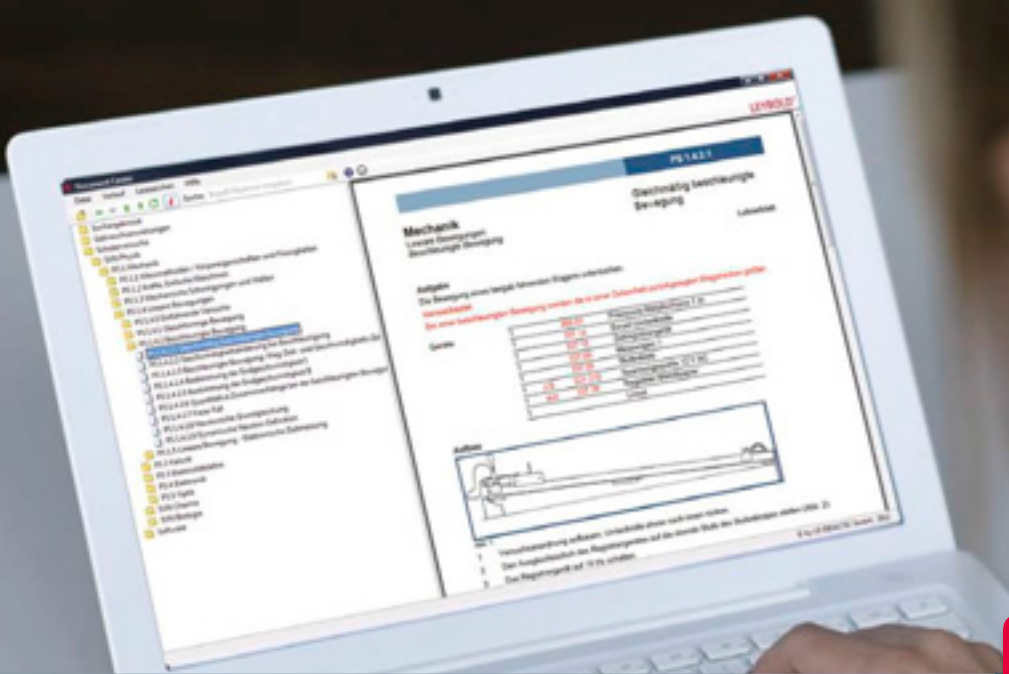
© by LD DIDACTIC GmbH · Laybolderstraße 1 · D-50254 Hürth · www.ld-didactic.com  
Tel: +49 2233 654-0 Fax: +49 2233 221 · E-Mail: info@ld-didactic.de Technische Änderungen vorbehalten

## Feuille de travail pour l'élève

- Sous forme numérique ou comme original à photocopier
- Description pas à pas facile à comprendre de la procédure expérimentale, avec schéma de montage
- Mises en garde, par ex. pour la manipulation des produits chimiques

## Feuille de travail pour l'enseignant

Informations d'accompagnement détaillées avec les résultats des expériences et les interprétations correspondantes



**NOUVEAU !**

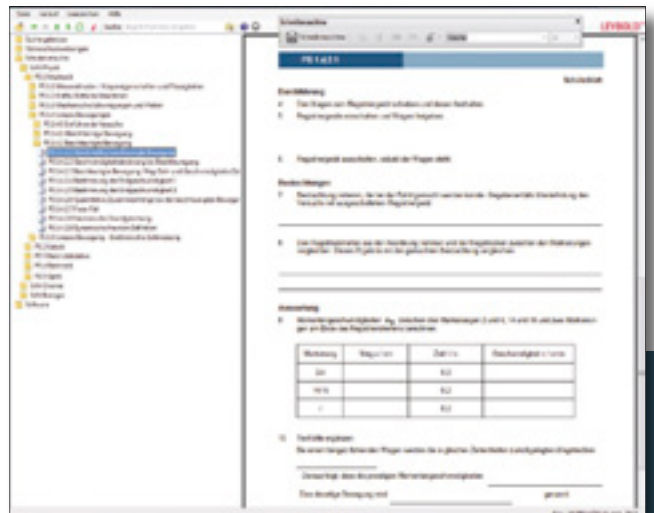
# DOCUMENT CENTER

## LA NOUVELLE BIBLIOTHÈQUE ÉLECTRONIQUE DE LEYBOLD

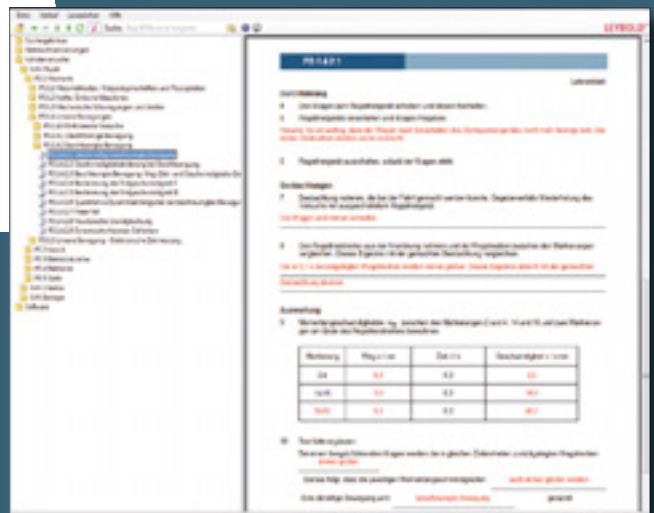
- garantit sous un même toit l'affichage structuré et la gestion de tous les documents techniques comme par ex. la documentation pour l'expérimentation avec les Science Kits, la description d'expériences de démonstration ou les modes d'emploi.
- offre une recherche grand confort par mot-clé ou numéro de catalogue qui permet de trouver rapidement l'information recherchée.
- assure également la gestion des différentes versions d'un document.
- fournit à tout moment des documents actuels grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

Le Document Center vous permet de bénéficier de l'accès numérique à tous les documents techniques que nous mettons à votre disposition sous la forme de packs documentation complets. Une fois installés, les documents s'actualisent, sur demande, automatiquement. Les packs documentation sont clairement visualisés dans une arborescence (table des matières) qui vous mène de façon structurée au document cible.

Par ailleurs, la fonction de recherche conviviale vous aide à trouver l'information recherchée. Outre des documents, les packs documentation peuvent aussi renfermer des exemples. C'est ainsi par ex. qu'il est possible en un seul clic de charger dans CASSY Lab des réglages et des exemples tirés d'une description d'expérience comprise dans un pack documentation.



Version pour l'élève

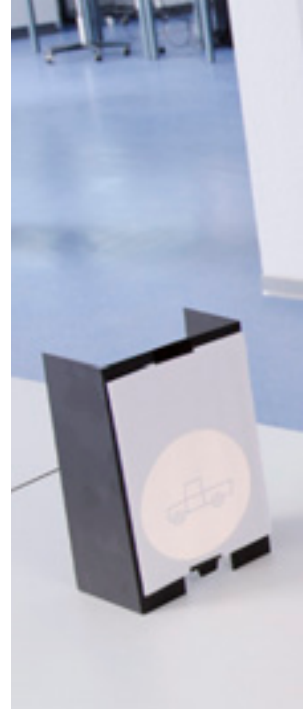


Version pour l'enseignant

Les packs documentation existent en version élève et en version enseignant. Les documents pour l'élève peuvent être remplis dans le Document Center et enregistrés ou imprimés sous forme de protocole de TP.

# SCIENCE KITS ADVANCED PHYSIQUE

GRAND CHOIX DE MONTAGES EXPÉRIMENTAUX



- Idéal pour la manipulation par l'élève : grande stabilité et excellente fonctionnalité
- Solutions d'interface appropriées pour la mesure assistée par ordinateur (voir aussi p. 22)
- Manuels pédagogiques avec possibilité pour les élèves d'inscrire leurs réponses. La conception modulaire permet à chacun d'approfondir les acquis à son rythme et en fonction de ses capacités.

Montages stables pour l'étude de la mécanique avec des pieds et des noix de fixation. L'équipement de base est réutilisé pour les travaux pratiques dans les domaines ondes, oscillations et chaleur. Les élèves n'ont pas besoin de réaliser un nouveau montage et ne perdent pas de temps.

*Expérience ci-contre : palan*



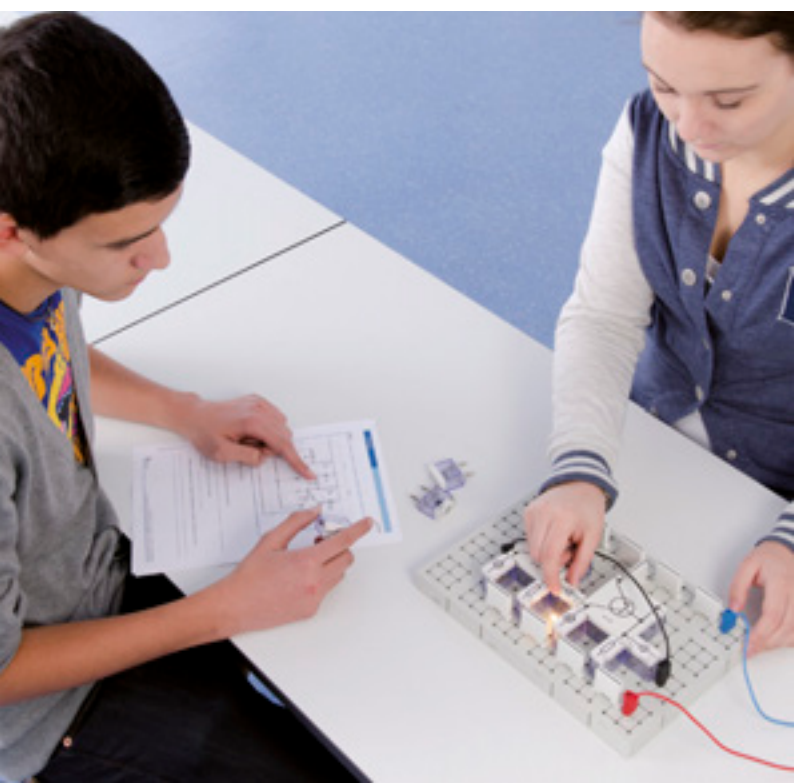
Des montages d'optique clairs sont réalisés sur un rail métallique stable en guise de banc d'optique. Les éléments optiques sont fixés dans les cavaliers faciles à déplacer et dont l'écartement peut être relevé avec précision sur l'échelle du banc d'optique.

Ces mêmes éléments peuvent aussi servir à réaliser les expériences sur l'optique ondulatoire.

*Expérience ci-contre : projecteur de diapositives*

Dans de nombreuses expériences, quel que soit le domaine, le Pocket-CASSY associé à un ordinateur peut être utilisé à la place des instruments de mesure classiques pour effectuer les mesures. Le logiciel CASSY Lab 2 bénéficie d'une interface utilisateur conviviale qui permet aux élèves une acquisition et une exploitation aisées des valeurs mesurées.

*Expérience ci-contre : mouvement accéléré avec un aimant de maintien et une barrière lumineuse*



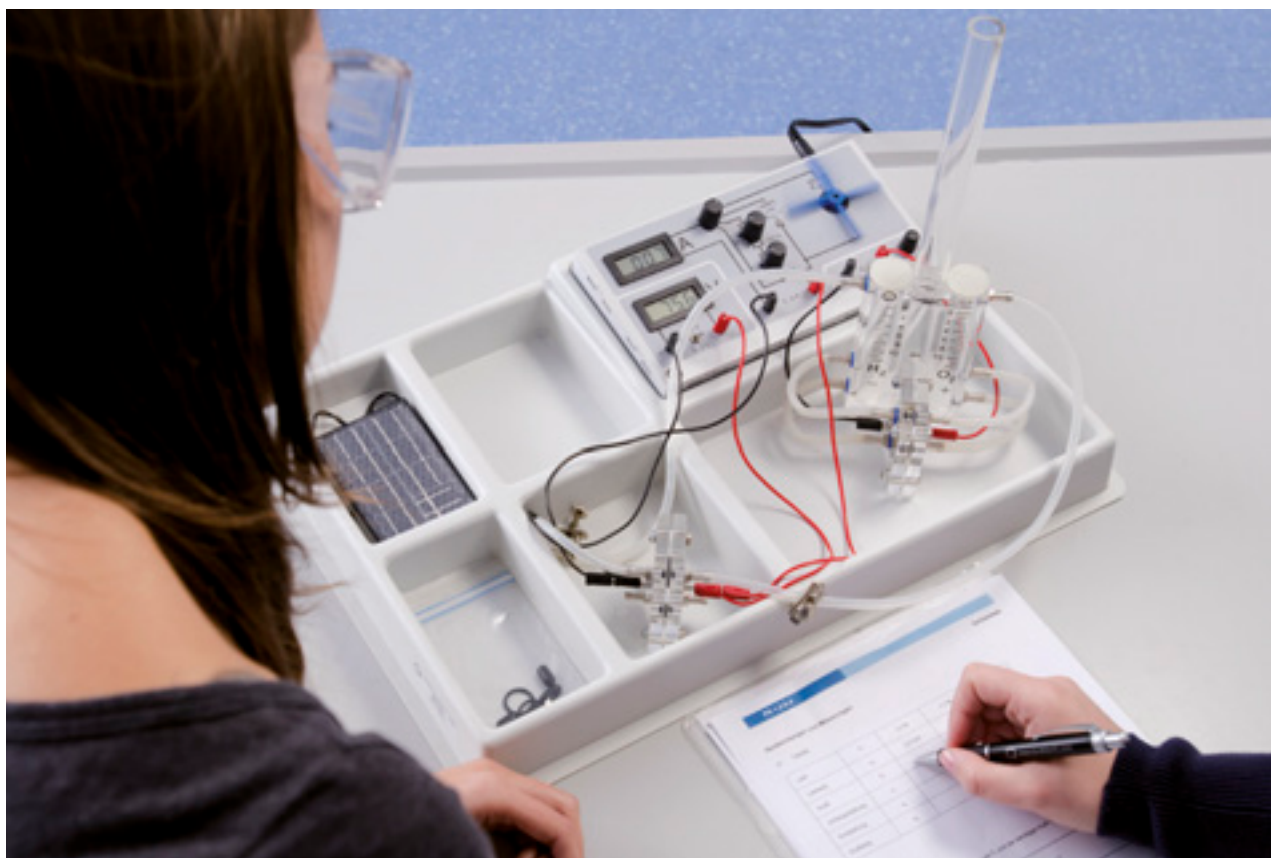
Une plaque à réseau permet de réaliser des montages clairs pour l'étude de l'électricité et de l'électronique avec une bonne qualité de contact par des fiches de 4 mm. La face avant est conçue pour des montages simples, la face arrière permet la réalisation de montages électroniques complexes.

*Expérience ci-contre : bascule astable (multivibrateur)*



# COMPLÉMENTS SCIENCE KITS ADVANCED

Les innovations technologiques sont très vite intégrées aux programmes scolaires et de formation. Nous adaptons continuellement notre système de kits scientifiques par des kits complémentaires.



## POSTE DE TRAVAIL PILE À COMBUSTIBLE

Le poste de travail Pile à combustible convient parfaitement pour les travaux pratiques dans l'enseignement secondaire et se distingue par sa facilité d'emploi et la simplicité du câblage.

Exemples d'expériences :

- Étude du principe de fonctionnement d'une cellule solaire, d'un électrolyseur et d'une pile à combustible
- Influence de l'éclairement et de l'angle d'orientation sur l'énergie produite
- Caractéristiques et rendement d'un électrolyseur et d'une pile à combustible



## POSTE DE TRAVAIL ÉLECTROCHIMIE

Le poste de travail Electrochimie se compose d'un plateau de travail également utilisable pour ranger le matériel. Il comprend deux supports de cellules en plastique résistant qu'il est possible d'assembler en intercalant un papier filtre en guise de diaphragme. Il suffit ensuite de les dissocier pour les nettoyer. Quatre éléments galvaniques peuvent être assemblés simultanément. L'équipement permet de réaliser des expériences sur les thématiques suivantes :

- Potentiels électrochimiques
- pH et potentiels d'oxydo-réduction
- Electrochimie appliquée

## KIT D'EXPÉRIMENTATION MAGNÉTISME – ÉLECTRICITÉ – ÉLECTRONIQUE

Le kit d'expérimentation permet plus de 40 expériences entre autres sur les thèmes de l'induction, du champ magnétique, des courbes caractéristiques et des circuits oscillants.



## KIT D'EXPÉRIMENTATION ÉNERGIE

Le thème de la conversion et du stockage de l'énergie peut être traité à l'aide d'expériences explicites, qualitatives et quantitatives. Le kit d'expérimentation convient parfaitement pour les expériences sur l'énergie éolienne et solaire.



# ACQUISITION PAR ORDINATEUR AVEC LES SCIENCES KITS

- Réalisation immédiate de tableaux et de graphiques
- Utilisation de l'outil informatique pour l'exploitation scientifique

POSSIBILITÉ DE  
MESURE SANS FIL

## LIEN ENTRE LE CAPTEUR ET L'ORDINATEUR (INTERFACE)

- Connexion de tous les capteurs à l'interface CASSY
- Connexion et alimentation de l'interface via le port USB de l'ordinateur

## POCKET-CASSY 2



## CASSY LAB 2



## LOGICIEL POUR LE TRAITEMENT ET L'EXPLOITATION DES MESURES



- Interface utilisateur conçue pour une utilisation par les élèves
- Avec de nombreux exemples d'expériences préparés
- Avec une fonction d'aide intuitive
- Reconnaissance automatique des capteurs branchés
- Mises à jour gratuites

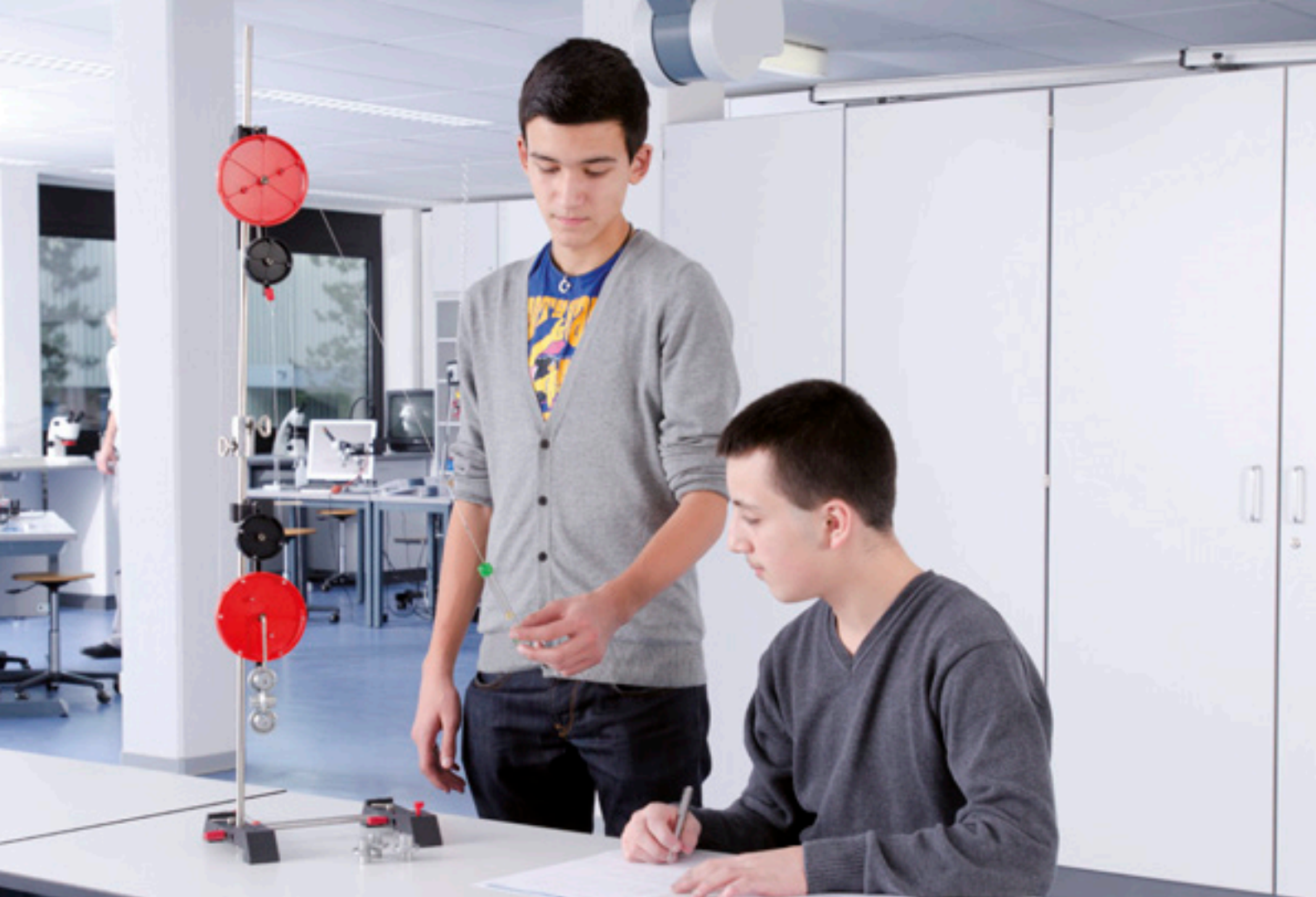
## À LA FOIS INTERFACE ET INSTRUMENT DE MESURE PORTABLE

- Permet de raccorder la plupart des capteurs de la famille CASSY
- Affichage simultané de plusieurs valeurs mesurées sur un écran
- Possibilité d'enregistrement des valeurs mesurées (collecteur de données)
- Connexion possible via le port USB pour une utilisation avec le logiciel CASSY Lab 2

## MOBILE-CASSY







# SCIENCE KITS ADVANCED PHYSIQUE

450  
EXPÉRIENCES

TOUR D'HORIZON DES DIFFÉRENTS THÈMES ET DOMAINES



























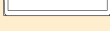






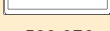
Près de 450 expériences permettent de maîtriser et de comprendre les bases et les fondements de la physique mais aussi d'acquérir des connaissances poussées dans les domaines mécanique, chaleur, électricité et optique ainsi que électronique, optique ondulatoire et radioactivité.

Le système permet notamment l'étude approfondie de thèmes comme les mouvements linéaires, les oscillations et les ondes mécaniques, les champs électriques, les moteurs, les générateurs ou encore la théorie des couleurs.











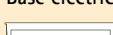




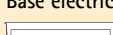
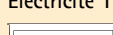



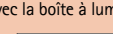

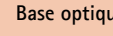
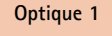

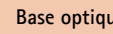
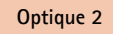

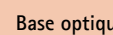
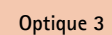

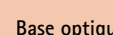
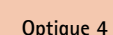

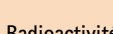


POUR EN SAVOIR PLUS, RENDEZ-VOUS  
SUR [WWW.LD-DIDACTIC.COM](http://WWW.LD-DIDACTIC.COM)



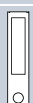

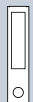


## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
1.1 Méthodes de mesure, propriétés des corps, liquides	 588 11 FR	Base 1  588 801	Base 2  588 802	Mécanique 1  588 811		
1.2 Forces, machines simples	 588 12 FR	Base 1  588 801		Mécanique 1  588 811		
1.3 Oscillations et ondes mécaniques	 588 13 FR	Base 1  588 801		Mécanique 1  588 811	Mécanique 2  588 812	
1.4 Mouvements linéaires	 588 14 FR					Mécanique 3  588 813
1.5/1.6 Mouvements linéaires et expériences sur les chocs – mesure élec- tronique du temps	 588 15 FR				Mécanique 4  588 814	Mécanique 5  588 815
2.1 Dilatation thermique, transfert de chaleur, énergie calorifique, états de la matière	 588 21 FR	Base 1  588 801	Base 2  588 802	Chaleur 1  588 831		
3.1 Électrostatique	 588 31 FR	Électrostatique 1  588 73				
3.2 Champs électriques	 588 32 FR	Électrostatique 1  588 73	Électrostatique 2  588 74			
3.3 Forces et champs magnétiques	 588 33 FR			Magnétisme 1  588 860		
3.4 Circuits électriques de base	 588 34 FR	Base électricité  588 871	Électricité 1  588 875			
3.5 Électromagnétisme et induction	 588 35 FR	Base électricité  588 871	Électricité 1  588 875	Électricité 2  588 876		

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
3.6 Moteurs et générateurs	 588 36 FR	Base électricité  588 871		Électricité 2  588 876	Électricité 3  588 877	
3.7 Électrochimie	 588 37 FR					Électrochimie 1  588 873
4.1 Circuits électroniques de base	 588 41 FR	Base électricité  588 871		Électricité 1  588 881		
4.2 Applications à transistor	 588 42 FR	Base électricité  588 871	Électricité 2  588 876	Électricité 1  588 881	Électricité 2  588 882	
4.3 Optoélectronique	 588 43 FR	Base électricité  588 871		Électricité 1  588 881	Électricité 2  588 882	Électricité 3  588 883
5.1 Optique géométrique avec la boîte à lumière	 588 51 FR					Optique géométrique avec la boîte à lumière  588 845
5.2 Optique géométrique sur le rail métallique de précision	 588 52 FR	Base optique  588 840	Optique 1  588 841			
5.3 Théorie des couleurs	 588 53 FR	Base optique  588 840		Optique 2  588 842		
5.4 Diffraction	 588 54 FR	Base optique  588 840			Optique 3  588 843	
5.5 Polarisation	 588 55 FR	Base optique  588 840				Optique 4  588 844
6.1 Radioactivité	 588 61 FR	Radioactivité 1  588 855				

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
1.1 Méthodes de mesure, propriétés des corps, liquides	 588 11 FR	Base 1  588 801	Base 2  588 802	Mécanique 1  588 811		
1.2 Forces, machines simples	 588 12 FR	Base 1  588 801		Mécanique 1  588 811		
1.3 Oscillations et ondes mécaniques	 588 13 FR	Base 1  588 801		Mécanique 1  588 811	Mécanique 2  588 812	



Palan



Collection n° de cat. 588 811



Balance



Plan incliné

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 1.1 Méthodes de mesure, propriétés des corps, liquides

#### Mesure de la longueur et du temps

Mesure de la longueur  
Mesure de la surface  
Détermination du volume de corps de forme régulière  
Détermination du volume de corps solides par déplacement de liquide  
Détermination du volume de corps gazeux  
Mesure du temps

#### Mesure de la masse et de la densité

Détermination de la masse  
Détermination de la densité de corps de forme régulière  
Détermination de la densité de corps de forme irrégulière  
Détermination de la densité de liquides  
Masse et poids

#### Pression dans les liquides

Vases communicants  
Pression hydrostatique  
Effet de la pression atmosphérique

#### Forces exercées sur des corps dans des liquides

Le poids d'un corps dans l'eau  
La force ascensionnelle en fonction de la profondeur d'immersion et de la masse du corps  
La force ascensionnelle en fonction de la densité du liquide  
La force ascensionnelle en fonction du volume du corps immergé  
Le principe d'Archimède  
Corps flottants et non flottants

#### Densité des liquides

Détermination de la masse volumique à partir du volume et de la masse  
L'aréomètre

#### Forces à la surface des liquides

Tension superficielle  
Capillarité

### 1.2 Forces, machines simples

#### Mécanique des solides

Types de frottement entre solides  
Frottement de glissement (quantitatif)  
Centre de gravité  
Stabilité

#### Déformation sous l'action d'une force

Allongement d'un ressort à boudin (loi de Hooke)  
Allongement d'un élastique  
Déviation d'un ressort à lame

#### Composition et décomposition de forces

Composition de forces parallèles de même sens ou de sens contraires  
Composition de forces concourantes  
Décomposition d'une force en ses composantes

#### Oscillations

Pendule simple  
Pendule à barre  
Pendule élastique  
Oscillation d'un ressort à lame

#### Leviers

Levier à deux bras  
Levier à deux bras soumis à plus de deux forces  
Balance à fléau  
Levier à un seul bras  
Treuil  
Transmission par courroie

#### Poulies et plan incliné

Poulie fixe  
Poulie mobile  
Élévateur avec deux poulies  
Palan 1 (ouvert)  
Palan 2 (compact)  
Plan incliné : forces  
Plan incliné : travail  
Conversion de l'énergie

### 1.3 Oscillations et ondes mécaniques

#### Pendule à oscillations harmoniques

Pendule simple  
Pendule à barre  
Pendule à ressort à boudin  
Pendule de torsion  
Pendule à ressort à lame

#### Influence du temps sur les oscillations d'un pendule

Amortissement des oscillations par frottement  
Exploitation des oscillations enregistrées d'un ressort à lame  
Diagramme distance-temps et vitesse-temps d'oscillations harmoniques

#### Oscillations forcées

Oscillations forcées de pendules  
Oscillations forcées d'un pendule à barre avec enregistrement de l'amplitude

#### Superposition des oscillations

Superposition linéaire d'oscillations, influences de l'amplitude, de la phase et de la fréquence  
Oscillations de pendules à barre couplés mécaniquement  
Oscillations de pendules à ressort à lame couplés magnétiquement avec enregistrement des oscillations

#### Formation d'ondes (simulateur d'ondes : scoponde)

Transport d'énergie dans les systèmes de pendules couplés  
Ondes stationnaires transversales et longitudinales avec une extrémité libre et une extrémité fixe






#### Ondes stationnaires

Fréquences des ondes stationnaires d'une corde  
Vitesse de phase des ondes d'une corde  
Vitesse de phase des ondes d'un ressort à boudin  
Ondes stationnaires d'un ressort à boudin  
Nœuds et ventres de vibrations en fonction de la fréquence d'excitation

#### Superposition des ondes d'une corde

Superposition des ondes d'une corde de même fréquence  
Superposition des ondes d'une corde avec faible différence de fréquence

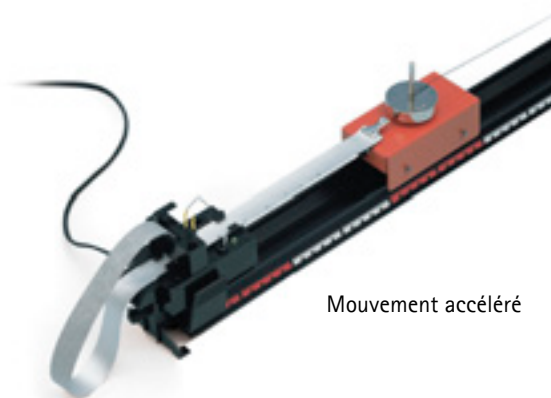
## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
1.4 Mouvements linéaires	 588 14 FR					Mécanique 3  588 813
1.5/1.6 Mouvements linéaires et expériences sur les chocs – mesure électronique du temps	 588 15 FR				Mécanique 4  588 814	Mécanique 5  588 815

### 1.4 Mouvements linéaires

Mouvement uniforme  
Vitesse momentanée  
Frottement  
Mouvement rectiligne uniforme  
Mouvement rectiligne uniforme : diagramme distance-temps et vitesse-temps

Mouvement accéléré  
Mouvement uniformément accéléré  
Variation de vitesse en cas d'accélération  
Mouvement accéléré : diagramme distance-temps et vitesse-temps  
Détermination de la vitesse finale I  
Détermination de la vitesse finale II  
Rapports quantitatifs avec le mouvement accéléré  
Chute libre  
Équation fondamentale de Newton  
Deuxième loi de Newton : principe fondamental de la dynamique



Mouvement accéléré

### 1.5/1.6 Mouvements linéaires et expériences sur les chocs – mesure électronique du temps

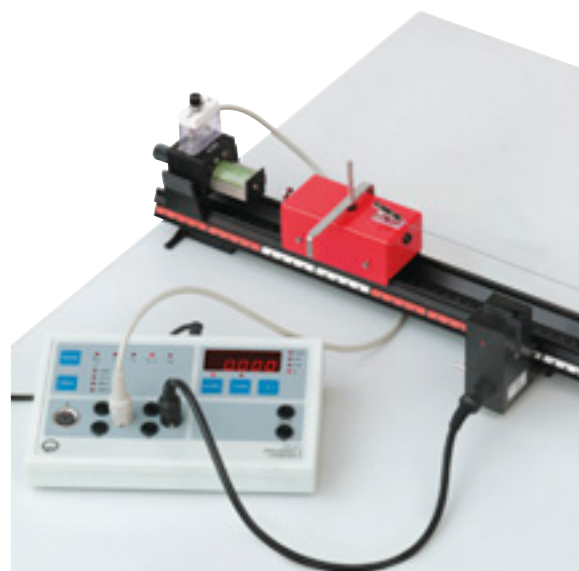
Mouvement uniforme  
Rapport entre la distance et le temps – deux barrières lumineuses\*  
Rapport entre la vitesse et le temps – deux barrières lumineuses\*  
Mouvement uniforme entre deux barrières lumineuses – Pocket-CASSY\*

Mouvement uniformément accéléré  
Rapport entre la distance et le temps – aimant de maintien et barrière lumineuse  
Rapport entre la distance et le temps – deux barrières lumineuses\*  
Vitesse moyenne – aimant de maintien et barrière lumineuse  
Vitesse moyenne – deux barrières lumineuses\*  
Vitesse momentanée – aimant de maintien et barrière lumineuse  
Vitesse momentanée – deux barrières lumineuses\*  
Mouvement uniformément accéléré entre l'aimant de maintien et la barrière lumineuse – Pocket-CASSY  
Mouvement uniformément accéléré avec la roue à rayons – Pocket-CASSY\*\*

Lois de Newton  
Rapport entre la force et l'accélération – aimant de maintien et barrière lumineuse  
Rapport entre la force et l'accélération – deux barrières lumineuses\*  
Rapport entre la masse et l'accélération – aimant de maintien et barrière lumineuse  
Rapport entre la masse et l'accélération – deux barrières lumineuses\*  
Rapport entre la force et l'accélération – Pocket-CASSY  
Rapport entre la masse et l'accélération – Pocket-CASSY





\* complément nécessaire : collection Mécanique 5 (588 815)  
\*\* complément nécessaire : roue à rayons combinée (337 464)

Expériences sur les chocs



Mouvement accéléré –  
mesure électronique du temps

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
2.1 Dilatation thermique, transfert de chaleur, énergie calorifique, états de la matière	 588 21 FR	Base 1  588 801	Base 2  588 802	Chaleur 1  588 831		

### 2.1 Dilatation thermique, transfert de chaleur, énergie calorifique, états de la matière

#### Dilatation thermique

Comportement de l'eau à haute température  
Étalonnage d'un thermomètre  
Dilatation linéaire d'un corps solides  
Comportement d'un bilame à haute température  
Échauffement de l'air (à pression constante)  
Échauffement de l'air (à volume constant)

#### Transfert de chaleur

Conduction de la chaleur dans les corps solides  
Transfert de chaleur dans les liquides  
Transfert de chaleur dans les gaz  
Variation de la température par rayonnement thermique

#### Isolation thermique

Refroidissement de l'eau

#### Capacités calorifiques

Échauffement de différentes quantités d'eau  
Échauffement de différents liquides  
Température de mélange  
Chaleur massique de l'eau  
Chaleur massique de corps solides  
Capacité thermique d'un calorimètre

#### États physiques de la matière et changements d'état

Évolution de la température à l'échauffement  
Chaleur latente de fusion de la glace  
Condensation de la vapeur d'eau  
Températures pour différents mélanges d'eau et de sel


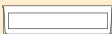







Collection Base n° de cat. 588 801



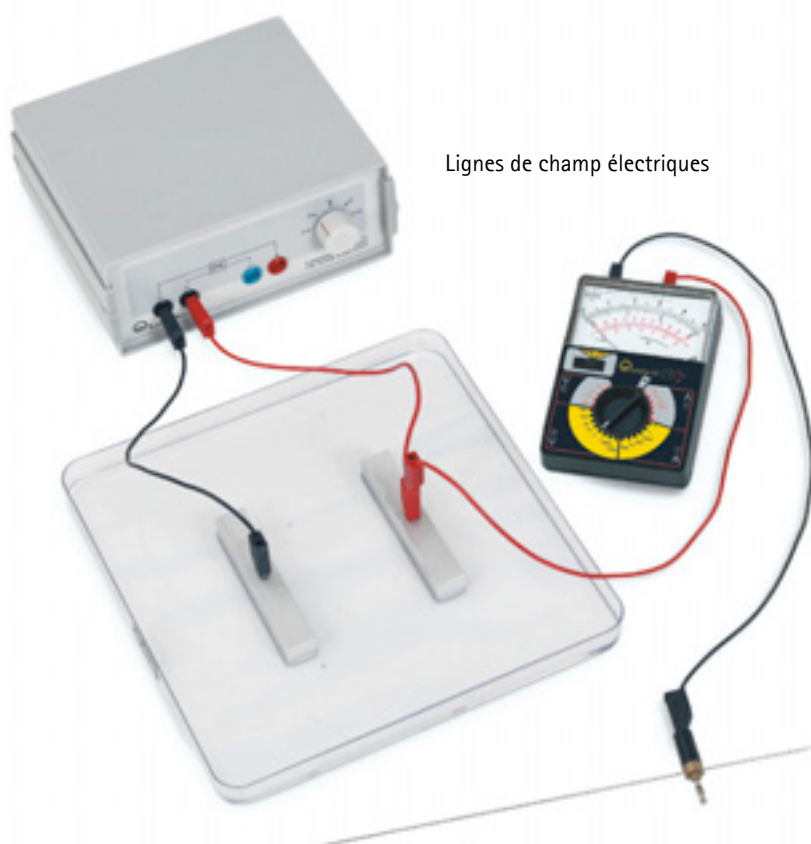
Dilatation linéaire

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

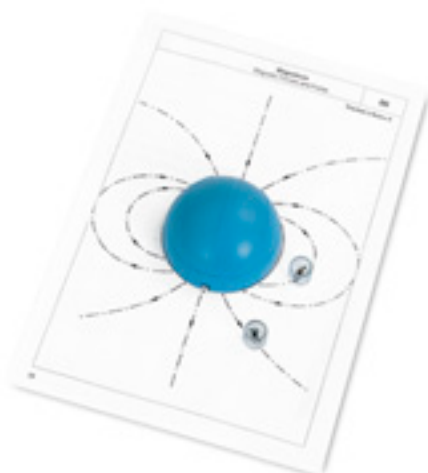
Thèmes	Documentation	Matériel requis				
3.1 Électrostatique	 588 31 FR	Électrostatique 1  588 73				
3.2 Champs électriques	 588 32 FR	Électrostatique 1  588 73	Électrostatique 2  588 74			
3.3 Forces et champs magnétiques	 588 33 FR			Magnétisme 1  588 860		



Électroscope avec cage de Faraday



Lignes de champ électriques



Lignes de champ magnétiques



## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 3.1 Électrostatique

#### Électrisation par contact

Mise en évidence avec une lampe à décharge des types de charge portés par des bâtonnets

Mise en évidence avec une lampe à décharge des types de charge portés par des feuilles et des plaques

Électrisation par contact entre un morceau de scotch et du métal

Électrisation par contact provoquée par le frottement

#### Interactions entre les charges

Interactions électrostatiques entre des bâtonnets chargés

Forces sur une paire de pendules chargés

Modèle d'électroscope

Mode de fonctionnement d'un électroscope

#### Influence électrique – action des charges sur des corps neutres

Phénomènes d'influence avec des conducteurs et des isolants

Charge électrostatique des cheveux

Interactions par influence

Phénomènes d'influence sur une aiguille

Influence électrique sur une paire de pendules

Influence électrique dans un jet d'eau

Influence électrique – action des charges sur un électroscope proche

Phénomènes d'influence sur l'électroscope chargé par des bâtonnets

Décharge de l'électroscope électrisé par influence

Phénomènes d'électrisation par influence de l'électroscope avec une feuille

#### Accumulateur de charge, cage de Faraday

Les corps conducteurs comme accumulateurs de charge

Localisation des charges sur la cage de Faraday

Mise en évidence des charges avec la cage de Faraday

Forces électrostatiques sur la cage de Faraday

#### Interactions électrostatiques

Interactions électrostatiques entre un bâtonnet et un pendule

Transfert de charge par un pendule

#### Isolants et conducteurs

Les charges sur des isolants

Mise en évidence de la conductivité avec une lampe à décharge

Mise en évidence de la conductivité avec l'électroscope

Influence d'une flamme sur des corps électrisés

Influence d'une flamme sur la charge de l'électroscope

Décharge par des pointes

### 3.2 Champs électriques

#### Charges électriques

Séparation de charges électriques (électrisation par contact, électrisation par frottement)

Répartition de la charge sur des corps chargés d'électricité statique

#### Champs électriques

Relevé de lignes équipotentielles

Influence électrique

Étude du champ sur la cage de Faraday

Transfert de charges électriques sur la cage de Faraday

#### Condensateurs

Variation de la tension lors de la charge d'une cage de Faraday à l'aide de gouttes d'eau

Capacité de condensateurs (détermination relative de la capacité)

Lois du condensateur à plaques

Capacité de corps par rapport à l'environnement

(sphères conductrices et autres corps)

#### Autres expériences sur le transfert des charges

Transfert de charge par des pendules

Transfert de charge par de mauvais conducteurs

### 3.3 Forces et champs magnétiques

#### Actions de la force magnétique

Substances magnétiques et non magnétiques

Position des pôles d'un aimant droit

Polarité des aimants

Influence magnétique

#### Aimantation

Désassemblage d'aimants

Assemblage d'aimants

#### Champs magnétiques

Représentation d'un champ magnétique avec de la limaille de fer

Spectre des lignes de champ d'un aimant droit














Expériences sur le champ magnétique terrestre

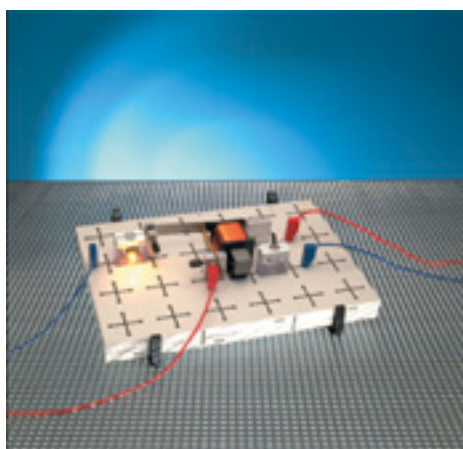
Spectre des lignes de champ d'un aimant en fer à cheval

Spectre des lignes de champ de pôles d'aimant qui s'attirent

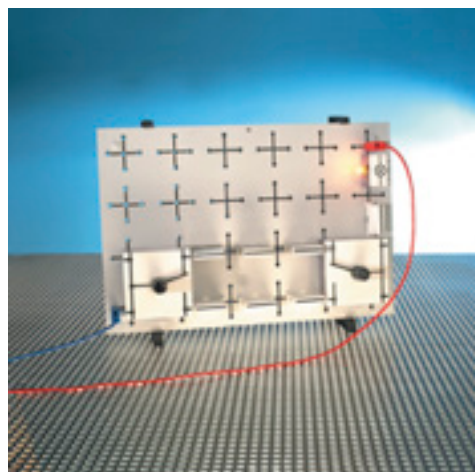
Spectre des lignes de champ de pôles d'aimant qui se repoussent

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
3.4 Circuits électriques de base	 588 34 FR	Base électricité  588 871	Électricité 1  588 875			
3.5 Électromagnétisme et induction	 588 35 FR	Base électricité  588 871	Électricité 1  588 875	Électricité 2  588 876		
3.6 Moteurs et générateurs	 588 36 FR	Base électricité  588 871		Électricité 2  588 876	Électricité 3  588 877	
3.7 Électrochimie	 588 37 FR					Électrochimie 1  588 873

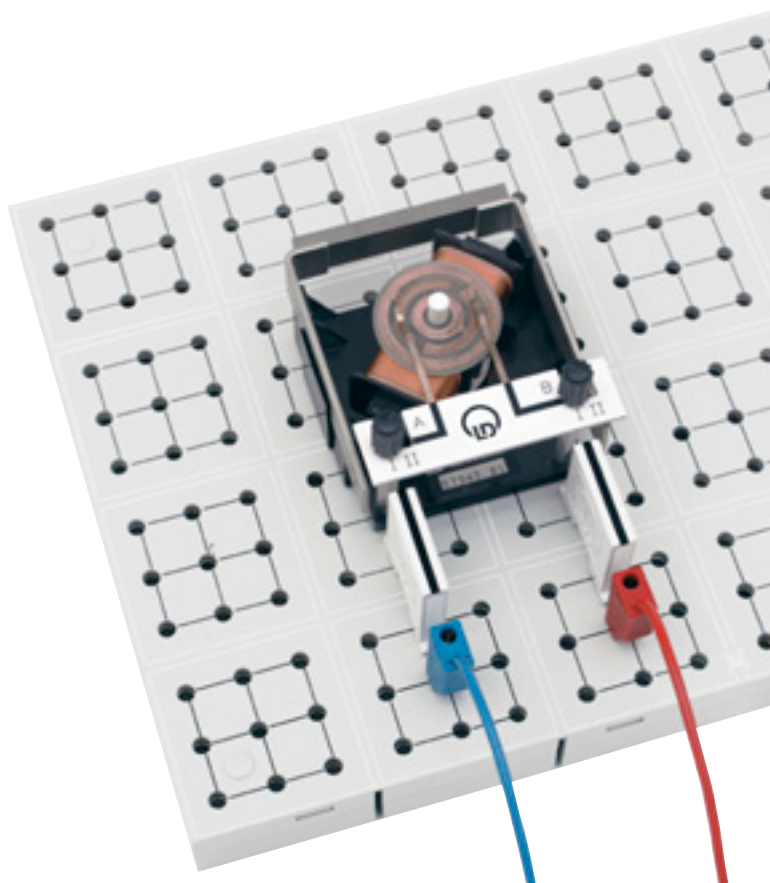


Relais



Circuit va-et-vient

Moteur à courant continu



## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 3.4 Circuits électriques de base

#### Circuit électrique et commutateurs

Le circuit électrique simple  
Conducteurs et isolants  
Commutation  
Circuit va-et-vient  
Circuit ET, circuit OU

#### Procédés de mesure électrique

Mesure du courant – intensité du courant dans un circuit électrique simple  
Mesure de la tension – tensions dans un circuit électrique simple

#### Résistance ohmique

Loi d'Ohm  
Influence du matériau, de la longueur et de la section d'un fil sur sa résistance

Répartition de la tension sur un fil traversé par un courant électrique (potentiomètre)  
Montage en série de résistances  
Montage en parallèle de résistances

#### Sources de tension

Montages en série et en parallèle de piles Mono  
Tension aux bornes et résistance interne d'une source de tension

#### Exemples d'application des circuits électriques

Échauffement propre et influence de la température de résistances bobinées  
Modèle de fusible  
Disjoncteur à bilame (modèle d'avertisseur d'incendie)  
Modèle de thermostat  
Puissance et travail du courant électrique

### 3.5 Électromagnétisme et induction

#### Électromagnétisme

Action magnétique du courant électrique  
Conducteurs traversés par un courant dans un champ magnétique  
Champ magnétique d'une bobine

#### Applications électromagnétiques

Électroaimant  
Modèle de disjoncteur magnétique  
Modèle d'instrument à fer doux  
Modèle de relais magnétique  
Modèle de ronfleur (sonnette)  
Modèle de haut-parleur

#### Induction

Induction électromagnétique avec aimant droit et bobine  
Induction électromagnétique avec deux bobines

#### Transformateur

Transformation de tension  
Transformation de courant

#### Applications techniques de l'induction

Inductance propre d'une bobine (modèle de bobine d'induction)  
Modèle de générateur de tension alternative  
Modèle de moteur à rotor aimanté (moteur synchrone)

#### Bobine et condensateur

Résistance au courant continu et alternatif d'une bobine I (expérience d'observation)  
Résistance au courant continu et alternatif d'une bobine II (expérience de mesure)  
Condensateur dans un circuit à courant continu\*  
Condensateur dans un circuit à courant alternatif  
\* complément nécessaire de la collection Électronique 1 (588 881) : 578 40 Condensateur STE 470  $\mu$ F

### 3.6 Moteurs et générateurs

#### Expériences fondamentales

Champ magnétique du stator  
Champ magnétique des rotors  
Comportement des rotors dans le champ magnétique du stator  
Induction électromagnétique avec aimant droit et bobine

#### Le générateur

Dynamo  
Générateur universel – principe de fonctionnement  
Générateur universel – caractéristiques de fonctionnement  
Alternateur de centrale électrique  
Générateur de CA/CC avec stator électromagnétique

#### Le moteur électrique

Moteur à courant continu – principe de fonctionnement  
Moteur à courant continu – puissance absorbée  
Moteur à courant continu avec stator électromagnétique  
Moteur universel shunt  
Moteur universel série – principe de fonctionnement  
Moteur universel série – puissance absorbée  
Moteur synchrone  
Moteur « électronique »

### 3.7 Electrochimie





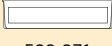
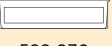
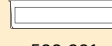
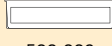


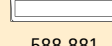


#### Expériences fondamentales

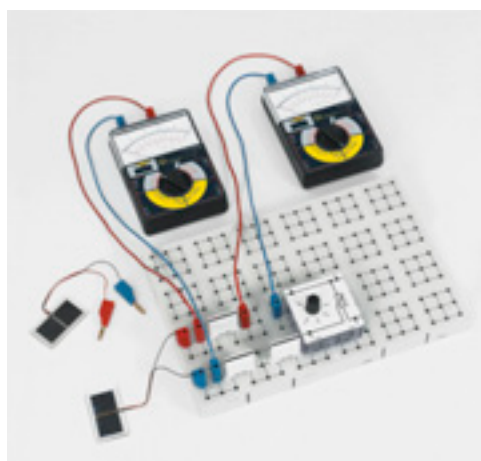
Conductivité de solutions aqueuses (électrolytes)  
Observation d'un liquide conducteur de courant (électrolyse)  
Rapport entre le courant et la tension dans un électrolyte  
Influence de l'écartement des électrodes sur la résistance d'un électrolyte

#### Galvanisation

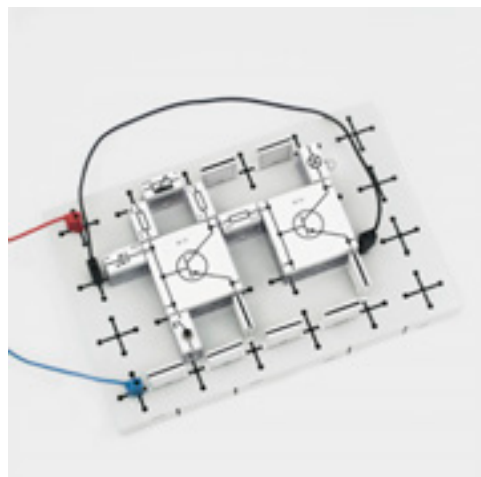
Cellules galvaniques

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
4.1 Circuits électroniques de base	 588 41 FR	Base électricité  588 871		Électronique 1  588 881		
4.2 Applications à transistor	 588 42 FR	Base électricité  588 871	Électricité 2  588 876	Électronique 1  588 881	Électronique 2  588 882	
4.3 Optoélectronique	 588 43 FR	Base électricité  588 871		Électronique 1  588 881	Électronique 2  588 882	Électronique 3  588 883

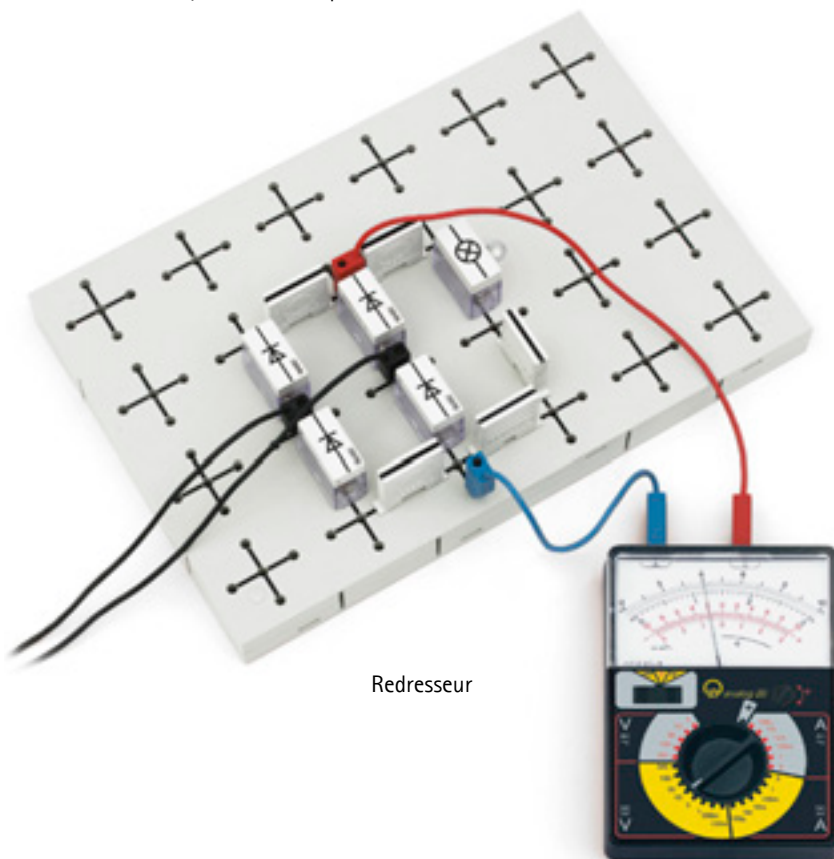


Caractéristique de cellules solaires



Minuterie

N.B. :  
les expériences simples du domaine électricité / électronique sont également réalisables avec le système de composants BST.



Redresseur

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 4.1 Circuits électroniques de base

Résistances spéciales  
Thermistance CTN  
Photorésistance LDR  
Relais commandé par la lumière

Diodes  
Caractéristique d'une diode  
Redressement simple alternance  
Redressement double alternance  
Mesure de la valeur de crête de la tension, doublage de la tension  
Diodes électroluminescentes (LED)  
Contrôleur de polarité avec diodes  
Montage en série de diodes  
Caractéristique d'une diode de Zener  
Protection contre les surtensions par une diode de Zener

Transistors  
Jonctions de transistors, circuit de contrôle avec diodes électroluminescentes  
Caractéristique de transfert d'un transistor  
Circuit à transistors I, commande de tension  
Division de la tension de base  
Circuit à transistors II, commande de courant  
Phototransistor I, barrière lumineuse  
Phototransistor II, interrupteur crépusculaire  
Temporisateur  
Contrôle du ronflement

### 4.2 Applications à transistor

Circuits à diode  
Suppression du point zéro avec une diode de Zener  
Protection contre les surtensions et l'inversion de polarité par des diodes  
Suppression de la tension induite avec une diode (diode de roue libre)  
Lissage de tensions continues pulsatoires avec des condensateurs  
Source de courant constant – charge de condensateurs avec un courant d'intensité constante  
Circuit stabilisateur de tension  
Régulation série de tension

Bascules et multivibrateur  
Expériences fondamentales sur les bascules  
Bascule bistable comme élément de mémoire  
Bascule monostable comme minuterie  
Bascule astable (multivibrateur astable)  
Génération de sons avec un multivibrateur astable (sirène deux tons, chant des oiseaux, indicateur sonore de luminosité)  
Mini-orgue I – gamme sur un trait de crayon  
Expérience supplémentaire : mini-orgue II – construction et accord d'un petit instrument à touches

Circuits d'amplification  
Amplification d'un choc de tension  
Amplificateur de microphone, à un étage – stabilisation du point de fonctionnement  
Amplificateur de microphone, à deux étages  
Récepteur d'ondes moyennes à un et à deux étages  
Expérience fondamentale sur l'amplification différentielle de la tension  
Indicateur sensible de luminosité avec amplificateur différentiel  
Détermination du gain en tension continue (amplification symétrique) d'un amplificateur différentiel  
Commutateur de contact, indicateur d'humidité et de niveau  
Facteurs d'amplification du courant

Rétroaction et oscillateurs  
Moteur « électronique »  
Réaction acoustique  
Oscillateur de Meissner  
Oscillateur de Hartley  
Oscillateur à déphasage  
Oscillateur à pont de Wien

### 4.3 Optoélectronique

Étude des fibres optiques  
Mise en évidence de la conduction de la lumière dans les fibres optiques  
L'atténuation dans la fibre optique  
Diodes électroluminescentes  
La diode électroluminescente dans le circuit électrique  
Comportement : passage de l'état bloqué à l'état conducteur  
Caractéristiques de diodes électroluminescentes

Photodiodes  
Circuit de base avec une photodiode

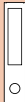







Cellules solaires  
Sens passant et sens bloquant d'une cellule solaire  
Résistance interne d'une cellule solaire  
Caractéristique de sortie et de puissance d'une cellule solaire  
Tension à vide d'une cellule solaire  
Intensité du courant de court-circuit d'une cellule solaire  
Montage en série de cellules solaires  
Montage en parallèle de cellules solaires  
Conversion de l'énergie lumineuse en mouvement

Phototransistors  
Phototransistor avec jonction de base – expériences fondamentales  
Phototransistor – circuit équivalent  
Gain en courant du phototransistor

Barrière lumineuse en U  
Barrière lumineuse en U avec transistor branché en aval

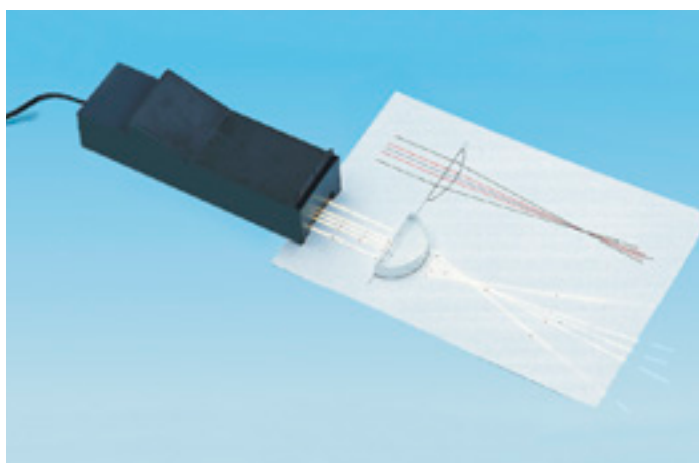
Émetteur et récepteur de lumière  
Transmission du son par fibre optique  
Transmission de la parole et de la musique par fibre optique

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis			
5.1 Optique géométrique avec la boîte à lumière	 588 51 FR				Optique géométrique avec la boîte à lumière  588 845
5.2 Optique géométrique sur le rail métallique de précision	 588 52 FR	Base optique  588 840	Optique 1  588 841		
5.3 Théorie des couleurs	 588 53 FR	Base optique  588 840		Optique 2  588 842	



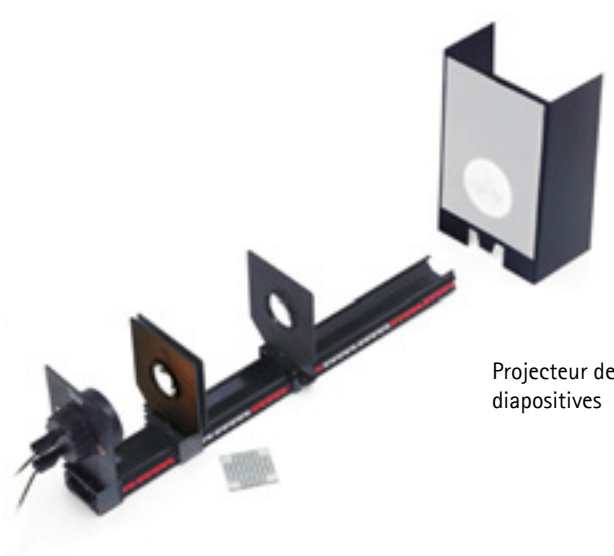
Mélange additif des couleurs



Marche des rayons à travers des lentilles



Collections Optique 588 840, 588 841, 588 842



Projecteur de diapositives

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 5.1 Optique géométrique avec la boîte à lumière

#### Expériences d'initiation à la lumière

La boîte à lumière  
Propagation de la lumière  
La lumière traverse-t-elle toutes les substances ?  
Ombres

#### Réflexion sur les miroirs

Réflexion sur le miroir plan  
Le reflet dans le miroir plan  
La marche des rayons avec un miroir concave  
Distance focale d'un miroir convexe

#### Réfraction

Réfraction de la lumière dans le cas d'un demi-cylindre I  
Réfraction de la lumière dans le cas d'un demi-cylindre II

#### Réflexion totale

Réfraction dans le cas d'une lame à faces planes et parallèles  
Réfraction dans différents fluides avec la cuvette rectangulaire  
Réfraction dans différents fluides avec la cuvette en demi-cercle  
Prisme déviateur  
Prisme inverseur  
Décomposition de la lumière blanche avec un prisme

#### Lentilles

Marche des rayons à travers une lentille convexe  
Rayons principaux et construction de l'image d'un objet par une lentille convexe  
Aberration sphérique des lentilles  
Marche des rayons à travers une lentille concave  
Rayons principaux et construction de l'image d'un objet par une lentille concave  
L'œil humain  
Les défauts de l'œil et leur correction

### 5.2 Optique géométrique sur le rail métallique de précision

#### Expériences d'initiation

Propagation de la lumière  
Ombres  
Sténopé (boîte étanche à la lumière percé d'un petit trou pour capturer les images)  
L'éclairement  
L'intensité lumineuse  
Collecteur de lumière

#### Lumière et ombre dans la nature

Jour et nuit  
Les saisons  
Les phases de la lune  
Éclipse lunaire et solaire

#### Réflexion sur les miroirs

Réflexion sur un miroir plan  
Lieux de formation de l'image sur un miroir plan  
Images réfléchies par un miroir plan  
Marche des rayons sur différents types de miroir  
Propriétés du miroir concave  
Distance focale du miroir convexe  
Relation de conjugaison pour un miroir concave  
Les images produites par un miroir concave  
Les images produites par un miroir convexe

#### Réfraction de la lumière

Réfraction de la lumière dans le cas d'un demi-cylindre I  
Réfraction de la lumière dans le cas d'un demi-cylindre II  
Réflexion totale  
Réfraction dans le cas d'une lame à faces planes et parallèles  
Réfraction dans différents fluides, cas de la cuvette rectangulaire et de la lame à faces planes et parallèles  
Réfraction dans différents fluides, cas de la cuvette en demi-cercle et du demi-cylindre  
Prisme déviateur  
Prisme inverseur

#### Décomposition et synthèse des couleurs

Décomposition de la lumière blanche par un prisme  
Remélange des couleurs spectrales par une lentille

#### Lentilles/Aberrations optiques

Marche des rayons à travers une lentille convexe  
Rayons principaux et construction de l'image d'un objet par une lentille convexe  
Images produites par la lentille convexe  
La formule de reproduction de l'image  
Détermination de la distance focale de la lentille convexe par autocollimation  
Marche des rayons à travers une lentille concave  
Marche des rayons dans le cas de combinaisons de lentilles  
Aberration sphérique des lentilles  
Distorsions en coussinet et en barillet

#### Combinaisons de lentilles

Distance focale de systèmes de lentilles

#### Instruments d'optique pour l'élargissement de l'angle de vision

Grossissement par une loupe  
Le microscope  
Variation du grossissement d'un microscope  
Modèles de longue-vue  
Grossissement d'une lunette hollandaise  
Grossissement d'une lunette astronomique

#### Les instruments d'optique et l'œil

L'appareil photographique  
La profondeur de champ de l'appareil photographique  
Le projecteur de diapositives  
L'œil humain  
Les défauts de l'œil et leur correction  
Illusions d'optique

### 5.3 Théorie des couleurs

#### Étude de la trajectoire de la lumière à travers un prisme

Trajectoire de la lumière à travers un prisme  
Trajectoire de la lumière à travers un prisme dans des positions différentes  
Déviation par le prisme  
Minimum et maximum de déviation

#### Couleurs spectrales

Décomposition de la lumière blanche  
Aberration chromatique dans le plan image  
Étude des couleurs spectrales

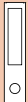





#### Spectres obtenus pour différentes fentes

Franges colorées le long des arêtes  
Spectres de Goethe

#### Synthèse des couleurs

Recomposition du spectre  
Lumières colorées et couleurs des objets  
Synthèse additive de deux lumières colorées  
Synthèse additive de trois lumières colorées  
Synthèse soustractive des couleurs

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
5.4 Diffraction	 588 54 FR	Base optique  588 840			Optique 3  588 843	
5.5 Polarisation	 588 55 FR	Base optique  588 840				Optique 4  588 844

### 5.4 Diffraction

Diffraction par des objets  
Diffraction par un demi-plan  
Diffraction par une fente  
Diffraction par une double fente  
Diffraction par des fentes multiples  
Diffraction par des réseaux  
Conditions de cohérence dans le cas de la lumière émise par une lampe

Diffraction par des écrans complémentaires (théorème de Babinet)  
Fente et trait (fil)  
Disques et ouvertures  
Réseaux croisés complémentaires

Pouvoir séparateur  
Pouvoir séparateur de l'œil

Interférométrie à deux ondes  
Expérience des miroirs de Fresnel  
Expérience du biprisme de Fresnel  
Expérience de la double fente de Young  
Anneaux de Newton

### 5.5 Polarisation

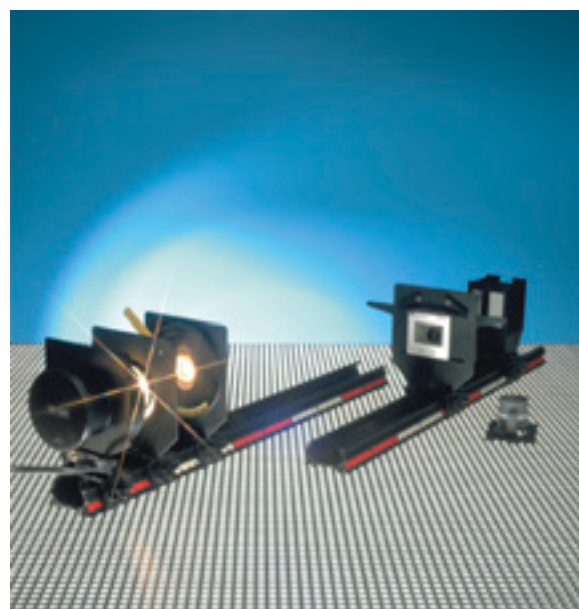
Filtres polarisants  
Utilisation de filtres polarisants (expériences d'initiation)  
Loi de Malus

Biréfringence photo-élastique (anisotropie optique)  
Polarisation chromatique  
Biréfringence de différents matériaux  
Biréfringence par les déformations subies par des corps en plexiglas (photo-élasticité)

Polarisation par réflexion et réfraction  
Polarisation par réflexion  
Polarisation par réfraction  
Loi de Brewster

Polarisation par dispersion  
Effet Tyndall dans une émulsion



Activité optique  
Polarimétrie (saccharimétrie) et dispersion rotatoire



Montages pour l'étude de l'interférence par diffraction



## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documentation	Matériel requis				
6.1 Radioactivité	 588 61 FR	Radioactivité 1  588 855				

### 6.1 Radioactivité

#### Étude du tube compteur Geiger-Müller

Mise en évidence du rayonnement radioactif avec un tube compteur Geiger-Müller  
Règles de sécurité pour la manipulation des matériaux radioactifs  
Nombre d'impulsions  $N$  et taux de comptage  $R$   
Le comportement du tube compteur Geiger-Müller sans source radioactive  
Étude de la radiotransparence de la fenêtre et de l'enceinte du tube compteur Geiger-Müller  
Taux de comptage en cas de blindage de la fenêtre  
Taux de comptage pour différentes tailles de la fenêtre  
Pertes de comptage avec un tube compteur

#### Étude de la préparation

Étude du faisceau de rayons émis par la préparation  
Étude de l'émission des rayons provenant de la préparation  
Étude du faisceau de rayons émis par la préparation derrière une plaque en aluminium  
Influence sur le taux de comptage de la distance entre la préparation et le tube compteur

#### Statistique de la désagrégation radioactive

Étude des variations survenant lors de la mesure du nombre d'impulsions  
Étude statistique à partir d'un petit nombre d'impulsions  
Étude statistique à partir d'un grand nombre d'impulsions  
Erreur absolue et relative d'une mesure isolée

#### Étude de différentes sources de rayonnements

Étude du sulfate de potassium  
Étude de la cendre de noix du Brésil

#### Étude de différents types de rayonnement

Distinction entre les rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  grâce à différents absorbants  
La portée du rayonnement  $\alpha$  dans l'air  
Influence d'un champ magnétique sur les rayonnements  $\beta$  et  $\gamma$

#### Étude du rayonnement $\beta$

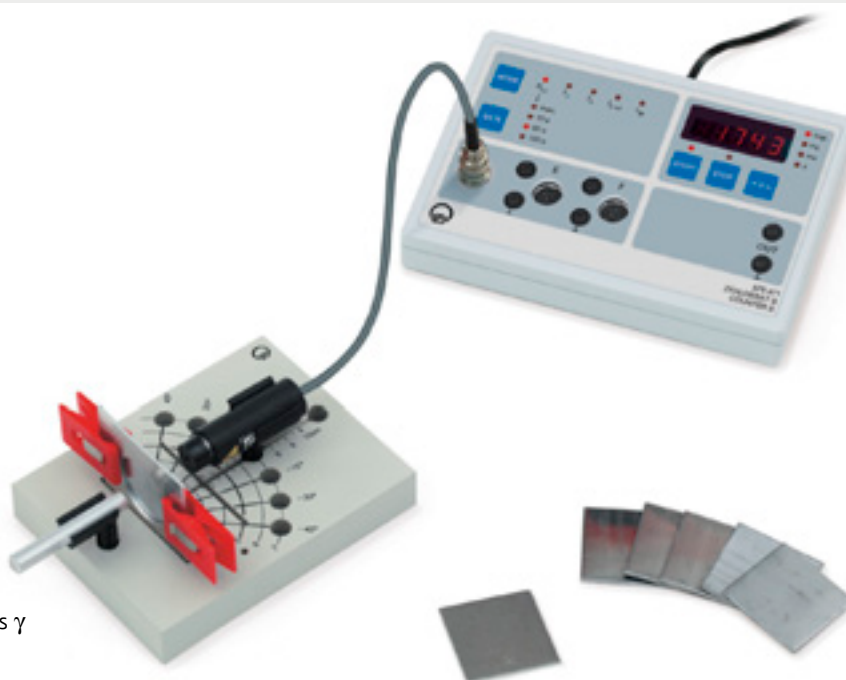
Absorption du rayonnement  $\beta$  par du papier  
Absorption du rayonnement  $\beta$  par de l'aluminium  
Diffusion du rayonnement  $\beta$  par une feuille de papier  
Rétrodiffusion des rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$  par différents matériaux

#### Blindage contre le rayonnement $\gamma$

Blindage contre le rayonnement  $\gamma$  par différents matériaux  
Couche de demi-atténuation du rayonnement  $\gamma$  passant à travers du plomb

#### Applications techniques du rayonnement radioactif

Contrôle du contenu d'un récipient par radioscopie  
Contrôle de niveau par radiographie  
Mise en évidence de cavités par radiographie  
Mesure de l'épaisseur à l'aide du rayonnement radioactif  
Mesure de l'épaisseur à l'aide du rayonnement radioactif (procédé radiologique)



Blindage contre les rayons  $\gamma$

## CONTENU DES COLLECTIONS



**BASE 1** 588 801

1 échelle double	340 82
1 pince universelle	666 555
1 tige, 25 cm	301 26
2 tiges, 50 cm	301 27
1 noix double	301 09
1 noix universelle	666 615
1 plaque métallique	de 686 50 ET5
3 crochets de suspension, enfichables	de 314 04 ET5
2 embases	301 21
2 blocs de noix	301 25
1 paire de curseurs	301 29
1 crayon universel	de 309 45 ET10
1 jeu de 6 masses marquées, 50 g	340 85
1 bloc en aluminium	362 32
1 mètre ruban	de 311 78 ET5
1 cordon	de 686 51 ET2



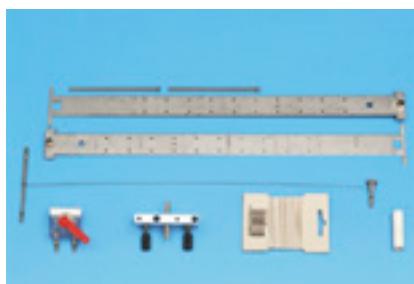
**BASE 2** 588 802

1 bécher, 250 ml	664 130
1 éprouvette graduée, 100 ml	de 590 08 ET2
1 bécher en polypropylène, 250 ml	664 123
1 manomètre à tube en U, non gradué	362 29
1 boîte ronde avec couvercle	de 686 53 ET5
1 raccord	665 226
1 mini-entonnoir	de 309 83 ET5
1 bouchon percé	667 2545
2 tubes à essais	de 664 042



**MÉCANIQUE 1** 588 811

1 pied à coulisse	311 53
1 tube en plastique, 25 cm	de 665 240 ET2
1 plan incliné S	341 221
1 ressort à lame	de 352 051 ET2
1 jeu de 2 poulies, d = 100 mm	340 921 ET2
1 jeu de 2 éléments de jonction pour poulies	340 930 ET2
1 jeu de 2 plateaux de balance avec étrier	342 47 ET2
1 dynamomètre, 1,5 N	314 01
1 dynamomètre, 3 N	314 02
1 ressort à boudin, 0,25 N/cm	de 352 08 ET2
1 ressort à boudin, 0,1 N/cm	de 352 07 ET2
1 jeu de masses marquées, de 1 à 50 g	590 27
1 levier avec index	340 831
1 jeu de 2 poulies, d = 50 mm	340 911 ET2
1 jeu de 10 élastiques	de 340 900
1 fiche de couplage	de 340 89 ET5
1 axe enfichable	de 340 811 ET2
1 crochet porte-charge	de 340 87 ET2
1 sonde manométrique	362 301
1 appareil pour l'étude de la capillarité	de 362 36 ET2
1 grenaille de plomb, 100 g	362 351
1 bouchon non percé	667 257



**MÉCANIQUE 2** 588 812

1 paire de pendules à barre avec axes	346 03
1 fil de torsion avec tige	346 02
1 fil Perlon	de 686 56 ET2
1 corde élastique	de 686 57 ET5
1 bloc de serrage	346 05
1 moteur STE avec levier oscillant	579 42



**MÉCANIQUE 3** 588 813

1 rail métallique de précision, 1 m	460 81
1 jeu de masses d'entraînement	337 04
1 masse additionnelle 1, 100 g	337 05
1 chariot de mesure 1, 85 g	337 00
1 enregistreur de temps	337 18
1 poulie de renvoi sur cavalier	337 14
1 cordon	de 686 51 ET2
1 bloc support à gradins	337 06



**MÉCANIQUE 4** 588 814

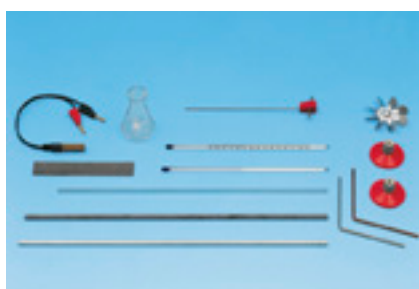
1 rail métallique de précision	460 81
1 chariot de mesure 1, 85 g	337 00
1 ressort et butée	337 03
1 cavalier, lamelle interruptrice, paire de pieds pour rails	de 337 466
1 barrière lumineuse combinée	337 462
1 câble de connexion hexapolaire	501 16
1 fil de pêche	de 309 48 ET2
1 poulie de renvoi sur cavalier	337 14
1 aimant de maintien pour rail	683 41
1 adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur	336 25
1 jeu de masses d'entraînement	337 04
1 masse marquée, 50 g	de 340 85
1 masse additionnelle 1, 100 g	337 05



**MÉCANIQUE 5** 588 815

1 chariot de mesure 1, 85 g	337 00
1 cavalier, lamelle interruptrice	de 337 466
1 barrière lumineuse combinée	337 462
1 câble de connexion hexapolaire	501 16
1 fiche rallonge	de 686 60 ET2
1 cavalier	de 460 95 ET5

## CONTENU DES COLLECTIONS



**CHALEUR 1** 588 831

1 thermoplongeur, 12 V/11 W	590 48
1 fiole d'Erlenmeyer, 50 ml	664 248
1 indicateur de dilatation linéaire	381 331
1 thermomètre agitateur, -30 à +110°	382 21
1 thermomètre agitateur non gradué	382 20
1 hélice	de 387 79 ET2
1 paire de sondes de rayonnement	384 531
1 jeu de 2 tiges thermoconductrices, Fe /CU	de 384 501 ET2
1 tube en aluminium, 44 cm	381 332
1 tube en fer, 44 cm	381 333
1 tube d'ascension, 40 cm	de 381 10 ET5
1 bilame	de 381 311 ET2



**MAGNÉTISME 1** 588 860

1 hémisphère pour le champ magnétique terrestre	de 510 56 ET2
1 jeu de 2 aimants droits	510 50 ET2
1 diffuseur de limaille de fer	de 514 72 ET5
1 limaille de fer dans flacon	514 73
1 boussole	510 55
1 jeu de 2 boussoles de traçage	510 53
1 jeu de 4 barres magnétisables	de 510 54 ET2
1 jeu de 2 jougs en fer	510 60



**ÉLECTROSTATIQUE 1** 588 73

1 jeu de diélectriques (1 plaque de polystyrène et 5 feuilles d'acétate)	544 25
1 lampe à décharge, forme linolite	de 505 41
1 paire de pinces en plastique	686 61 ET2
1 paire de pendules électrostatiques	686 62
1 plaque à influence, 40 x 80 mm	542 51
2 feuilles de polyéthylène	de 686 63
2 paires de bâtonnets de friction, verre acrylique/PVC	541 00
1 cage de Faraday, sur fiche de 4 mm	546 12
1 électroscope S	540 08



**ÉLECTROSTATIQUE 2** 588 74

1 cage de Faraday	546 12
1 condensateur à plaques avec entretoises	544 24
1 cuve électrolytique	545 09
1 jeu de 3 sphères conductrices, avec tige isolante	543 00
1 pince crocodile, dénudée	de 501 861
2 fiches de fixation, 4 mm	590 011
1 fiche de couplage	de 340 89 ET5
1 douille de raccordement, 4 mm	de 501 641
1 aiguille métallique	de 686 64 ET5
1 plaquette d'essai, 40 x 40 mm	542 52
1 plaque à influence, 40 x 80 mm	542 51
1 sphère creuse métallisée avec œillet et fil isolant	543 01



**ÉLECTROCHIMIE 1** 588 873

2 électrodes de cuivre en plaque, 76 x 40 mm	de 591 53
1 électrode de zinc en plaque, 76 x 40 mm	de 591 54
1 électrode de fer en plaque, 76 x 40 mm	de 591 55
1 cuve avec rainures	591 51



**BASE ÉLECTRICITÉ** 588 871

1 plaque à réseau A4	576 74
1 paire de supports pour plaques	576 77
1 jeu de 10 cavaliers	501 48
2 fiches de couplage	de 340 89 ET5
2 pinces crocodiles, dénudée	de 501 861
1 résistance 47 Ω STE	577 28
2 résistances 100 Ω STE	577 32
2 douilles à vis E10 STE	579 05
1 interrupteur à bascule STE	579 13
2 porte-piles Mono STE	576 86

## CONTENU DES COLLECTIONS



- ÉLECTRICITÉ 1** 588 875
- 2 commutateurs STE 582 81
  - 1 plaquette pour enroulement de fil 567 18
  - 1 jeu de conducteurs/isolants 567 06
  - 1 ressort à lame avec plaque de contact et bilame 579 332 ET
  - 2 supports enfichables 579 331



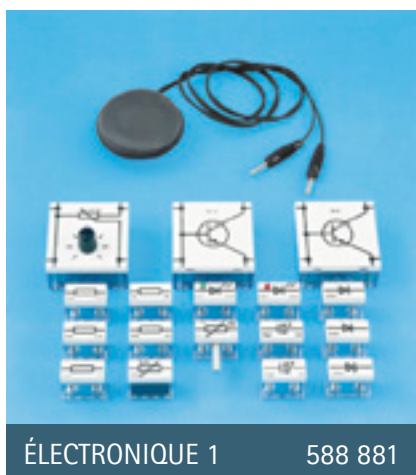
- ÉLECTRICITÉ 3** 588 877
- 1 stator STE avec pièces polaires 579 45
  - 1 rotor bobiné STE 579 46
  - 1 couronne porte-balais STE 579 47
  - 1 rotor aimanté STE 579 48



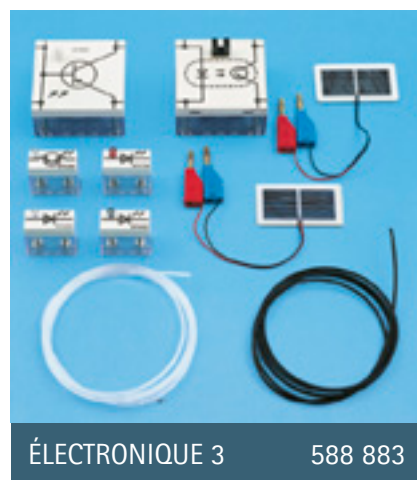
- ÉLECTRONIQUE 2** 588 882
- 1 segment de plaque à réseau 576 71
  - 1 jeu de 10 cavaliers 501 48
  - 1 microphone STE 579 271
  - 2 condensateurs 1  $\mu\text{F}$  STE 578 35
  - 1 condensateur 470  $\mu\text{F}$  STE 578 40
  - 1 circuit oscillant à ondes moyennes STE 578 961
  - 1 bouton-poussoir (contacteur) STE 579 10
  - 2 condensateurs 0,1  $\mu\text{F}$  STE 578 31
  - 1 condensateur 100  $\mu\text{F}$  STE 578 39
  - 1 diode AA 118, germanium, STE 578 50
  - 1 rhéostat 100 k $\Omega$  STE 577 83
  - 1 rhéostat 47 k $\Omega$  STE 577 82
  - 1 rhéostat 10 k $\Omega$  STE 577 80
  - 1 transistor BD 137 STE 578 67
  - 1 transistor BC 550 STE 578 69



- ÉLECTRICITÉ 2** 588 876
- 1 aimant droit de 510 50 ET2
  - 1 noyau de transformateur, décomposable 593 21
  - 1 bobine à 500 spires 590 83
  - 1 bobine à 1000 spires 590 84
  - 4 barres magnétisables de 510 54 ET2
  - 1 lampe à décharge, 110 V de 505 36 ET10
  - 1 support tournant pour aimant droit 510 51
  - 1 boussole de traçage de 510 53



- ÉLECTRONIQUE 1** 588 881
- 1 potentiomètre 220  $\Omega$  STE 577 90
  - 1 écouteur 579 29
  - 1 transistor BD 137 STE 578 67
  - 1 transistor BD 138 STE 578 68
  - 2 diodes 1 N4007 STE 578 51
  - 1 diode Zener ZPD 6,2 STE 578 55
  - 1 condensateur 100  $\mu\text{F}$  STE 578 39
  - 1 condensateur 470  $\mu\text{F}$  STE 578 40
  - 1 diode électroluminescente, LED 1 verte, STE 578 57
  - 1 diode électroluminescente, LED 2 rouge, STE 578 48
  - 1 thermistance CTN 2,2 k $\Omega$  STE 578 05
  - 1 photorésistance LDR 05 STE 578 02
  - 1 résistance 470  $\Omega$  STE 577 40
  - 1 résistance 1 k $\Omega$  STE 577 44
  - 1 résistance 4,7 k $\Omega$  STE 577 52
  - 1 résistance 10 k $\Omega$  STE 577 56
  - 1 résistance 47 k $\Omega$  STE 577 64



- ÉLECTRONIQUE 3** 588 883
- 1 phototransistor pour fibre optique STE 578 613
  - 1 barrière lumineuse en U STE 578 835
  - 2 cellules solaires 578 622
  - 1 paire de fibres optiques 579 44
  - 1 diode infrarouge pour fibre optique STE 578 487
  - 1 photodiode pour fibre optique STE 578 615
  - 1 phototransistor pour fibre optique STE 578 612
  - 1 diode électroluminescente pour fibre optique STE 578 483

## CONTENU DES COLLECTIONS



**BASE OPTIQUE** 588 840

1 jeu de 2 diaphragmes à fentes	461 62
1 mètre ruban, 1,5 m	de 311 78 ET5
1 table optique	459 15
1 fiche rallonge	de 686 60 ET2
1 jeu de 2 porte-bougies	459 31 ET2
1 jeu de 5 cavaliers	460 95 ET5
1 lentille A, f = 50 mm	459 60
1 lentille B, f = 100 mm	459 62
1 lentille H, f = 300 mm	459 64
1 lampe halogène, 12 V/20 W	459 032
1 support pour diaphragmes et diapositives	459 33
1* rail métallique de précision, 50 cm	460 82

\* complément nécessaire pour le rangement par composants.



**OPTIQUE 1** 588 841

1 jeu de 12 diapositives « illusions optiques »	461 68
1 jeu de 4 diaphragmes différents	461 63
1 cuve rectangulaire	de 459 51 ET2
1 cuve semi-circulaire	de 459 52 ET2
1 modèle de lentille plan-convexe	de 459 48 ET2
1 modèle de lentille plan-concave	de 459 50 ET2
1 prisme à angle droit	de 459 46 ET2
1 modèle Terre-Lune	459 39
1 corps trapézoïdal	de 459 44 ET2
1 miroir plan	de 459 38 ET2
1 demi-cylindre	de 459 45 ET2
1 miroir convexe-concave	459 71
1 porte-plaque	459 30
1 écran transparent	459 24
1 lentille E, f = -100 mm	459 68
1 modèle de miroirs combinés	459 41
1 jeu de 2 diapositives	461 66
1 jeu de 4 diaphragmes circulaires	461 64



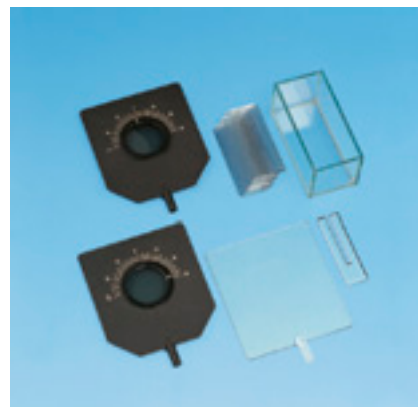
**OPTIQUE 2** 588 842

1 source lumineuse à trois ampoules	459 046
1 filtre à trois couleurs, rouge/vert/bleu	467 97
1 jeu de filtres colorés, rouge/vert/bleu	467 95
1 jeu de filtres colorés, magenta/cyan/jaune	467 96
1 prisme en verre synthétique	465 20



**OPTIQUE 3** 588 843

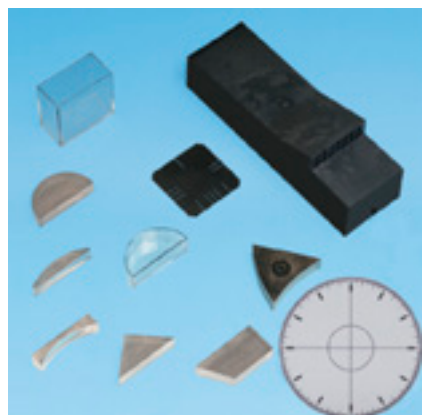
1 boîte de rangement	de 442 89 ET2
1 diaphragme à 3 fentes simples	469 91
1 diaphragme à 3 fentes doubles	469 84
1 diaphragme à 4 fentes doubles	469 85
1 diaphragme à 5 fentes multiples	469 86
1 diaphragme à 3 réseaux	469 87
1 diaphragme à 2 réseaux croisés	469 88
1 diaphragme à 3 paires d'ouvertures circulaires et disques	469 89
1 diaphragme avec fente et trait	469 90
1 filtre coloré, rouge	de 467 95
1 rail métallique de précision, 50 cm	460 82
1 boîtier à miroir	459 17
1 loupe de mesure	459 19
1 fente réglable	471 71



**OPTIQUE 4** 588 844

2 filtres polarisants	472 38
1 jeu de lames porte-objet	662 093
1 cuve en verre	477 02
1 élément photo-élastique	471 94
1 écran en verre acrylique	459 23

## CONTENU DES COLLECTIONS



**OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE  
(BOÎTE À LUMIÈRE)**

588 845

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| 1 cuve rectangulaire                  | de 459 51 ET2 |
| 1 boîte à lumière, halogène 12 V/20 W | 459 092       |
| 1 modèle de miroirs combinés          | 459 41        |
| 1 corps trapézoïdal                   | de 459 44 ET2 |
| 1 cuve semi-circulaire                | de 459 52 ET2 |
| 1 prisme à angle droit                | de 459 46 ET2 |
| 1 modèle de lentille plan-concave     | de 459 50 ET2 |
| 1 modèle de lentille plan-convexe     | de 459 48 ET2 |
| 1 demi-cylindre                       | de 459 45 ET2 |
| 1 disque avec échelle angulaire       | 459 40        |



**BOÎTE À LUMIÈRE**

588 846\*

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 1 boîte à lumière, halogène 12 V/20 W | 459 092 |
| 1 disque avec échelle angulaire       | 459 40  |

\* complément pour Optique 1 (588 841)



**RADIOACTIVITÉ 1**

588 855

- 1 support pour tube-compteur
- 1 support pour préparation
- 1 magasin pour diapositives avec plaques absorbantes avec ou sans ouverture ; dimensions 50 x 50 mm
- 8 plaques en plomb
- 3 diaphragmes en plomb
- 4 plaques en aluminium
- 2 plaques en acier
- 1 plaque en étain
- 2 plaques en plastique
- 1 plaque en plomb laquée avec différentes épaisseurs de laque
- 1 plaque en plomb recouverte
- 1 feuille d'acétate 300 x 300 mm
- 1 plaque d'expérimentation RAD
- 3 pinces
- 2 aimants circulaires dans monture
- 1 tube en plastique de 150 mm de long
- 1 cadre en aluminium, 70 x 70 mm
- 2 ballons de baudruche
- 1 boîte de cendres de noix du Brésil
- 1 flacon de sulfate de potassium, 50 g
- 2 plaques d'appui
- 1 flacon de grenaille de plomb, 100 g
- 1 jeu de 10 sacs en plastique
- 1 préparation radioactive factice
- 2 goupilles de fixation pour aimant de 80 mm de long
- 2 supports pour tubes



Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Physique pour le rangement par collection (588 990). Se compose de 17 étiquettes.



Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Physique pour le rangement par composants (588 991). Se compose de 66 étiquettes pour 5 groupes.

### ACCESSOIRES ET CONSOMMABLES

Désignation	Thèmes N° de cat.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	6.1	Au minimum	
Balance monoplateau	315 07	1*					1*																	1	
Balance électronique	315 233	1*					1*																		1
Chronomètre	313 07	1	1	1			1				1	1			1										1
Ciseaux	667 017	1	1				1				1	1													1
Colorant	309 42	1					1																		1
Vase à trop-plein	362 04	(1)																							(1)
Stylet	683 26			(1)																					(1)
Pinces crocodile de	501 861			(1)									2												2
Paire d'aimants	510 48			(1)																					(1)
Roue à rayons	337 464					1																			1
Adaptateur	337 465					1																			1
Source de chaleur, par ex. : Bec Bunsen avec tuyau Colliers de serrage Brûleur (butane) avec cartouches de gaz Toile calorifuge Anneau support	666 695 666 729 667 184 666 714 666 715 666 685 302 68						1*		1*																1 1 1 1 1 1 1
Lampe de poche Bougie de	450 651 459 32										1					1			2						1 2
Rail métallique 0,5 m	460 82																		1**	1**		1**	1**		1**
Miroirs de Fresnel Plaque et lentille pour anneaux de Newton Biprisme de Fresnel	471 04 471 08 471 09																				(1)	(1)			(1) (1) (1)
Pile Mono de Adaptateur secteur	685 48 ET5 562 791										2				1	2		1*	1*	1*	1*	1*			2
Poulie de Axe enfichable de Élastiques de	340 921 ET2 340 811 ET2 340 900					2					1 1 1														
Transformateur 6 V/12 V, 30 W Alimentation TBT 3/6/9/12 V Alimentation CA/CC 0...12 V Alimentation CA/CC 0...12 V/3 A Alimentation 450 V	521 210 521 231 521 49 521 485 522 27	(1)* 1* (1)* 1* (1)* 1* (1)* 1*					1* 1* 1* 1*			1	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*	1* 1* 1* 1*		1 1 1 1
Générateur de fonctions	522 621	1									1				1										1
Multimètre LD-analog 20 Galvanomètre	531 120 531 67							1			2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)									2 (1)
Amplificateur électromètre Condensateur 1 nF STE Condensateur 10 nF STE Tige de raccordement	532 14 578 25 578 10 532 16						1 1 1 1																		1 1 1 1
Jeu de 10 câbles	501 533			1				2			1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		2
Fiche de fixation Fil double Amplificateur d'antenne Haut-parleur avec transducteur Relais STE Micromoteur	590 011 501 471 578 99 579 28 579 21 579 37							1			2				2 (1) (1) (1)										4 (1) (1) (1) (1)
Ampoules E 10 : 2,5 V / 0,25 W de 4 V / 0,16 W de 12 V / 3 W de 3,7 V / 1,1 W de 6 V / 5 W de	505 11 505 07 505 08 505 06 505 131										2 1 2	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 2 2	1 1 1									2 2 2 1 1
Fil résistif : constantan 0,35 mm chrome-nickel 0,25 mm chrome-nickel 0,35 mm fer 0,20 mm	550 42 550 46 550 47 550 51										1 1 1 1	1 1 1 1													1 1 1 1
Tube compteur à fenêtre Compteur Pocket-CASSY CASSY Lab 2 Timer S Adaptateur GM Préparation de radium 226 Préparation mixte	559 01 575 471 524 006 524 220 524074 524 033 559 435 559 845		1*								1*												1 1* 1* 1* 1* 1* 1*	1 1 1* 1* 1* 1* 1*	

Quantité par groupe (1) recommandée – 1\* en alternative – 1\*\* seulement pour le rangement par composants  
 Attention : 559 435 est une préparation à valeur limite sans homologation, tenir compte de la formule brute



# SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

400  
EXPÉRIENCES

TOUR D'HORIZON DES DIFFÉRENTS THÈMES ET DOMAINES

Près de 400 expériences permettent de maîtriser et de comprendre les bases et les fondements de la chimie mais aussi d'acquérir des connaissances poussées dans les domaines chimie inorganique, chimie organique, chimie analytique, physicochimie, génie des procédés, chimie des détergents et chimie alimentaire.



POUR EN SAVOIR PLUS, RENDEZ-VOUS  
SUR [WWW.LD-DIDACTIC.COM](http://WWW.LD-DIDACTIC.COM)



## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis					Produits chimiques
1. Chimie inorganique	 66950FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611			Chimie inorg./org.  661 614	Lot de produits chimiques CI  661 630
2. Chimie organique	 66952FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661611	Distillation  661 612		Chimie inorg./org.  661 614	Lot de produits chimiques CO  661 631
3. Chimie analytique	 66953FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611		Chromato- graphie  661613	Chimie analytique  661 616	Lot de produits chimiques CAN  661 633
4. Physicochimie	 66954FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611			Physico- chimie  661 615	Lot de produits chimiques PC  661 632
5. Génie des procédés	 66955FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611			Génie des procédés  661 617	Lot de produits chimiques GP  661 634
6. Chimie des détergents	 66956FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611			Chimie des détergents  661 618	Lot de produits chimiques CD  661 635
7. Chimie alimentaire	 66957FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611	Distillation  661 612	Chromato- graphie  661613	Chimie alimentaire  661 619	Lot de produits chimiques CAL  661 636

## COMPLEXE THÉMATIQUE 1 : CHIMIE INORGANIQUE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
1. Chimie inorganique	 66950FR	Supports Chimie  661 610	Base chimie  661 611		Chimie inorg./org.  661 614	Lot de produits chimiques Cl  661 630



Détermination de la température d'ébullition



Fabrication de dioxyde de carbone

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 1.1 Procédés de base / Procédés de séparation

#### Propriétés des substances

Densité, solubilité, magnétisabilité et couleur  
Température d'ébullition  
Sublimation

#### Mélanges

Mélanges hétérogènes  
Mélanges homogènes

#### Méthodes de séparation

Évaporation  
Lévigation et décantation  
Pyrogénéation et séparation magnétique  
Obtention de sel ignigène à partir du sel gemme  
Séparation de liquides non miscibles  
Extraction/extraction par agitation/chromatographie

### 1.2 Eau

#### L'eau comme solvant

Mise en évidence de matières dissoutes dans différents échantillons d'eau  
Mise en évidence de gaz dissous dans l'eau potable  
Solutions, colloïdes et suspensions  
Facteurs d'influence sur la dissolution  
Solutions saturées  
Détermination de la solubilité

#### Traitement de l'eau

Déferrisation par aération  
Action de filtres à sable et à charbon actif  
Analyse, synthèse et mise en évidence de l'eau  
Décomposition et synthèse de l'eau  
Moyens de mise en évidence de l'eau

### 1.3 L'air, les gaz et leurs propriétés

#### Air et combustion

La principale source de chaleur pour le chimiste : le brûleur  
L'air dans les processus de combustion  
Étude de l'air

#### Présentation, mise en évidence et utilisation de différents gaz

L'oxygène – présentation, mise en évidence et propriétés  
Le dioxyde de carbone – présentation, mise en évidence et propriétés  
Le dioxyde de carbone – utilisation (extincteur)  
L'hydrogène – présentation et propriétés

### 1.4 Acides et bases

#### Fabrication, mise en évidence et action des acides

Fabrication de moyens de dépistage des acides (et bases)  
Action des indicateurs sur les acides  
Acide carbonique  
Acides forts et faibles

#### Présentation et propriétés des bases

Prudence lors de la manipulation de bases !  
Action des indicateurs sur les bases  
La soude caustique et ses propriétés  
Présentation de bases (I) : réaction des métaux avec l'eau  
Présentation de bases (II) : réaction des oxydes métalliques avec l'eau

### 1.5 Les sels

#### Salification

La salification par neutralisation  
La salification par réaction de métaux avec des acides  
La salification par réaction d'oxydes métalliques avec des acides  
La salification par réactions de précipitation

#### Propriétés et utilisation des sels

Cristallogénèse  
Jardins chimiques (croissance de cristaux)  
Mélanges réfrigérants

### 1.6 Métaux et non métaux







#### Propriétés et utilisation des métaux

Le comportement des métaux sous l'effet de la chaleur  
Les causes de la déformation des métaux sous l'effet de la chaleur  
Les métaux peuvent eux aussi brûler  
Le processus de formation de la rouille (la rouille comme résultat de l'oxydation)  
Protection anti-rouille par étamage et galvanisation  
Modification des propriétés de l'acier par traitement thermique  
Brasage  
Miroir argenté

#### Propriétés et utilisation des non métaux

Fabrication du charbon de bois  
Charbon actif  
Soufre – propriétés (I) : solubilité  
Soufre – propriétés (II) : modifications  
L'iode et ses propriétés

## COMPLEXE THÉMATIQUE 2 : CHIMIE ORGANIQUE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
2. Chimie organique	 66952FR	Supports Chimie  661 610	Base chimie  661611	Distillation  661 612	 661 614	Lot de produits chimiques CO  661 631

Mise en évidence du carbone



Extraction d'alcool pur  
par distillation

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 2.1 Essais préliminaires

#### Mise en évidence du carbone

Le point commun de toutes les matières organiques  
Le gaz produit lors de la combustion des matières organiques  
La mise en évidence classique du carbone

#### Mise en évidence d'autres éléments

L'oxygène en tant qu'élément fondamental dans les composés organiques  
Le « test de dépistage du sulfure »

### 2.2 Hydrocarbures

#### Propriétés des hydrocarbures

Distillation sèche du charbon  
Propriétés du méthane  
Les propriétés de certains alcanes  
Détermination de la température de fusion de la paraffine  
Propriétés de la naphthaline

#### Extraction d'hydrocarbures (pétrole)

Formation de gisements de pétrole  
Distillation du pétrole brut  
Précipitation des composants bitumineux du pétrole  
Propriétés des fractions pétrolières  
Composition des produits pétroliers  
Détermination du point d'éclair de fractions pétrolières  
L'essence – un solvant  
Les produits de combustion des fractions pétrolières contiennent du dioxyde de soufre

#### Traitement de fractions pétrolières

Craquage catalytique  
Analyse des produits de craquage  
Adoucissement des fractions d'essence  
Déparaffinage  
Déparaffinage par cristallisation extractive avec de l'urée

### 2.3 Alcools, aldéhydes et cétones

#### Fabrication d'alcools

Fabrication d'alcool de bois ou esprit de bois  
Fermentation alcoolique  
Extraction d'alcool pur par distillation

#### Mise en évidence des alcools

Identification des alcools  
Différence entre le méthanol et l'éthanol  
Test à l'iodoforme  
Mise en évidence d'alcools polyvalents  
Propriétés et utilisation des alcools

#### L'éthanol – un solvant

Fabrication d'alcool à brûler solidifié  
Inflammabilité d'un mélange d'eau et d'éthanol  
La solubilité de différents alcanols  
Les alcanols isomères et leurs points d'ébullition  
Possibilités d'utilisation du glycol et de la glycérine

#### Présentation et propriétés des aldéhydes et des cétones

Présentation des alcanones  
Présentation du 2-propanone (acétone)  
Propriétés et possibilités d'utilisation du 2-propanone (acétone)

### 2.4 Acides carboxyliques et esters

#### Présentation des acides carboxyliques

Présentation de l'acide formique (ou acide méthanoïque)  
Présentation de l'acide acétique (ou acide éthanoïque)  
Présentation du vinaigre de vin  
Présentation de l'acide oxalique des feuilles de rhubarbe  
Présentation de l'acide citrique


#### Propriétés et utilisation des acides carboxyliques

L'acide formique (acide méthanoïque) – un conservateur  
Test du chlorure ferrique  
Propriétés de l'acide méthanoïque et de l'acide éthanoïque  
Formation de vert de gris  
L'utilisation du « sel d'oseille » (acide oxalique)  
Propriétés et utilisation de l'acide tartrique  
Propriétés et utilisation de l'acide sorbique  
Propriétés et utilisation de l'acide gallique

#### Fabrication et propriétés des esters

Ester de l'acide méthanoïque  
Ester de l'acide éthanoïque  
Ester de l'acide propionique  
Ester de l'acide butyrique  
Ester de l'acide benzoïque

## COMPLEXE THÉMATIQUE 3 : CHIMIE ANALYTIQUE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques	
3. Chimie analytique	 66953FR	Supports Chimie  661 610	Base chimie  661 611		Chromato- graphie  661613	Chimie analytique  661 616	Lot de produits chimiques CAN  661 633

### VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

#### 3.1 Essais préliminaires

Test à la flamme et test au brûleur  
Test à la flamme  
Test au brûleur

Perle au borax et fusion par oxydation  
Perle au borax  
Fusion par oxydation

#### 3.2 Mise en évidence d'anions et de cations

Mise en évidence d'anions  
Mise en évidence des ions carbonate  
Mise en évidence des ions chlorure  
Mise en évidence des ions sulfate  
Mise en évidence des ions phosphate  
Fabrication d'un extrait de soude

Mise en évidence de cations  
Mise en évidence des ions calcium  
Mise en évidence des ions fer  
Mise en évidence des ions cobalt  
Mise en évidence des ions cuivre  
Mise en évidence des ions magnésium  
Mise en évidence des ions nickel

#### 3.3 Chromatographie

**Chromatographie sur colonne**  
Analyse des colorants d'une feuille par chromatographie sur colonne ascendante  
Méthode d'analyse de Tswett

**Chromatographie sur papier et sur couche mince**  
Séparation des colorants d'une feuille par chromatographie sur papier  
Séparation des colorants d'une feuille par chromatographie sur couche mince  
Analyse des couleurs de stylos feutres  
Séparation de colorants par chromatographie sur couche mince  
Séparation des acides aminés alanine, glycine et leucine  
Séparation d'ions de métaux lourds  
Analyse d'alliages



Analyse des couleurs de stylos feutres

## COMPLEXE THÉMATIQUE 4 : PHYSICOCHIMIE

Thèmes	Documentation	Matériel requis				Produits chimiques
4. Physicochimie	 66954FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611		Physicochimie  661 615	Lot de produits chimiques PC  661 632

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 4.1 Processus électrochimiques

Cellules électrolytiques  
Conducteurs et isolants  
Étude de la conduction électrique dans les liquides et les solutions  
Titration conductimétrique  
Mise en évidence de la migration des ions  
L'obtention de soude caustique par électrolyse  
Électrolyse de l'eau (soude caustique diluée)  
Galvanisation  
Oxydation anodique  
Coloration de l'aluminium anodisé

Cellules galvaniques  
Série électrochimique des tensions des métaux  
Piles galvaniques  
La pile Leclanché  
L'accumulateur d'Edison  
Mode de fonctionnement d'une pile à combustible

### 4.2 Mouvement des particules et énergie

Mouvement des particules  
Le mouvement des particules infimes  
Diffusion  
Osmose  
Évaporation

Réactions chimiques et énergie  
Réactions endothermiques et exothermiques  
Réactions photochimiques  
Réactions catalytiques  
Fluorescence  
Phosphorescence  
Chimioluminescence

Galvanisation



Obtention de soude caustique



## COMPLEXE THÉMATIQUE 5 : GÉNIE DES PROCÉDÉS

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques	
5. Génie des procédés	 66955FR	Supports Chimie  661 610	Base chimie  661 611			Génie des procédés  661 617	Lot de produits chimiques GP  661 634

Fabrication du laiton



Réalisation de moules en plâtre





## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 5.1 Produits chimiques inorganiques de base

#### Acides et bases

Fabrication de l'acide phosphorique  
Fabrication de l'hydroxyde de sodium selon le procédé à chaux et à soude

#### Sels

Traitement du calcaire  
Fabrication de soude selon le procédé Solvay

### 5.2 Matériaux de construction

#### Chaux

Obtention de la chaux vive par calcination du calcaire  
Obtention de la chaux éteinte par hydratation de la chaux vive  
La chaux « ayant fait prise » après utilisation  
Viellissement de la pierre calcaire (détérioration par les intempéries)  
Ciment et béton  
Fabrication du ciment  
Mortier de ciment et béton  
Béton cellulaire (à bulles de gaz)

#### Plâtre

Obtention du plâtre par calcination/Le plâtre « ayant fait prise » après utilisation  
Réalisation de moules en plâtre

### 5.3 Verre et céramique

#### Verres

Fabrication de verre sodocalcique  
Fabrication d'un verre borosilicate  
Fabrication de verres colorés  
Fabrication de verres opales  
Hydrolyse du verre  
Traitement du verre

#### Argile et terre glaise

Argile et terre glaise  
Vernissage

### 5.4 Métaux et minerais

#### Extraction de métaux

Traitement des minerais par flottation  
Traitement métallurgique des minerais oxydés  
Raffinage électrolytique du cuivre

#### Alliages

Le bronze – un alliage de cuivre  
Le laiton – un alliage de cuivre

### 5.5 Chimie de la photographie en noir et blanc

#### Notions de base de la photographie en noir et blanc

Réactions photochimiques  
L'éclairage du laboratoire de photographie  
L'action chimique d'un révélateur  
Les différents composants d'un révélateur pour papier

#### Fabrication du papier photographique

Révélation et agrandissement  
Le thiosulfate de sodium – un sel fixateur  
Fabrication d'un bain de fixation

#### Mise en évidence et récupération des sels d'argent

Mise en évidence des sels d'argent dans le bain de fixation  
Récupération des sels d'argent des bains de fixation usagés

### 5.6 Engrais

#### Rôle des engrais

La découverte de Liebig  
Les plantes puisent des sels dans le sol

#### Fabrication des engrais

Fabrication du sulfate d'ammonium  
La chaux vive – un engrais

## COMPLEXE THÉMATIQUE 6 : CHIMIE DES DÉTERGENTS

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
6. Chimie des détergents	 66956FR	Supports Chimie  661 610	Base chimie  661 611		Chimie des détergents  661 618	Lot de produits chimiques CD  661 635



Saponification des graisses

Détermination de la dureté  
de l'eau

## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

### 6.1 Fabrication de savons

**Composition des savons**  
Composants des savons (I)  
Composants des savons (II)

**Fabrication et traitement de savons**

Saponification des graisses  
Relargage de savons  
Fabrication de savons selon la méthode de saponification à froid  
La transformation du savon de soude en savon transparent

### 6.2 Les savons : action lavante et nettoyante

**Propriétés des savons**  
Hydrolyse des savons  
Tension de surface et pouvoir mouillant  
L'action tensioactive des savons  
Les savons sont des substances tensioactives  
Solutions savonneuses vraies et colloïdales  
Le savon – un émulsifiant  
Le savon – un agent dispersant

**Les facteurs qui influencent le lavage**

Le lavage (I) – influence des agents tensioactifs  
Le lavage (II) – influence du mouvement et du temps  
Le lavage (III) – influence de la température

### 6.3 Les savons : restrictions d'usage

**Comportement en cas d'ajout de sels et d'acide**  
Comportement des solutions savonneuses en cas d'ajout d'acide  
Changement de l'action lavante de solutions savonneuses après l'ajout de sels

**Influence de la dureté de l'eau**

L'action lavante des savons dans de l'eau douce et de l'eau dure  
Détermination de la dureté de l'eau  
Adoucissement de l'eau

**Autres inconvénients**

Réaction de solutions aqueuses de savon  
Les savons ne peuvent pas éliminer toutes les taches et salissures

### 6.4 Détergents modernes

**Tensioactifs modernes**

La fabrication de sulfates d'acides gras (sulfates d'alkyle)  
Mise en évidence de tensioactifs non ioniques

**Composition de détergents modernes**

Le pH de solutions de détergent  
Mise en évidence et action des adjuvants ou « builders » (I)  
Mise en évidence et action des adjuvants ou « builders » (II)  
Contrôle de la présence de carboxyméthylcellulose (CMC)  
Contrôle de la présence d'azurants optiques  
Analyse d'éventuels additifs  
Analyse d'éventuels silicates  
Action des enzymes

### 6.5 Les détergents et l'environnement








**Pollution par les tensioactifs**

La mousse – génère une importante pollution  
La dégradation des tensioactifs  
L'action toxique des détergents sur les plantes

**Pollution par les additifs**

Eutrophisation des eaux par les phosphates  
Élimination des phosphates par précipitation

## COMPLEXE THÉMATIQUE 7 : CHIMIE ALIMENTAIRE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis					Produits chimiques
7. Chimie alimentaire	 66957FR	Supports Chimie  661 610	Base Chimie  661 611	Distillation  661 612	Chromato- graphie  661613	Chimie alimen- taire  661 619	Lot de produits chimiques CAL  661 636

### 7.1 Les lipides (matières grasses)

#### Obtention de lipides

Obtention de graisses végétales par pression  
Obtention de graisses végétales par extraction  
Extraction de la graisse par l'appareil de Soxhlet  
Isolement de la matière grasse issue d'extraits  
Obtention de graisses animales par fonte

#### Propriétés des lipides

Solubilité des graisses  
Densité des huiles grasses  
Points de fusion et de solidification des graisses  
Point d'ébullition des graisses  
Inflammabilité des graisses

#### Aliments gras

Fabrication du beurre  
Fabrication du beurre clarifié  
Fabrication de la margarine  
Détermination de la teneur en eau de la margarine  
Étude de matières grasses  
Mise en évidence des matières grasses  
Composition des matières grasses (analyse élémentaire simple)  
Mise en évidence des acides gras non saturés  
Détermination de l'indice d'iode de la matière grasse  
Mise en évidence de l'âge des matières grasses (détermination de l'indice d'acide ou d'acidité)

#### Différences entre les huiles fixes et les huiles minérales

Détermination quantitative de la teneur en matière grasse des aliments  
Huiles fixes siccatives et non siccatives (durcissement par oxydation)

#### Lipides complexes

Isolement de la lécithine  
Propriétés et utilisation de la lécithine  
Isolement du cholestérol  
Le cholestérol – un lipide complexe

### 7.2 Les glucides (hydrates de carbone)

#### Propriétés et identification

Identification des glucides (réaction de Molish)  
Composants des glucides  
Solubilité des glucides

#### Sucres (polysaccharides)

Extraction du sucre de betterave  
Principe de l'extraction du sucre  
Extraction du lactose  
Extraction du maltose

#### Glucose et fructose (monosaccharides)

Mise en évidence du sucre (réactions des monosaccharides)  
Différence entre le glucose et le fructose  
Réaction de Sélivanoff (différence entre le glucose et le fructose)  
Propriétés réductrices du glucose  
Caramélisation de glucose  
Glucose et fructose – deux composants du saccharose  
Glucose – un composant de l'amidon

#### Amidon et cellulose

Extraction de la fécule de pomme de terre  
Mise en évidence de l'amidon  
Mise en évidence de la cellulose  
Composition de l'amidon  
Séparation de l'amidon et du gluten  
Fabrication du sirop de glucose (ou sirop cristal)  
Fermentation de l'amidon  
Présentation des dextrines  
Propriétés des dextrines

#### Pectine

Extraction de pectine  
Mise en évidence de substances pectiques  
Utilisation de la pectine

#### Types de sucre et miel

Sucre bonbon, sucre caramel et colorant caramel  
Fabrication du sucre candi  
Fabrication de miel artificiel  
Différence entre le miel des abeilles et le miel artificiel

#### Le processus de cuisson

Le levain biologique  
La croûte et la mie des produits de boulangerie

### 7.3 Les protéines

#### Fabrication et propriétés des protéines

Fabrication d'une solution d'albumine  
Propriétés des protéines  
Composition et structure des protéines  
Mise en évidence des protéines avec des bandelettes réactives

#### Types de protéines

Séparation de l'albumine et de la globuline  
Le principe de la fabrication du fromage blanc  
Le gluten de la farine  
Propriétés particulières du gluten  
Obtention de la gélatine  
Fabrication d'arômes pour soupe

### 7.4 Substances actives et substances associées

#### Minéraux

Minéraux dans les céréales, les légumes et la viande  
Le pH des résidus minéraux des aliments  
Mise en évidence du sodium et du potassium  
Mise en évidence du calcium  
Mise en évidence des ions chlorure, phosphate et sulfate  
Mise en évidence des ions fer

#### Vitamines

Isolement du carotène (pro-vitamine A)  
Mise en évidence du carotène et de la vitamine A  
Mise en évidence de la vitamine D  
Fabrication d'un extrait de vitamine B  
Mise en évidence de la vitamine B1  
Mise en évidence de la vitamine B2  
Mise en évidence de la vitamine C

#### Épices et substances similaires

Étude du poivre  
Fabrication d'essences aromatiques par extraction  
Extrait de clou de girofle  
Mise en évidence des tanins dans l'extrait de clou de girofle  
Acide malique dans les jus de fruits  
Présentation de l'acide citrique  
Mise en évidence de l'acide citrique



Fabrication de la margarine

Extraction de la graisse avec l'appareil de Soxhlet

### 7.5 Denrées d'agrément

#### Alcool

Fermentation alcoolique  
Inflammabilité des boissons spiritueuses  
Les tanins dans le vin  
Principe de la fabrication de la bière  
Oxydation du vin (et de la bière)

#### Caféine (café et thé)

Présentation de la caféine par sublimation  
Cristallisation de la caféine  
Mise en évidence de la caféine  
Café et succédanés de café  
Précipitation des tanins du thé  
Mise en évidence des tanins du thé

#### Théobromine (cacao)

Décomposition thermique de la poudre de cacao  
Obtention de la graisse de cacao  
Isolement du colorant du cacao  
Extraction de la théobromine  
Mise en évidence de la théobromine  
Propriétés de la théobromine  
Mise en évidence de la quinine dans les boissons

### 7.7 Additifs

#### Conservateurs

Prévention du brunissement enzymatique  
Conservation de fruits sucrés  
Acide benzoïque et acide sorbique – deux conservateurs chimiques  
Mise en évidence des sulfites  
Mise en évidence des nitrates et des nitrites  
Antioxydants dans la « bière chimique »

#### Édulcorants

Mise en évidence de l'édulcorant saccharine  
Mise en évidence des cyclamates  
La saccharine et le cyclamate dans les jus

#### Colorants

Extraction des colorants par la méthode des fils de laine dégraissés  
Extraction des colorants alimentaires  
Isolement des colorants alimentaires  
Extraction de la couleur de denrées alimentaires naturellement colorées

#### Autres additifs

Mise en évidence de l'acide tartrique  
Composés d'ammonium dans les denrées alimentaires  
Les phosphates dans les viandes  
Composition de la levure chimique

### 7.6 Évolution des denrées alimentaires

#### Vieillesse des graisses

Mise en évidence de peroxydes dans les graisses altérées  
Mise en évidence d'alcane dans les graisses rances  
Réactions enzymatiques  
Action de la catalase

#### Brunissement enzymatique

Mise en évidence de peroxydases dans le lait  
Réaction de Maillard

### 7.8 Eau

#### Propriétés

Tension superficielle de l'eau  
Diffusion et osmose

#### Composants

La teneur en eau des denrées alimentaires  
La teneur en CO<sub>2</sub> dans les boissons à différentes températures de stockage  
Dureté totale de l'eau  
Teneur en nitrates et en nitrites d'échantillons d'eau

### 7.9 Analyse des denrées alimentaires

#### Chromatographie des lipides

Séparation des acides gras et des graisses alimentaires  
Composition de différentes sortes de margarine  
Graisse fraîche et graisse rance

#### Chromatographie des glucides

Hydrolyse des disaccharides  
Produits d'hydrolyse de l'amidon

#### Chromatographie des protéines

Séparation d'un mélange d'acides aminés  
Hydrolyse des protéines  
Analyse des protéines  
Extraction des acides aminés du jaune d'œuf

#### Chromatographie des substances associées

La pro-vitamine A dans l'extrait de carotène  
La vitamine C dans les jus de fruits  
Mise en évidence et séparation des vitamines A, D et E  
Séparation et mise en évidence des tanins du thé  
Séparation du colorant du cacao

#### Chromatographie des additifs

Identification de la saccharine  
Isolement et séparation des colorants alimentaires  
Identification de colorants alimentaires  
Mise en évidence des acides des fruits dans les jus de fruits  
Méthode de test enzymatique

#### Fabrication de bandelettes réactives pour la détermination du glucose

Fabrication de bandelettes réactives avec imprégnation à l'invertase  
Méthode de dosage à la glucose-oxydase

## CONTENU DES COLLECTIONS CHIMIE



**SUPPORTS CHIMIE 661 610**

2 noix doubles S	301 09
2 embases multifonctionnelles MF	301 21
2 embases	de 301 23ET2
2 tiges, 25 cm de long, 10 mm Ø	301 26
2 tiges, 45 cm de long, 10 mm Ø	de 301 28ET2
2 tubes, 10 x 450 mm	de 666 609ET2
2 pinces universelles, 0 ... 80 mm	666 555



**DISTILLATION 661 612**

1 graisse pour rodages, 50 g	661 082
1 couvercle pour déterminer le point d'éclair	664 226
1 ballon à fond rond, 100 ml, RN 19/26	664 300
1 ballon à fond rond, 250 ml, RN 19/26	664 301
1 entonnoir, 80 mm Ø, verre	665 004
1 tête de distillation de Claisen	665 338
2 pinces pour assemblage RN 19/26, métal	de 665 397ET10
1 tube de sécurité (tube de fermentation)	665 643
1 bouchon en caoutchouc, 25 x 31 x 30 mm, Ø int. du col 29, 1 trou de 7 mm Ø	667 261



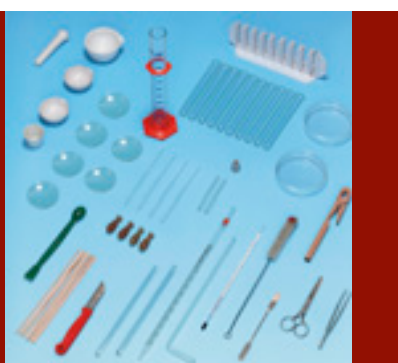
**CHROMATOGRAPHIE 661 613**

2 petites chambres de séparation	de 665 563ET5
10 microcapillaires	665 568
1 gabarit de relevé du facteur de rétention	665 570
1 vaporisateur de réactifs, sans gaz propulseur	665 578
1 poire en caoutchouc, simple	667 241

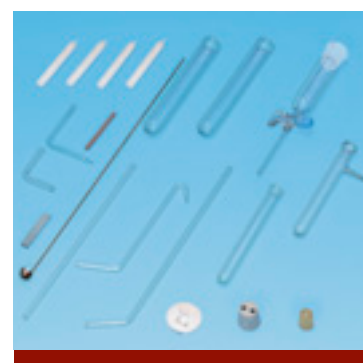


**BASE CHIMIE 661 611**

1 thermomètre, -10 ... +150°C	382 33
10 baguettes en bois	de 661 083ET20
1 creuset en porcelaine, 20 ml	664 003
10 tubes à essais, 160 x 16 mm Ø, Fiolax	664 042
6 verres de montre, 60 mm Ø	664 153
2 boîtes de Pétri, 100 mm Ø x 20 mm	664 183
2 capsules d'évaporation, 63 mm Ø, porcelaine	664 441
2 tubes en verre, 80 x 8 mm Ø	665 201
2 baguettes d'agitation en verre, 200 x 8 mm Ø	de 665 212ET10
1 tube coudé à 90°, 250/50 mm, 8 mm Ø	665 231
1 éprouvette graduée, 100 ml : 1	665 754
4 pipettes compte-gouttes, 150 x 7 mm	665 953
4 tétines en caoutchouc	665 954
1 pipette graduée, 10 ml : 0,1	665 997
1 goupillon pour tube à essais, 20 mm Ø, 80/270 mm	666 943
1 spatule double, 150 x 9 mm, acier inoxydable	666 962
1 spatule à cuillère, 180 mm, plastique	666 966
1 ciseaux, 125 mm, à bouts arrondis	667 017
1 couteau de laboratoire, acier inoxydable	de 667 018ET10
1 pince brucelle, forme émoussée, 130 mm, acier	667 027
1 pince en bois pour tube à essais, jusqu'à 20 mm Ø	de 667 031ET10
1 porte-tubes à essais, plastique, 9 trous de 17 mm Ø	667 050
1 pilon, porcelaine, 100 mm	667 091
1 mortier, porcelaine, 63 mm Ø	667 092



1 bouchon en caoutchouc, 14 x 18 x 20 mm, 1 trou de 7 mm Ø	667 254
3 béchers, 100 ml, forme basse, verre borosilicate	602 022
100 filtres ronds, 125 mm Ø	661 035
100 pierres facilitant l'ébullition, sorte A	661 091
3 béchers, 400 ml, forme basse, verre borosilicate	664 131
1 cuve en plastique, 200 x 150 x 75 mm, 2 l	664 194
2 fioles d'Erlenmeyer, 250 ml, col étroit, Ø int. du col 29	664 243
1 entonnoir, 75 mm Ø, plastique	665 009
1 poire pour pipette	666 003
1 anneau support, 100 mm Ø, inoxydable	666 573
1 toile calorifuge, 160 x 160 mm, fibre céramique	666 685
1 triangle, avec tubes d'argiles, 60 mm	666 688
1 pince à creuset, 200 mm, acier inoxydable	667 035
2 tuyaux en caoutchouc, 7 mm Ø x 1,5 mm, 1 m	667 180
6 bouchons en caoutchouc, 14 x 18 x 20 mm, pleins	667 253
1 bouchon en caoutchouc, 16 x 21 x 25 mm, 1 trou, 7 mm Ø	667 256
2 bouchons en caoutchouc, 25 x 31 x 30 mm, Ø int. du col 29, pleins	667 260
1 lunettes de sécurité avec protections latérales	667 601
1 paire de gants de protection, taille 8	667 609
1 papier indicateur universel de pH 1 ... 11, rouleau avec boîte et échelle colorimétrique	MA90201



**CHIMIE INORGANIQUE/ORGANIQUE 661 614**

4 bougies	459 32
1 aimant droit 60 x 13 x 5 mm	de 510 50 ET10
1 couvercle pour creuset	664 008
1 tube à essais, 20 x 180 mm, Supremax	664 048
2 tubes à essais, 30 x 200 mm	664 049
1 tube à essais, à tubulure latérale, 20 x 180 mm	664 058
1 rouleau de toile de cuivre	664 079
1 entonnoir à séparation avec robinet, 75 ml, 280 mm, Ø int. du col 29	665 073
1 tube en verre, 300 x 8 mm	665 204
1 tube abducteur coudé, 8 mm Ø, en forme de crochet	665 230
1 tube coudé, 50/50 mm, 8 mm Ø	665 232
1 tube abducteur, 300/50 mm, 8 mm Ø, 60°	665 233
1 tuyère en verre, 8 mm Ø, coudé à 90°	665 238
1 cuillère pour phosphore (cuillère à combustion), 420 mm, fer	666 984
1 bouchon en caoutchouc, 25 x 31 x 30 mm, Ø int. du col 29, 2 trous de 7 mm Ø	667 262
1 bouchon en silicone, 16 x 21 x 25 mm, Ø int. du col 19, 1 trou de 7 mm Ø	667 286

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.2 SCIENCE KITS **ADVANCED** CHIMIE



**PHYSICOCHIMIE 661 615**

2 paires de câbles, 50 cm, rouges et bleus	501 45
2 pinces crocodiles	501 861
1 ampoule E 10 ; 6,0 V/0,30 W, claire	de 505 151
1 socle transparent avec douille E10	505 72
1 cuve plate pour expériences d'électrochimie	591 51
1 électrode de cuivre en plaque	591 53
1 électrode de zinc en plaque	591 54
1 électrode de fer en plaque	591 55
2 électrodes de nickel en plaque	591 56
1 électrode d'aluminium en plaque	591 57
2 électrodes de charbon en plaque	591 61
1 émeri pour nettoyer les électrodes	de 664 391ET4
1 tube en U, 2 Ø int. du col 19, 160 mm, avec 2 tubulures latérales	664 086
2 électrodes droites, charbon, avec bouchon Ø int. du col 19 et douille de 4 mm	de 664 433 ET2
1 tube capillaire, 300 x 8 mm, 1 mm Ø	665 205
1 tuyère en verre, 8 mm Ø, coudée à 90°	665 238
1 tube à dialyse	de 667 508ET2



**GÉNIE DES PROCÉDÉS 661 617**

2 paires de câbles, 50 cm, rouges et bleus	501 45
1 électrode de cuivre en plaque	591 53
1 couvercle pour creuset	664 008
1 tube à essais, 20 x 180 mm, Supremax	664 048
1 émeri pour nettoyer les électrodes	de 664 391ET4
1 électrode à plaque de laiton	664 422
1 bâton de magnésie	de 673 0840
1 cunette de magnésie	de 673 0850
1 bouchon en caoutchouc, 16 x 21 x 25 mm, Ø int. du col 19, 1 trou de 7 mm Ø	667 286



**CHIMIE ALIMENTAIRE 661 619**

1 entonnoir à séparation avec robinet, 75 ml, 280 mm, Ø int. du col 29	665 073
1 verre de cobalt	667 081
1 lot de 10 bâtons de magnésie	de 673 0840
1 ballon à fond rond, 250 ml	664 303
1 lot de 2 cartouches d'extraction, 25 mm Ø	661 050
1 extracteur de Soxhlet	665 453
1 réfrigérant à serpentin de Dimroth	665 422
2 bouchons en verre, RN 29/32	667 228
1 tube abducteur, 300/50 mm, 60°	665 233
1 aréomètre, 0,8 ... 1,0 g/ml	de 666 104ET5
1 cuillère à combustion	666 984
1 colonne de chromatographie avec robinet et fritte	de 665 592ET2
1 entonnoir pour burette	665 816
2 fioles d'Erlenmeyer, 250 ml, RN 29/32	664 255
1 éprouvette à pied, 300 ml, 40 x 300 mm	664 213
1 pince pour burette	666 559
1 burette, 50 ml : 0,1	665 947
1 support de filtrage	666 584



**CHIMIE ANALYTIQUE 661 616**

1 tube à réaction, 160 x 20 mm	664 205
1 éprouvette graduée, 10 ml : 0,2	665 751
1 verre de cobalt, 50 x 50 mm	667 081
1 bâton de magnésie	673 0840
1 cunette de magnésie	673 0850
1 chalumeau à embouchure en bois	667 087
1 pince de Mohr, 60 mm	667 172



**CHIMIE DES DÉTERGENTS 661 618**

2 tubes à essais, 30 x 200 mm	664 0949
1 tube abducteur coudé, 8 mm Ø, en forme de crochet	665 230
1 burette, 10 ml:0,05, avec robinet latéral et bande schellbach	665 843



### COLLECTIONS CHIMIE – RANGEMENT PAR COLLECTION

**Légende :**

CI : chimie inorganique  
 CO : chimie organique  
 CAN : chimie analytique  
 PC : physicochimie  
 GP : génie des procédés  
 CD : chimie des détergents  
 CAL : chimie alimentaire

N° de cat.	Science Kit Advanced
661 610S	Supports Chimie
661 611S	Base Chimie
661 612S	Distillation*
661 613S	Chromatographie*
661 614S	Chimie inorganique/organique
661 615S	Physicochimie
661 616S	Chimie analytique*
661 617S	Génie des procédés*
661 618S	Chimie des détergents*
661 619S	Chimie alimentaire
661 6081	Rangement pour collections CAN, GP et CD
661 6031	Rangement pour collections Distillation et Chromatographie
* Sans rangement	

### COLLECTIONS CHIMIE – RANGEMENT PAR COMPOSANTS

N° de cat.	Science Kit Advanced
661 610B	Supports Chimie
661 611B	Base Chimie
661 612B	Distillation*
661 613B	Chromatographie*
661 614B	Chimie inorganique/organique
661 615B	Physicochimie
661 616B	Chimie analytique*
661 617B	Génie des procédés*
661 618B	Chimie des détergents*
661 619B	Chimie alimentaire

### DOCUMENTATION

N° de cat.	Désignation
66951FR	LIT : Science Kit Advanced Chimie inorganique
66952FR	LIT : Science Kit Advanced Chimie organique
66954FR	LIT : Science Kit Advanced Physicochimie
66953FR	LIT : Science Kit Advanced Chimie analytique
66955FR	LIT : Science Kit Advanced Génie des procédés
66956FR	LIT : Science Kit Advanced Chimie des détergents
66957FR	LIT : Science Kit Advanced Chimie alimentaire

### LOTS DE PRODUITS CHIMIQUES (POUR 5 GROUPES)

N° de cat.	Désignation
661 630	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chimie inorganique
661 631	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chimie organique
661 632	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Physicochimie
661 633	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chimie analytique
661 634	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Génie des procédés
661 635	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chimie des détergents
661 636	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chimie alimentaire

### DIVERS

N° de cat.	Désignation
661 620	Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Chimie pour le rangement par collection
661 621	Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Chimie pour le rangement par composants

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.2 SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

### ACCESSOIRES NÉCESSAIRES PAR GROUPE DE TRAVAIL

N° de cat.	Désignation	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL	Remarque
375 56	Trompe à eau		x						
521 231	Alimentation très basse tension				x	x			
602 291	Flacon cylindro-conique, 1000 ml, verre brun						x		
604 296	Gobelet en carton, lot de 5					x			
660 980	Vanne de dosage précis pour les cartouches de gaz Minican		x					x	
660 987	Cartouche de gaz comprimé Minican, méthane		x					x	
661 052	Papier filtre pour la saturation de la chambre, 50 feuilles				x				
661 054	Papier de protection des surfaces, 100 feuilles							x	
661 055	Papier pour chromatographie, 25 feuilles			x					
661 059	Cellulose pour la chromatographie sur couche mince, 50 feuilles			x				x	
661 060	Gel de silice pour la chromatographie sur couche mince, 50 feuilles			x				x	
661 066	Filtres plissés, lot de 100		x				x		
661 074	Papier d'acétate de plomb, cahier, 100 feuilles							x	
661 0771	Étiquettes pour flacons de signalisation des dangers							x	
661 080	Papier de chlorure de cobalt, 100 bandes							x	
661 081	Rouleau de feuille d'aluminium, 10 m		x	x		x			
661 153	Flacon cylindro-conique, 500 ml					x			
663 609	Gants de travail	x	x						
664 373	Porte-électrodes					x			
665 203	Tube en verre à recourber, 750 x 8 mm, 1 kg		x			x		x	
665 230	Tube abducteur coudé, en forme de crochet				x				dans CI/CO et CD
665 843	Burette, 10 ml				x				dans CD
666 185	Mini-thermomètre, -50 ... +150 °C							x	
666 523	Tige pour support de bec Bunsen, 450 mm							x	
666 7061	Brûleur à flamme pilote, gaz naturel*	x	x	x	x	x	x	x	
666 729	Tuyau	x	x	x	x	x	x	x	
666 735	Sèche-cheveux			x		x		x	
666 6522	Calotte chauffante, 250 ml		x						
666 839	Agitateur magnétique avec plaque chauffante		x				x		
666 844	Portoir de tubes à essais pour bain-marie							x	
666 8451	Agitateur magnétique sans plaque chauffante							x	
666 8471	Agitateur magnétique avec plaque chauffante							x	
666 848	Calotte chauffante pour ballon à fond rond							x	
666 849	Bain-marie, 2 l							x	
666 851	Barreaux aimantés pour agitateur magnétique						x	x	
666 859	Récupérateur de barreaux aimantés						x	x	
666 984	Cuillère à combustion					x			dans CI/CO
667 081	Verre de cobalt						x		dans CAN et CAL
667 087	Chalumeau à embouchure en bois					x			dans CAN
667 100	Plaque calorifuge, fibre de céramique	x	x						
667 105	Tôle de fer							x	
667 127	Boîte-loupe, plastique	x						x	
307 65	Tuyau en caoutchouc, 1 m		x		x			x	
667 241	Poire en caoutchouc	x							dans Chromatographie
667 414	Kit d'expérimentation pour la mesure du pH							x	
670 2230	Bandelettes réactives Albustix, lot de 50							x	
673 0850	Cunettes de magnésie, lot de 10						x		dans CAN et GP
531 27	Multimètre numérique				x	x			
LDS 00001	Chronomètre manuel	x	x				x		
MA9 1201	Bandelettes réactives pour déterminer la dureté de l'eau, lot de 100							x	
MA9 1306	Bandelettes réactives sulfite, lot de 100							x	
MA9 1313	Bandelettes réactives nitrate/nitrite, lot de 100							x	
MA9 1314	Bandelettes réactives acide ascorbique, lot de 100							x	
MA9 1315	Bandelettes réactives ammonium, lot de 100							x	

\* suivant le type de gaz et le modèle souhaité, masse de lestage et pied magnétique également disponibles

## ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE NÉCESSAIRE

N° de cat.	Désignation	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL	Remarque
662 190	Stéréomicroscope							x	
665 635	Lampe d'analyse UV				x		x	x	
666 776	Électrobrûleur			x					
666 8032	Étuve	x						x	
SAP P401	Balance électronique 400:0,1 g	x	x			x			
SAP IC212	Balance électronique 210:0,01 g				x			x	

## PRODUITS CHIMIQUES

Le tableau synoptique suivant récapitule les produits chimiques requis pour chacun des complexes thématiques.

N° de cat.	Désignation	Quantité	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL
670 0410	Acétone	1 L	x	x	x				
670 2010	Charbon actif, granulés	250 g	x						x
670 2100	Alanine DL	10 g			x				
670 2200	Albumine d'œuf	50 g		x					
670 2390	Aluminium, tôle	50 g	x						
670 2600	Aluminium, poudre	50 g				x	x		
670 2900	Oxyde d'aluminium	250 g			x				x
670 3100	Acide formique, 98 % - 100 %	100 ml		x					
670 3610	Solution ammoniacale, 25 %	1 L			x		x		x
670 3650	Solution ammoniacale, diluée (env. 2 mol/l)	500 ml	x				x		x
670 3910	Carbonate d'ammonium	500 g			x				x
670 4000	Chlorure d'ammonium	100 g	x		x	x		x	
670 4510	Heptamolybdate d'ammonium	100 g			x				x
670 4550	Solution de molybdate d'ammonium, saturée	50 ml							x
670 4700	Oxalate d'ammonium	50 g			x				x
670 4900	Sulfate d'ammonium	250 g					x		x
670 7210	Chlorure de baryum	250 g			x				x
670 7310	Solution de chlorure de baryum, 10%	250 ml	x					x	x
670 7400	Hydroxyde de baryum	50 g			x				
670 8200	Essence, 90 °C - 110 °C	250 ml	x						
670 8220	Essence, 100 °C - 140 °C	1 L		x					x
670 8310	Acide benzoïque	100 g		x					x
661 074	Papier de diacétate de plomb, cahier	100 Str.							x
670 9900	Acide borique	50 g				x	x		
670 9990	Alcool à brûler	1 L	x	x		x			
671 1000	1-butanol (alcool n-butylique)	250 ml		x	x				x
671 1110	isobutanol (2-méthyle-1-propanol)	250 ml							x
671 1200	2-butanol (alcool butylique secondaire)	100 ml		x					
671 1400	Acide n-butyrique	50 ml		x					
671 2000	Calcium, granulés	25 g	x						
671 2050	Acétate de calcium	250 g		x					
671 2310	Carbonate de calcium, précipité	500 g	x		x		x		x
671 2420	Chlorure de calcium, granulés	500 g	x		x				x
671 2500	Chlorure de calcium, hexahydraté	100 g						x	
671 2910	Hydroxyde de calcium	500 g	x	x			x		

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.2 SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

N° de cat.	Désignation	Quantité	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL
671 2960	Solution d'hydroxyde de calcium	1 L					x		x
671 3200	Oxyde de calcium, poudre	100 g					x		x
671 3320	Phosphate de calcium tertiaire	100 g					x		
671 3400	Sulfate de calcium bihydraté, précipité	100 g					x	x	
671 3820	Carboxyméthylcellulose	100 g						x	
671 4100	Alcool cétylique (1-hexadécanol)	50 g		x				x	
671 4190	Quinine	1 g							x
671 5000	Cholestérol	5 g							x
671 5610	Acide citrique hydraté	250 g		x					x
671 8000	Chlorure de cobalt (II) hexahydraté	25 g			x				
661 080	Papier de chlorure de cobalt	100 Str.							x
672 8200	Oxyde de cobalt (III)	5 g					x		
671 6350	Diastase	25 g							x
671 6600	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)	250 ml			x				
671 6700	Diéthyléther	250 ml							x
671 7000	Diméthylglyoxime	10 g			x				
671 7700	Diphénylcarbazine	5 g			x				
671 8150	Eicosane	25 g		x					
671 8270	Fer, poudre grossière	500 g	x						
671 8300	Fer, poudre réduite	50 g	x						
671 8400	Fer, laine	50 g	x	x					
671 8710	Chlorure ferrique hexahydraté	250 g	x	x	x			x	x
671 9000	Oxyde ferrique	100 g	x		x		x		
671 9110	Sulfate ferreux heptahydraté	250 g	x	x	x	x			
671 9310	Éosine, jaunâtre	25 g				x			
671 9510	Acide acétique, 99 % - 100 %	500 ml		x	x				x
671 9550	Acide acétique, dilué (env. 2 mol/l)	500 ml		x	x				x
671 9640	Acétate d'éthyle	500 ml							x
671 9700	Éthanol, absolu	250 ml							x
671 9720	Éthanol, solvant (complètement dénaturé)	1 L		x	x			x	x
671 9800	Éthylène glycol	250 ml		x					
672 9910	Liqueur de Fehling I	250 ml							x
672 0010	Liqueur de Fehling II	250 ml							x
672 0130	Fluorescéine sodique	25 g				x			
672 0710	Fructose D(-)	250 g							x
672 0820	Solution de fuchsine	50 ml		x					
672 0880	Acide gallique	100 g		x					
672 0900	Gélatine, poudre	50 g					x	x	x
672 0980	Gypse calciné, pur	1 kg					x		
672 1010	Laine de verre	100 g	x	x	x	x	x		x
672 1110	Glucose D(+)	250 g	x	x					x
672 1150	Bandelettes réactives de glucose	50 St.							x
672 1160	Glucose-oxydase	1 g							x
672 1210	Glycérine, 99 %	250 ml	x	x	x	x	x	x	x
672 1310	Glycine (glycocolle)	100 g			x				x
672 1500	Graphite	50 g				x			
672 1520	Résine de gaiac	100 ml							x
672 1710	Urée	250 g		x					
672 1800	n-heptane	50 ml		x					
672 2490	Charbon de bois, petits morceaux	500 g			x		x		
672 2910	Hydroquinone	50 g					x		
672 3630	Invertase	1 g							x
672 3700	Iode	25 g	x	x				x	
672 3910	Solution d'iodure de potassium iodée selon Lugol	250 ml							x

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.2 SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

N° de cat.	Désignation	Quantité	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL
672 4110	Solution de monobromure d'iode (réactif d'Hanus)	100 ml							x
672 4370	Potasse caustique 0,1 mol/l	50 ml							x
672 4380	Potasse caustique, 30 %	100 ml							x
672 4390	Potasse caustique, 47 %	500 ml				x			
672 4900	Bromure de potassium	50 g					x		
672 5000	Carbonate de potassium	100 g		x					
672 5210	Chlorure de potassium	250 g		x	x	x			x
672 6000	Hexacyanoferrate (II) de potassium	50 g			x				
672 6110	Hexacyanoferrate (III) de potassium	100 g			x	x			x
672 6200	Phosphate dipotassique	50 g							x
672 6320	Hydrogénotartrate de potassium	250 g		x					
672 6410	Hydroxyde de potassium, pastilles	500 g	x						x
672 6620	Iodure de potassium	50 g		x			x	x	
672 6660	Solution d'iode de potassium, 10 %	250 ml							x
672 6800	Nitrate de potassium	100 g	x		x				
672 6850	Solution de nitrate de potassium, env. 1 mol/l	250 ml				x			
672 6880	Oxalate de potassium	250 g		x					
672 7000	Permanganate de potassium	100 g	x	x		x			
672 7400	Thiocyanate de potassium	100 g						x	
672 7575	Kaolin (argile blanche)	250 g					x		
672 8610	Cuivre, tôle (22 cm x 52 cm)	100 g	x	x			x		
672 8800	Cuivre, poudre	50 g	x						
672 9110	Chlorure de cuivre (II)	100 g		x	x				
672 9140	Chalcopryrite	25 g					x		
672 9500	Oxyde de cuivre (II), poudre	50 g	x	x	x		x		
672 9630	Sulfate de cuivre (II) pentahydraté	500 g	x	x	x	x	x		x
672 9700	Sulfate de cuivre (II), anhydre	50 g					x		
672 9920	Présure en poudre (chymosine)	25 g							x
672 9950	Solution de tournesol selon Kubel et Tiemann	100 ml	x						
673 0190	Argile	500 g					x		
673 0240	Solution de leucine, 0,1 %	250 ml			x				
673 0450	Carbonate de lithium	25 g					x		
673 0510	Chlorure de lithium	100 g		x	x				
673 0650	Nitrate de lithium	25 g					x		
673 0800	Luminol	1 g				x			
673 1000	Magnésium, ruban	25 g	x						
673 1100	Magnésium, poudre	50 g	x						
673 1150	Magnésium, copeaux	50 g		x					
673 1200	Chlorure de magnésium hexahydraté	100 g			x			x	
673 1500	Oxyde de magnésium	50 g	x						
673 2000	Maltose D(+) (sucre de malt)	50 g							x
673 2100	Chlorure manganéux	25 g			x				
673 2300	Sulfate manganéux	50 g	x		x				
673 2205	Oxyde de manganèse (IV), (pyrolysite)	250 g	x		x	x	x		
673 2500	Marbre, morceaux	250 g					x		
673 2700	Méthanol	250 ml		x	x				
673 2840	4-méthylaminophénolsulfate	25 g					x		
673 2910	Bleu de méthylène	25 g							x
673 3410	Acide lactique DL-, 80 %	100 ml							x
673 3800	Acide phosphomolybdique	10 g							x
673 4300	Naphtalène	50 g		x					
673 4450	Solution de naphtol (1)	50 ml							x
673 5000	Acétate de sodium trihydraté	50 g		x					
673 5590	Carbonate de sodium, décahydraté	500 g	x						

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.2 SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

N° de cat.	Désignation	Quantité	Cl	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL
673 5620	Carbonate de sodium, anhydre	1 kg		x	x		x	x	x
673 5650	Solution de carbonate de sodium, 10 %	50 ml							x
673 5710	Chlorure de sodium	500 g	x	x	x	x	x	x	x
673 5800	Citrate de sodium	250 g							x
673 6300	Dithionite de sodium	25 g							x
673 6600	Hydrogénocarbonate de sodium	250 g		x					
673 6710	Hydrogénophosphate de sodium	250 g			x				x
673 6780	Solution d'hydrogénosulfite de sodium, 40 %	250 ml					x		
673 6800	Hydroxyde de sodium, pastilles	100 g	x					x	
673 7100	Nitrite de sodium	50 g							x
673 7400	Phosphate trisodique, décahydraté	25 g						x	
673 7600	Sulfate de sodium, décahydraté	100 g			x				
673 7810	Sulfite de sodium	250 g					x		
673 7910	Tétraborate de sodium (Borax)	250 g	x	x	x		x		
673 8010	Thiosulfate de sodium pentahydraté	250 g	x				x		x
673 8120	Tripolyphosphate de sodium	25 g						x	
673 8390	Soude caustique, env. 32 %	1 L	x						x
673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l	500 ml				x			
673 8420	Soude caustique 1 mol/l	500 ml	x			x			x
673 8440	Soude caustique, env. 10 %	500 ml		x		x			x
673 8900	Chlorure de nickel (II)	25 g			x	x			
673 9000	Sulfate de nickel (II)	100 g			x	x			
673 9330	Réactif à la ninhydrine	50 ml							x
673 9340	Ninhydrine en solution à vaporiser pour la CCM	250 ml			x				
674 0000	Acide oléique	50 ml						x	
674 0160	Orcinol	1 g							x
674 0200	Acide oxalique dihydraté	100 g		x					
674 0700	Paraffine, solide	100 g		x					
674 0750	Paraffine, molle	250 g		x		x			
674 0800	Paraffine, épaisse	100 ml	x	x					
674 1110	n-pentane	250 ml		x		x			
674 1200	1-pentanol	100 ml		x					
674 1980	Catalyseur en perles	100 g		x					
674 2010	Peroxydase 400 U/mg	10 mg							x
674 2110	Kérosène, pur	500 ml		x		x			
674 2210	Éther de pétrole, 40 °C - 70 °C	500 ml		x	x	x			x
674 2500	Solution de phénolphtaléine	100 ml	x	x		x	x	x	x
674 3000	Phosphore, rouge	25 g					x		
674 3400	Acide orthophosphorique, 85 %	100 ml	x						
674 3440	Acide phosphorique, 10 %	100 ml			x				
674 4310	1-propanol (alcool n-propylique)	250 ml		x					x
674 4400	2-propanol (alcool isopropylique)	250 ml	x	x					x
674 4500	Acide propionique	50 ml		x					
674 4950	Sable siliceux	100 g					x		
674 5700	Résorcine	50 g							x
674 5840	Pétrole brut, artificiel	1 L		x					
674 5860	Solution d'acide rubéanique (solution à vaporiser pour la CCM)	250 ml			x				
674 6060	Saccharose D(+)	250 g		x		x			x
674 6620	Acide nitrique, 65 %	1 L							x
674 6650	Acide nitrique dilué, env. 2 mol/l	500 ml	x		x	x		x	x
674 6700	Acide hydrochlorique fumant, 37 %	250 ml		x	x				x
674 6760	Acide hydrochlorique concentré, 25 %	1 L							x
674 6800	Acide hydrochlorique, 10 %	500 ml	x			x		x	x
674 6850	Acide hydrochlorique, 5 %	250 ml		x	x				x

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.2 SCIENCE KITS ADVANCED CHIMIE

N° de cat.	Désignation	Quantité	CI	CO	CAN	PC	GP	CD	CAL
674 6900	Acide hydrochlorique 1 mol/l	500 ml	x			x			
674 6920	Acide hydrochlorique, env. 2 mol/l	500 ml	x						
674 6940	Acide hydrochlorique 0,1 mol/l	50 ml				x			
674 7350	Réactif de Schiff	250 ml							x
674 7610	Soufre, sublimé	500 g	x						
674 7850	Acide sulfurique, 95 - 98 %	250 ml		x				x	x
674 7890	Acide sulfurique, 20 %	500 ml				x			x
674 7920	Acide sulfurique, dilué, env. 1 mol/l (10 %)	500 ml	x	x			x	x	x
674 8211	Sable marin, épuré	500 g	x	x	x		x		x
674 8220	Solution de savon selon Boutron et Boudet	250 ml						x	
674 8230	Solution de savon selon Pellet	250 ml						x	
674 8280	Argent, tôle 40 x 40 x 0,2 mm	1 Stck.		x					
674 8710	Solution de nitrate d'argent, 5 %	100 ml	x		x	x	x	x	x
674 9050	Huile silicone	100 ml					x		
674 9100	Acide sorbique	25 g		x					x
674 9210	Amidon, soluble	250 g		x					x
674 9260	Solution d'amidon, 1 % stab. avec Nipagin	250 ml	x						x
674 9310	Acide stéarique	250 g						x	
674 9520	Styropor P (polystyrène avec gaz propulseurs)	100 g	x						
674 9660	Soudan III, solution alcoolique	100 ml							x
674 9690	Acide sulfamique	100 g							x
675 0200	Tannin (acide tannique)	50 g		x					x
675 0450	Mélange de colorants pour la CCM	10 ml			x				
675 0610	Tétrahydrofurane	1 L							x
675 0900	Thioacétamide	10 g							x
675 1650	Réactif de Tillmann	50 ml							x
675 2100	Toluène	250 ml	x						
675 2500	Trypsine	10 g						x	
675 2570	Indicateur universel, liquide	100 ml	x			x			x
675 3200	Acétate de vitamine A	5 g							x
675 3270	Vitamine C (acide ascorbique)	50 g							x
675 3290	Vitamine E (tocophérol)	5 g							x
675 3480	Solution de verre soluble	500 ml	x					x	
675 3500	Peroxyde d'hydrogène, 30 %	250 ml	x			x			x
675 3520	Peroxyde d'hydrogène, 5 %	50 ml		x					
675 3550	Coton hydrophile	200 g	x	x		x	x		x
675 3600	Acide tartrique L(+)	100 g		x		x			x
675 4730	Ciment	500 g					x		
675 4790	Tôle de zinc, 100 x 40 mm	1 St.					x		
675 4800	Zinc, granulés (sans arsenic)	100 g	x						
675 4900	Zinc, poudre	100 g	x				x		
675 5000	Zinc, barre (sans arsenic)	100 g	x						
675 5060	Sphalérite	25 g					x		
675 5100	Chlorure de zinc, anhydre	50 g			x				
675 5300	Oxyde de zinc	50 g	x						
675 5410	Sulfate de zinc heptahydraté	250 g	x			x			
675 5700	Étain, feuille, 100 x 0,1 mm	50 g	x				x		



# SCIENCE KITS ADVANCED BIOLOGIE

150  
EXPÉRIENCES

TOUR D'HORIZON DES DIFFÉRENTS THÈMES ET DOMAINES







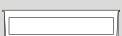
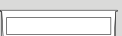
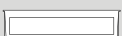


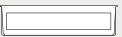
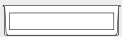


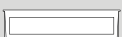



Près de 150 expériences permettent de maîtriser et de comprendre les bases et les fondements de la biologie mais aussi d'acquérir des connaissances poussées dans les domaines botanique, écologie, microbiologie, physiologie sensorielle et chromatographie.







POUR EN SAVOIR PLUS, RENDEZ-VOUS  
SUR [WWW.LD-DIDACTIC.COM](http://WWW.LD-DIDACTIC.COM)



## VUE D'ENSEMBLE DES THÈMES

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
1. Botanique	 66941FR	Supports Biologie  661 660	Base Biologie  661 661		Botanique  661 662	Lot de produits chi- miques Botanique  661 750
2. Écologie	 66942FR	Supports Biologie  661 660	Base Biologie  661 661		Écologie  661 663	Lot de produits chimiques Écologie  661 751
3. Microbiologie	 66943FR		Base Biologie  661 661		Microbiologie  661 664	Lot de produits chi- miques Microbiologie  661 752
4. Physiologie sensorielle	 66944FR				Physiologie sensorielle  661 665	
5. Chromato- graphie	 66945FR				Chromato- graphie  661 666	Lot de produits chimiques Chromato- graphie  661 753

## COMPLEXE THÉMATIQUE 1 : BOTANIQUE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
1. Botanique	 66941FR	Supports Biologie  661 660	Base Biologie  661 661		Botanique  661 662	Lot de produits chi- miques Botanique  661 750

### Vue d'ensemble des thèmes Botanique

#### Germination et croissance

Influence de la turgescence sur le poids, le volume, la dureté et l'apparence de petits pois  
Pression de turgescence  
Mouvements dus à la turgescence  
Influence de différents facteurs sur la germination  
La lumière influence la germination des plantes  
Le rôle des cotylédons  
Substances inhibitrices de la germination  
Zones de croissance de la racine et de la pousse  
Direction de croissance des racines  
Formation de poils radiculaires  
Rendement des racines  
Pouvoir sélectif des racines  
Influence de différents facteurs sur la vitesse de croissance  
Influence de l'offre de nutriments sur la croissance  
Substances de croissance

#### Bilan hydrique

L'importance de l'eau pour les plantes  
Organes d'absorption de l'eau  
Pression racinaire  
Conduction de l'eau dans une pousse  
L'eau monte dans les capillaires  
Organes d'évaporation d'eau  
Le rôle des stomates  
Influence du nombre et de la taille des feuilles sur les besoins en eau  
Consommation d'eau de plantes hygrophiles et xérophiles  
Protection contre l'évaporation  
Guttation




Conduction de l'eau dans une pousse



La lumière influence la germination des plantes

## COMPLEXE THÉMATIQUE 2 : ÉCOLOGIE

Thèmes	Documentation	Matériel requis			Produits chimiques	
2. Écologie	 66942FR	Supports Biologie  661 660	Base Biologie  661 661		Écologie  661 663	Lot de produits chimiques Écologie  661 751



Étude de la faune édaphique à l'aide de tamis (appareil de Berlèse)



Sol et eau (perméabilité, capacité, force de succion)

### Vue d'ensemble des thèmes Écologie

#### Influences physico-chimiques (facteurs abiotiques)

Influence de la température sur les processus vitaux  
Influence de la lumière sur les processus vitaux  
Teneur en sel et processus vitaux

#### Influences du sol (facteurs édaphiques)

Sédimentation de particules d'un sol  
Sol et eau (perméabilité, capacité, force de succion)  
Valeur pH (détermination et influence)  
Solides nécessaires à la vie  
Formation d'humus, types d'humus

#### Facteurs biotiques

Concurrence inter-espèces entre les plantes  
Les relations entre les plantes et les animaux  
Symbiose  
Parasites végétaux et animaux

#### Synécologie, écologie des populations

Courbe de croissance  
Structure trophique (chaîne alimentaire) : producteurs et consommateurs  
Structure trophique (chaîne alimentaire) : destructeurs





#### Analyse de systèmes

Capacité de captation et de rétention de la tourbe (marais, tourbière)  
Mesure de la diversité (forêt, prairie)  
Étude de la faune édaphique à l'aide de tamis (appareil de Berlèse)  
Étude écologique du terrain

#### Mesures et simulations

Constataion des émissions sur l'exemple des gaz d'échappement d'un moteur  
Impact des émissions sur l'exemple des « pluies acides »  
Impuretés du sol  
Dégradation des restes de pétrole par les micro-organismes  
Auto-nettoyage biologique des plans d'eau

## COMPLEXE THÉMATIQUE 3 : MICROBIOLOGIE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques
3. Microbiologie	 66943FR	Base Biologie  661 661			Microbiologie  661 664	Lot de produits chi- miques Microbiologie  661 752

### Vue d'ensemble des thèmes Microbiologie

#### Aspect écologique

Détermination de la teneur en germes dans le sol  
Mise en évidence des décomposeurs de cellulose dans le sol

#### Aspect technologique

Détermination de la teneur en germes dans le lait  
Fabrication du fromage blanc  
Observation au microscope de cellules de levure  
Mise en évidence des produits de fermentation des levures  
Activité enzymatique de la levure  
Influence de la température sur le processus de fermentation

#### Aspect médico-hygiénique

Détermination de la teneur en germes dans l'eau  
Test de la présence d'*Escherichia coli* comme indicateur d'une contamination fécale  
Détermination de la teneur en germes dans l'air  
Simulation d'une chaîne d'infection avec de la levure de boulanger  
Mise en évidence de microorganismes sur différents objets  
Détermination de la teneur en germes sur les billets et pièces de monnaie  
Comparaison de la teneur en germes sur des mains lavées et non lavées  
Action bactériostatique du lysozyme  
Mise en évidence de l'action des rayons UV  
Inactivation bactérienne par rayonnement UV et photoactivation  
La coloration de Gram pour le diagnostic





Mise en évidence des produits de fermentation des levures



Influence de la température sur le processus de fermentation

## COMPLEXE THÉMATIQUE 4 : PHYSIOLOGIE SENSORIELLE

Thèmes	Documentation	Matériel requis				Produits chimiques
4. Physiologie sensorielle	 66944FR					Physiologie sensorielle  661 665



Perception des longueurs par la peau

### Vue d'ensemble des thèmes Physiologie sensorielle

#### Entendre

Entendre les bruits de son corps  
Perception de battements  
Repérage de la direction par le son  
Conduction du son par les os et perception des vibrations  
Transmission du son par le tympan

#### Somesthésie (le toucher)

Illusions perceptives haptiques  
Sensations cutanées 1 : le toucher  
Sensations cutanées 2 : points sensibles au froid  
Sensations cutanées 3 : perception des longueurs par la peau




#### Voir

La tache aveugle ou tache de Mariotte  
Scotome central  
Observation entoptique de la pupille  
Phénomènes entoptiques  
Astigmatisme  
Limites de la convergence  
Vision stéréoscopique (stéréopsis) 1 : test des 3 barres  
Vision stéréoscopique (stéréopsis) 2 : impression de profondeur  
Le cercle chromatique  
Mélange des couleurs et triangle des couleurs  
Achromatopsie totale et phénomène de Purkinje  
Vision normale des couleurs  
Images rémanentes colorées  
Contraste de couleurs  
Couleurs subjectives  
Phénomène des bandes de Mach  
Contraste selon la luminosité  
Grilles d'Hermann et de Hering et mouvements involontaires de l'œil  
Illusion de Cornsweet  
Acuité visuelle Vernier  
Effet consécutif pour l'orientation

Repérage de la direction par le son



## COMPLEXE THÉMATIQUE 5 : CHROMATOGRAPHIE

Thèmes	Documen- tation	Matériel requis				Produits chimiques	
5. Chromato- graphie	 66945FR					Chromato- graphie  661 666	Lot de produits chimiques Chromatographie  661 753

### Vue d'ensemble des thèmes Chromatographie

#### Rappel historique

Les « figures colorées » du chimiste allemand F. Runge  
Influence des solvants sur la formation des « figures colorées »  
Formation de « figures colorées » par réaction colorée  
Formation de « figures colorées » par apport continu de solvants  
Analyses capillaires  
Séparation des colorants à l'aide de l'analyse capillaire  
Extraction de colorants végétaux  
Chromatographie de Tswett

#### Chromatographie sur colonne

Isolément des caroténoïdes (carotène)  
Séparation des caroténoïdes par chromatographie sur colonne  
Principe de la chromatographie sur colonne  
Influence de la phase stationnaire sur la séparation par chromatographie sur colonne  
Isolément des colorants alimentaires  
Isolément des colorants alimentaires par la méthode du fil de laine  
Isolément des colorants alimentaires par la méthode au polyamide  
Chromatographie de partage sur colonne  
Isolément des anthocyanes solubles dans les sucres cellulaires  
Séparation des anthocyanides par chromatographie sur colonne  
Séparation par chromatographie ascendante

#### Chromatographie sur papier

Chromatographie ascendante sur papier  
Le café comme solvant  
Méthode du cylindre  
Méthode du filtre rond  
Chromatographie circulaire  
Isolément des tanins du thé et du colorant du cacao  
Séparation chromatographique des tanins du thé et du colorant du cacao  
Chromatographie descendante sur papier

#### Chromatographie sur couche mince

Comparaison de la chromatographie sur papier avec la chromatographie sur couche mince  
Influence du rapport de mélange de la phase mobile sur le résultat de séparation  
Séparation des substances lipophiles (« analyse des graisses »)  
Séparation des pigments et des caroténoïdes extraits de végétaux  
Chromatographie à phase inverse  
Extraction des huiles essentielles  
Séparation des huiles essentielles  
Analyse des parfums et eaux parfumées  
Séparation des substances hydrophiles (« analyse des saccharides »)  
Hydrolyse de différents saccharides et mise en évidence des produits finaux  
Séparation et mise en évidence des saccharides dans les fruits  
Hydrolyse de différentes protéines et mise en évidence des produits finaux  
Séparation des colorants végétaux solubles dans l'eau  
Séparation des tanins du thé et du colorant du cacao  
La vitamine C dans les jus de fruits  
Mise en évidence des acides de fruits dans les jus de fruits  
Identification des colorants alimentaires



Les « figures colorées »

## CONTENU DES COLLECTIONS BIOLOGIE



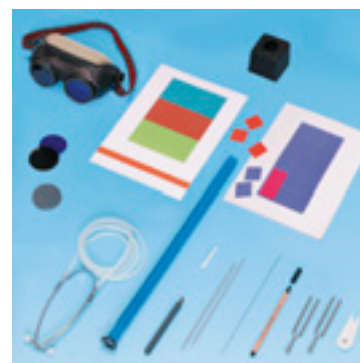
### MICROBIOLOGIE 661 664

1 fiole d'Erlenmeyer, 250 ml, col étroit, verre borosilicate	664 250
1 flacon cylindro-conique, 250 ml, col étroit, verre clair	661 157
1 spatule à cuillère, 120 mm, acier inoxydable	666 963
1 porte-tubes à essais, plastique, avec 9 trous de 17 mm	667 050
1 lot de 10 tubes à essais, 16 x 180 mm, Fiolax	664 043
1 spatule de Drigalski, 200 x 8 mm	662 334ET5
1 baguette d'agitation en verre, 200 x 8 mm	665 212ET10
1 tube capillaire, 400 x 8 mm, 1 mm	667 510
1 portoir à coloration	662 333
1 bouchon en caoutchouc, 28 x 34 x 30 mm, 1 trou de 7 mm	667 265
1 tube de sécurité (tube de fermentation)	665 643



### BOTANIQUE 661 662

1 fil de pêche, 10 m	de 309 48ET2
1 poulie, 25 mm Ø, roulement à billes	de 590 21ET2
1 roulement à billes, enfichable	342 43
1 curseur pour Sciences Kits Botanique	de 662 337ET2
1 échelle pour Sciences Kits Botanique	de 662 338ET2
1 lot de 10 baguettes en bois	de 661 083ET20
1 béccher, 600 ml, forme basse, plastique	664 125
1 pince à creuset, 200 mm	667 035
1 boîte à semences	662 330ET5
1 tuyau en PVC, Ø int. 7 x 1,5 mm, 5 m	667 191
1 tube capillaire, 300 x 5 mm, 0,4 mm	665 195
1 tube capillaire, 300 x 8 mm, 2 mm	665 196
1 tube capillaire, 300 x 8 mm, 1 mm	665 205



### PHYSIOLOGIE SENSORIELLE 661 665

1 tube de résonance, plastique,	de 662 433ET2
1 palp	de 662 426ET5
1 sonde de froid	de 662425ET2
1 appareil pour repérer la direction par le son	de 662 430ET2
1 compas d'épaisseur	de 662 427ET5
1 diapason 440 Hz (nouvelle note-repère)	662 431
1 diapason 435 Hz (ancienne note-repère)	662 432
1 lot de 30 verres interchangeables pour lunettes	662 414
1 instrument pour l'étude de la vision stéréoscopique (test des 3 barres)	662 434
1 lunettes pour expériences de physiologie sensorielle	662 413
1 crayon bleu	de 662 428ET10
1 lot de cartes colorées pour triangle des couleurs et cercle chromatique	662 415
1 jeu de 6 images colorées	662 417



### CHROMATOGRAPHIE 661 666

1 lot de 250 microcapillaires	de 665 568
2 pinces de Hofmann, 20 mm	667 175
3 tétines en caoutchouc pour pipettes compte-gouttes	de 665954
1 tuyau en caoutchouc Ø int. 7 x 1,5 mm, 1 m	667 180
1 ciseaux, 200 mm, à bouts pointus	667 016
2 boîtes de Pétri, 100 mm x 20 mm	664 183
2 béchers, 100 ml, forme basse, verre dur	664 101
3 petites chambres de séparation, verre convergent	de 665 563ET5
1 filtre rond, 110 mm, 100 feuilles	661 034
2 éprouvettes graduées, 25 ml : 0,5	665 752
10 pipettes compte-gouttes, 150 x 7 mm	665 953



### ÉCOLOGIE 661 663

1 aiguille avec manche, 13 mm de long	de 662 011ET5
1 bistouri	662 022
1 lot de 5 lames de bistouri, droites	662 023
2 tubes à essais, 30 x 200 mm	664 049
3 tubes en verre, 80 x 8 mm	666 201
1 spatule à cuillère, 180 mm, plastique	666 966
1 boîte de Pétri, 150 mm x 25 mm	664 185
2 bouchons en caoutchouc, 25 x 31 x 30 mm	667 260
3 tubes en plastique, 440 x 12 mm	de 666 241ET10
1 jeu de 3 gazes, nylon, 20 x 20 cm, ouverture de maille 0,56/1,25/2,0 mm	de 666334ET2
1 tuyau en caoutchouc Ø int. 7 x 1,5 mm, 1 m	667 180
3 béchers, 100 ml, forme haute	664 137
1 entonnoir, 75 mm Ø, plastique	665 009
3 petites chambres de séparation	de 665 563ET5



### BASE BIOLOGIE 661 661

1 lot de 50 boucles à inoculation jetables	de 662 336ET2
4 tubes en plastique, 250 x 25 mm	de 665 240 ET2
2 béchers, 250 ml, forme basse	664 130
6 boîtes de Pétri, 100 mm x 15 mm	664 182
1 éprouvette graduée, 100 ml:1	665 754
1 lot de 6 fils de laiton, 330 x 1,5 mm	662 332ET5
1 pipette graduée, 1 ml:0,01	665 994
1 pipette graduée, 10 ml:0,1	665 997
1 pinceau, taille 2	de 662 33ET5
1 lot de 10 pipettes compte-gouttes, 150 x 7 mm	665 953
3 tétines en caoutchouc pour pipettes compte-gouttes	de 665 954
1 ciseaux, 125 mm	667 017
1 couteau de laboratoire, acier inoxydable	de 667 018ET10
1 feutre indélébile, pointe moyenne, noir	de 667 019ET5
1 pince brucelle, 130 mm, forme émoussée	667 027
1 pipeteur, 10 ml	666 002
6 bouchons en caoutchouc, 19 x 24 x 25 mm	667 257
3 bouchons en caoutchouc, 19 x 24 x 25 mm, avec trou de 7 mm	667 258
1 lot de 100 lamelles couvre-objets, 22 x 22 mm	662 092
1 lot de 50 lames porte-objets	662 093
1 boîte-loupe x 8, plastique	667 127

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.3 SCIENCE KITS ADVANCED BIOLOGIE



#### SUPPORTS BIOLOGIE 661 660

4 noix doubles	S 301 09
2 tiges perforées Science Kit Advanced	666 626
1 tige, 450 x 10 mm, acier inoxydable	301 28ET2
2 tubes, 450 x 10 mm, acier inoxydable	666 609ET2
2 embases multifonctionnelles	MF 301 21
6 grandes fiches à ressort	591 21
2 petites fiches à ressort	590 02ET2

## COLLECTIONS BIOLOGIE – RANGEMENT PAR COLLECTION

N° de cat.	Science Kit Advanced
661 660S	Supports Biologie
661 661S	Base Biologie
661 662S	Botanique
661 663S	Écologie
661 664S	Microbiologie
661 665S	Physiologie sensorielle
661 666S	Chromatographie

## COLLECTIONS BIOLOGIE – RANGEMENT PAR COMPOSANTS

N° de cat.	Science Kit Advanced
661 660B	Supports Biologie
661 661B	Base Biologie
661 662B	Botanique
661 663B	Écologie
661 664B	Microbiologie
661 665B	Physiologie sensorielle
661 666B	Chromatographie

## DOCUMENTATION

N° de cat.	Désignation
66941FR	LIT : Science Kit Advanced Botanique/physiologie des plantes
66942FR	LIT : Science Kit Advanced Écologie
66943FR	LIT : Science Kit Advanced Microbiologie
66944FR	LIT : Science Kit Advanced Physiologie sensorielle
66945FR	LIT : Science Kit Advanced Chromatographie

## DIVERS

N° de cat.	Désignation
661 667	Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Biologie pour le rangement par collection
661 668	Jeu d'étiquettes Science Kit Advanced Biologie pour le rangement par composants

## LOTS DE PRODUITS CHIMIQUES (POUR 5 GROUPES)

N° de cat.	Désignation
661 750	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Botanique
661 751	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Écologie
661 752	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Microbiologie
661 753	Lot de produits chimiques Science Kit Advanced Chromatographie



## ACCESSOIRES NÉCESSAIRES PAR GROUPE DE TRAVAIL

N° de cat.	Désignation	Bota- nique	Écologie	Microbi- ologie	Physi- ologie sensorielle	Chroma- tographie
MIK746106	Microscope BMS D1-211 ePlan monoculaire		x	x		
661 161	Flacon cylindro-conique, avec bouchon à visser en polyéthylène, 100 ml					x
662 048	Oculaire micrométrique		x			
662 190	Stéréomicroscope LD PRO 40		x			
662 199	Micromètre objectif		x			
662 2861	Pompe d'aquarium		x			
662 287	Tuyau pour 662 2861		x			
662 288	Pierre à air pour aquarium		x			
664 074	Tube à réaction, 180 x 20 mm Ø					x
664 243	Fiole d'Erlenmeyer à col étroit, 250 ml					x
664 255	Fiole d'Erlenmeyer à col rodé, 250 ml					x
665 202	Tubes en verre, lot de 10			x		
665 578	Vaporisateur de réactifs (sans gaz propulseur)					x
666 683	Trépied, 26 cm x 14 cm Ø			x		
666 685	Toile calorifuge			x		
666 7061	Bec Teclu, gaz naturel, flamme pilote	x	x	x		x
666 729	Tuyau à gaz de sécurité, 10 mm	x	x	x		x
667 183	Tuyau en caoutchouc, 1 m, 8 mm		x			
667 228	Bouchon en verre, clair, RN 29/32					x
667 253	Bouchon en caoutchouc, plein, 14-18 mm Ø					x
667 260	Bouchon en caoutchouc, plein, 25-31 mm Ø					x

## ACCESSOIRES NÉCESSAIRES PAR LABORATOIRE

N° de cat.	Désignation	Bota- nique	Écologie	Microbi- ologie	Physi- ologie sensorielle	Chroma- tographie
662 410	Moteur à régulation de l'entraînement				x	
662 411	Jeu de 6 disques à motif				x	
662 412	Jeu de 3 disques de couleurs				x	
662 416	Jeu d'images (en noir et blanc)				x	
662 419	Classeur pour images (avec 5 pochettes transparentes)				x	
662 420	Modèles pour l'étude des illusions optiques et haptiques				x	
662 850	Autoclave			x		
662 851	Autocuisseur, 6 l		x			
665 635	Lampe d'analyse UV			x		x
666 502	Support pour bec Bunsen, hauteur 450 mm				x	
666 735	Sèche-cheveux					x
666 787	Plaque chauffante			x		
666 8032	Étuve sans minuterie, 32 l			x		
666 844	Portoir de tubes à essais pour bain-marie					x
666 849	Bain-marie, 2 l					x
668 381	LIT : Tableaux pour tester le sens des couleurs					x
SAP P401	Balance PP-401 Pocket Pro				x	
SAV IC212	Balance VICON VIC-212	x	x			
SAV IC212	VICON-Waage VIC-212			x		

### MATÉRIEL CONSOMMABLE

N° de cat.	Botanique
661 750	Lot de produits chimiques Botanique
675 3550	Coton hydrophile, 200 g
661 032	Filtre rond, 90 mm Ø, 100 feuilles
661 080	Papier de chlorure de cobalt, 2 x 7 cm, 200 bandes
661 081	Feuille d'aluminium, 1 rouleau de 10 m
N° de cat.	Écologie
661 751	Lot de produits chimiques Écologie
661 032	Filtre rond, 90 mm Ø, 100 feuilles
667 6041	Sacs pour l'élimination de bactéries et microorganismes, lot de 10
674 4050	Gélose pour dénombrement (Plate Count Agar ou PCA)
N° de cat.	Microbiologie
661 752	Lot de produits chimiques Microbiologie
667 6041	Sacs pour l'élimination de bactéries et microorganismes, lot de 10
661 081	Feuille d'aluminium, 1 rouleau de 10 m
661 032	Filtre rond, 90 mm Ø, 100 feuilles
675 3550	Coton hydrophile, 200 g
N° de cat.	Chromatographie
661 753	Lot de produits chimiques Chromatographie
661 049	Feuilles prêtes à l'emploi pour la chromatographie sur couche mince – support plastique
661 063	Filtre papier pour la chromatographie
661 065	Feuilles prêtes à l'emploi pour la chromatographie sur couche mince – support plastique
661 0771	Étiquettes de signalisation des dangers

### PRODUITS CHIMIQUES

Le tableau synoptique suivant récapitule les produits chimiques requis pour chacun des complexes thématiques. Les produits chimiques constitutifs des lots de produits chimiques peuvent aussi être commandés séparément.

N° de cat.	Désignation	Quantité	Botanique	Chroma- tographie	Écologie	Micro- biologie
670 0420	Acétone, chimiquement pur	2,5 l		x		
670 1300	Acide malique DL	10 g		x		
670 1610	Agar-agar	100 g				x
670 2100	Alanine DL	10 g		x		
670 2920	Oxyde d'aluminium, S, activé neutre	250 g		x		
670 3650	Solution ammoniacale, diluée (env. 2 mol/l)	500 ml		x	x	
670 4300	Sulfate d'ammonium ferreux	50 g		x		
670 4900	Sulfate d'ammonium	250 g		x		
670 6820	Solution d'acide aspartique à 1%	50 ml		x		
670 8210	Essence, 100 °C-140 °C	500 ml		x		
671 0750	Bleu de bromothymol-lactose-agar	für 1 l				x
671 0800	Solution de bleu de bromothymol	50 ml			x	
671 1010	1-butanol	1 l		x		
671 2310	Carbonate de calcium, précipité	500 g		x		
671 3931	Cellulose, poudre pour la chromatographie sur colonne	500 g		x		
671 5000	Cholestérol	5 g		x		
671 5600	Acide citrique hydraté	100 g		x		
671 8700	Chlorure ferrique hexahydraté	50 g		x		
6719330	Solution d'éosine	50 ml	x			
671 9520	Acide acétique, 99 %-100 %	1 l		x		
671 9550	Acide acétique, dilué (env. 2 mol/l)	500 ml		x		
671 9730	Éthanol, complètement dénaturé	2,5 l		x		

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.3 SCIENCE KITS ADVANCED BIOLOGIE

N° de cat.	Désignation	Quantité	Botanique	Chroma- tographie	Écologie	Microbi- ologie
671 9740	Éthanol, solvant	250 ml			x	x
672 0700	Fructose D(-)	50 g		x		
672 0850	Galactose D(+)	25 g		x		
672 0900	Gélatine, poudre	50 g		x		
672 0970	Gypse calciné, pur	500 g	x			
672 1010	Laine de verre	100 g		x		
672 1100	Glucose D(+)	100 g		x		
672 1180	Acide glutamique L(+)	50 g		x		
672 1200	Glycérine, 99 %	100 ml		x	x	
672 1300	Glycine (glycocolle)	50 g		x		
672 1700	Urée	100 g			x	
672 3900	Solution d'iode de potassium iodée selon Lugol	100 ml				x
672 6000	Hexacyanoferrate (II) de potassium	50 g		x		
672 6100	Hexacyanoferrate (III) de potassium	50 g		x		
672 7580	Solution de carbol-fuchsine selon Ziehl-Neelsen	100 ml			x	
672 7590	Solution de phénol et de violet de gentiane selon Gram	100 ml				x
672 7791	Gel de silice G pour la chromatographie sur couche mince, 500 g	500 g		x		
672 9650	Solution de sulfate de cuivre, 1 %	50 ml	x			
672 9960	Solution de tournesol selon Kubel-Tiemann	250 ml		x		
673 0100	Lactose D(+)	100 g		x		
673 0240	Solution de leucine, 0,1 %	250 ml		x		
673 0830	Lysozyme	2,5 g				x
673 2000	Maltose	50 g		x		
673 2910	Bleu de méthylène	25 g		x		
673 2920	Solution de bleu de méthylène selon Löffler	100 ml		x		
673 5700	Chlorure de sodium	250 g		x	x	
673 5730	Solution de chlorure de sodium, physiologique, stérile	500 ml				x
673 5800	Citrate de sodium	250 g		x		
673 9330	Réactif à la ninhydrine	50 ml		x		
674 0000	Acide oléique	50 ml		x		
674 0500	Acide palmitique	50 g		x		
674 0750	Paraffine, molle	250 g	x			
674 0800	Paraffine, épaisse	100 ml	x	x		
674 2100	Kérosène, pur	100 ml			x	
661 073	Papier réactif pour la détermination du pH 0 à 14, bandelettes	200 St.		x		
674 3950	Support de culture pour champignons	für 1 l				x
674 4050	Gélose de dénombrement (Plate-Count-Agar)	für 1 l			x	x
674 4300	Solution de proline, 1 %	100 ml		x		
674 4310	1-propanol	250 ml		x		
674 6050	Saccharose D(+)	100 g		x		
674 6170	Solution de safranine	100 ml				x
674 6760	Acide hydrochlorique concentré, 25 %	1 l		x		
674 6800	Acide hydrochlorique, 10 %	500 ml		x		
662 315	Lot de 4 souches bactériennes					x
674 7920	Acide sulfurique, dilué, env. 2 N (-10 %)	500 ml		x		
674 8210	Sable marin, épuré	1 kg		x		
661 091	Pierres facilitant l'ébullition, sorte A	100 g		x		x
674 9200	Amidon, soluble	100 g		x		
674 9300	Acide stéarique	25 g		x		
675 1650	Réactif de Tillmann	50 ml		x		
675 2520	Solution de tyrosine, 1 %	50 ml		x		
675 2550	Indicateur universel, liquide	50 ml		x	x	
675 3100	Vaseline	50 g	x			
675 3270	Vitamine C (acide ascorbique)	50 g		x		
675 3550	Coton hydrophile	200 g		x	x	

# COMPLÉMENTS

## KIT D'EXPÉRIMENTATION MAGNÉTISME – ÉLECTRICITÉ – ÉLECTRONIQUE



### Boîte d'expérimentation pour l'élève Magnétisme – Électricité – Électronique

Matériel pour la réalisation d'expériences dans le second cycle sur les complexes thématiques Électricité / Électronique / Champs magnétiques. Tous les composants et appareils requis sont rangés dans une boîte compartimentée.

#### Matériel livré

Composants sur platines  
Bobines  
Générateur de fonctions  
Amplificateur de mesure  
Redresseur de mesure  
Sonde de champ magnétique  
Aimants  
Noyaux en fer  
Plaques de condensateur  
Matériel support  
Câbles d'expérimentation

Complément nécessaire :  
Alimentation CA 12 V et multimètre

585 510	Boîte d'expérimentation pour l'élève Magnétisme – Électricité – Électronique
---------	---

#### Thèmes :

Montage en série et en parallèle  
Charge et décharge de condensateurs  
Circuits de résonance  
Transformateur  
Induction électromagnétique  
La force dans le champ magnétique  
Mesure du champ magnétique terrestre  
Champ d'une bobine traversée par un courant  
Caractéristique d'une diode  
Caractéristique d'une cellule solaire  
Capacité d'un condensateur à plaques  
Constantes diélectriques

### LIT : boîte d'expérimentation pour l'élève Magnétisme – Électricité – Électronique

Manuel pédagogique pour la réalisation d'expériences avec la boîte d'expérimentation Magnétisme - Électricité - Électronique (585 510). Description de 10 expériences choisies.

585 511 FR	LIT : Boîte d'expérimentation pour l'élève Magnétisme – Électricité – Électronique
------------	---

### Poste de travail Électrochimie

Dimensions (plateau) : 46 cm x 31 cm

#### Matériel livré

- 2 blocs en plastique résistant. Ils se séparent et se nettoient facilement. Du papier filtre intercalé entre les blocs sert de diaphragme. Quatre éléments galvaniques peuvent être montés simultanément.
- 18 électrodes (plaques de 28 mm x 43 mm) adaptées aux blocs, en 7 matériaux différents : Cu (4x), Zn (4x), Fe (2x), Ag (3x), C (graphite, 2x), Pt (électrode réticulaire, 1x), Ni (électrode réticulaire, 2x)
- 2 pastilles en plastique et 1 ruban en Mg pour la fabrication d'électrodes au magnésium
- 3 boîtes pour les électrodes devant être conservées dans un liquide
- 1 pierre ponce pour nettoyer les électrodes
- 1 jeu de diaphragmes en papier (100 feuilles)
- 4 pipettes compte-gouttes avec tétines en caoutchouc

664 395 Poste de travail Électrochimie

### Lot de produits chimiques pour l'électrochimie

Comprend les 17 produits chimiques les plus utilisés pour les expériences en électrochimie. Le lot suffit pour environ 5 groupes de travail.

661 125 Lot de produits chimiques pour l'électrochimie

### Unité de mesure pour le poste de travail Électrochimie

L'unité de mesure se place dans le logement du poste de travail prévu à cet effet pour ainsi pouvoir réaliser des mesures. Cet appareil de mesure s'utilise aussi indépendamment du poste de travail Électrochimie.

Dimensions : 21 cm x 11 cm

#### Matériel livré

- 1 unité de mesure pour des mesures sans courant d'une tension de 1 mV à 10 V, commutable sur 7 gammes de mesure (résistance interne d'env. 108 Ω)
- 1 moteur à disque comme indicateur du courant (max. 3 V), sert à illustrer le passage du courant dans le cas de piles à combustible
- 4 câbles de connexion avec pinces crocodiles
- 1 adaptateur secteur pour le branchement sur du 230 V

664 394 Unité de mesure pour le poste de travail Électrochimie

### Couvercle transparent, PVC

Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Électrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381 Couvercle transparent, PVC

### Électrode de pH combinée

Grâce à son corps en plastique incassable, convient particulièrement bien pour des mesures du pH sur le terrain ; avec connecteur DIN de 13 mm de diamètre.

667 417 Électrode de pH combinée

### LIT : Poste de travail électrochimie, français

32 pages, A4 ; manuel pédagogique avec cours complet en « électrochimie » pour le deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Inclut toutes les bases théoriques et l'analyse des 16 expériences réalisables avec le poste de travail Électrochimie avec, dans la partie enseignant, les corrigés et les feuilles de travaux pratiques à photocopier pour les élèves, dans classeur avec CD, en français.

668 42FR LIT : Poste de travail électrochimie, français

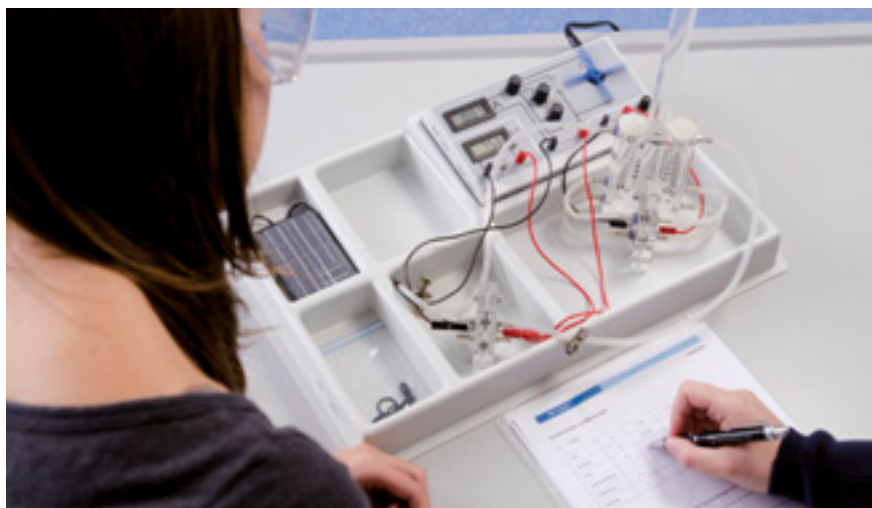
## POSTE DE TRAVAIL ÉLECTROCHIMIE

#### Thèmes :

- Potentiels électrochimiques
- La pile Daniell
- Mesures de la tension sur des couples voltaïques simples
- Potentiels standard des métaux et non métaux
- Potentiel standard du couple redox  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$
- L'équation de Nernst – effet de la concentration sur les potentiels
- La détermination de produits de solubilité et de constantes de dissociation
- La détermination du potentiel d'une électrode d'argent/de chlorure d'argent
- pH et potentiels d'oxydoréduction
- Mesure des pH de différentes solutions salines
- Titration acido-basique
- Titration d'oxydoréduction
- Électrochimie appliquée
- La pile Leclanché
- Piles à combustible
- La corrosion électrochimique du fer



### POSTE DE TRAVAIL PILE À COMBUSTIBLE



#### Thèmes :

Électrolyse de l'eau  
Étude de l'électrolyseur et de la pile à combustible  
Caractéristique et rendement d'un électrolyseur  
Caractéristique et rendement d'une pile à combustible  
Dérivation de la première loi de Faraday sur la pile à combustible  
Étude du rendement total du système Électrolyseur/pile à combustible  
Influence de l'éclairage sur le courant photoélectrique d'une cellule solaire  
Influence de l'angle d'orientation pour les cellules solaires

#### Poste de travail Pile à combustible

Le poste de travail Pile à combustible comprend - hormis l'unité de mesure - tout le matériel nécessaire à la réalisation d'expériences sur le thème des piles à combustible, des technologies de l'hydrogène et des énergies nouvelles. Le panneau solaire génère le courant pour l'électrolyse de l'eau dans l'électrolyseur. Les gaz ainsi générés sont ensuite amenés à la pile à combustible. Le poste de travail permet à la fois le rangement et l'expérimentation. Un emplacement spécialement prévu à cet effet permet d'utiliser l'unité de mesure (667 4041) nécessaire en supplément. Cet appareil sert à mesurer le courant et la tension ; il met en outre un moteur et une ampoule à disposition comme consommateurs.

Caractéristiques techniques :

- Pile à combustible PEM (667 4042)  
Tension à vide : 0,9 V  
Courant max. : 1,5 A  
Puissance max. : 0,6 W  
Dimensions : 50 mm x 60 mm x 60 mm  
Masse : 100 g
- Électrolyseur PEM avec réservoir à gaz (667 4043)  
Tension d'alimentation : 1,6 ... 2,5 V  
Courant : max. 0,5 A  
Génération de gaz : env. 4 ml/min de H<sub>2</sub>, 2 ml/min de O<sub>2</sub>  
Dimensions : 100 mm x 125 mm x 90 mm  
Masse : 300 g
- Panneau solaire (578 623)  
Tension à vide : 4,5 V  
Courant max. : 100 mA  
Puissance : 250 mW  
Dimensions : 95 mm x 65 mm x 10 mm  
Masse : 70 g
- Plateau de rangement : 46 cm x 31 cm

667 404 Poste de travail Pile à combustible

#### LIT : Poste de travail Pile à combustible

Descriptions d'expériences réalisables avec le poste de travail Pile à combustible (667 404) et l'unité de mesure S (667 4041), 74 pages, A4. Contient outre les bases théoriques 14 expériences sur les technologies piles à combustible, hydrogène et solaire photovoltaïque, avec des fiches de TP pour les élèves et des informations pour l'enseignant.

669 583 LIT : Poste de travail Pile à combustible

#### Unité de mesure S

L'unité de mesure est spécialement conçue pour le poste de travail Pile à combustible (667 404) et le poste de travail Electrochimie (664 395). Elle permet la mesure numérique du courant et de la tension d'éléments galvaniques, de piles à combustible ou de toute autre source de courant. Outre deux consommateurs (moteur et ampoule), elle comprend une décade de résistances permettant la charge précise des éléments et le relevé de caractéristiques. Une sortie de tension avec courant réglable peut par ex. être utilisée pour le fonctionnement de l'électrolyseur en vue de la déduction de la loi de Faraday.

- Mesure de la tension :  
0 ... 2 V CC ; résolution : 0,001 V  
0 ... 20 V CC ; résolution : 0,01 V
- Mesure du courant :  
0 ... 2 A CC ; résolution : 0,001 A
- Sortie de tension : max. 18 V CC
- Régulation du courant : 50 ... 500 mA
- Décade de résistances : 0 ... 200 Ω
- Moteur avec hélice : U<sub>max</sub> = 10 V
- Ampoule : U<sub>max</sub> = 1,5 V
- Alimentation en tension : par adaptateur secteur 12 V CA/1,6 A (fourni)
- Dimensions : 21 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 350 g

#### Matériel livré :

Unité de mesure S  
Adaptateur secteur  
3 câbles rouges de 30 cm  
3 câbles noirs de 30 cm

667 4041 Unité de mesure S

#### Couvercle transparent, PVC

Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Electrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381 Couvercle transparent, PVC

NOUVEAU !

## KIT D'EXPÉRIMENTATION ÉNERGIE

Collection EN 1 Science Kit Advanced

### Matériel livré

1 condensateur 1	458 210
1 corps rayonnant	458 300
1 douille E10	458 110
1 ampoule 4 V / 40 mA	de 505 07
1 panneau solaire, 2 V / 150 mA	458 310
1 support pour piles	458 200
2 pinces crocodiles	de 501 83
1 ampoule 2,5 V / 0,1 A	de 505 11
2 thermomètres agitateurs	382 21
1 bécher	664 123
1 thermoplongeur, 12 V / 11 W	590 48
1 lampe halogène, 12 V / 20 W	458 100
1 masse marquée	de 340 85
1 générateur de vent	458 500
1 éolienne	458 510
1 bobine de fil (458 500)	de 688 158
2 cavaliers (458 310, 458 200)	539 000
1 chronomètre numérique	LDS00001
1 fil de lin	de 686 51 ET2
1 éolienne (458 510)	de 688 158
1 rail métallique de précision	460 82
3 cavaliers	de 460 95 ET5
1 électrode de cuivre en plaque (458 400)	de 591 53
1 électrode de zinc en plaque (458 400)	de 591 54
1 cuve	458 400
1 élément Peltier	458 410
1 plateau S33 étiqueté avec couvercle	

588 836 S

Collection EN 1 Science Kit Advanced

### Thèmes:

#### Stockage de l'énergie

Montage en série de piles  
Les piles en cas de sollicitation  
Charge d'un condensateur et alimentation d'un moteur  
Observation de l'énergie à la charge d'un condensateur  
Observation de l'énergie à la décharge d'un condensateur

#### Énergie solaire

Absorption du rayonnement thermique  
Alimentation d'un moteur par un panneau solaire  
Assemblages de cellules solaires  
Étude de l'intensité d'un panneau solaire en fonction de la distance  
Étude de l'intensité d'un panneau solaire en fonction de l'angle d'incidence des rayons solaires

#### Énergie calorifique

Puissance électrique et énergie  
Échauffement de l'eau  
Étude d'un élément Peltier comme pompe à chaleur  
Étude d'un élément Peltier comme source de tension

#### Énergie mécanique

Levée d'une masse marquée et alimentation d'une lampe  
Mesure de la tension aux bornes d'une éolienne  
Éolienne avec un nombre variable de pales

#### Énergie chimique

Charge d'un accumulateur et alimentation d'un moteur

#### Rendement

Fonctionnement d'une lampe alimentée par un générateur  
Fonctionnement d'une lampe alimentée par un panneau solaire



Des thèmes fondamentaux actuels de la physique tels que la conversion et le stockage de l'énergie peuvent être étudiés à l'aide d'expériences qualitatives et quantitatives probantes. Le kit d'expérimentation convient parfaitement pour la réalisation d'expériences sur l'énergie éolienne et solaire. Une série de processus de transformation énergétique (ou chaînes de conversion) permet d'expliquer de façon claire et concise la notion de « perte » d'énergie et de rendement associé.

### COLLECTIONS ET DOCUMENTATION

N° de cat.	Science Kit Advanced	
------------	----------------------	--

#### RANGEMENT PAR COLLECTION

588 801 S	Collection BMC 1	Base Mécanique / Chaleur 1
588 802 S	Collection BMC 2	Base Mécanique / Chaleur 2
588 811 S	Collection MEC 1	Mécanique 1
588 812 S	Collection MEC 2	Mécanique 2
588 813 S	Collection MEC 3	Mécanique 3
588 814 S	Collection MEC 4	Mécanique 4
588 815 S	Collection MEC 5	Mécanique 5
588 831 S	Collection CAL 1	Chaleur 1
588 860 S	Collection MAG 1	Magnétisme 1
588 73 S	Collection ESA 1	Électrostatique 1
588 74 S	Collection ESA 2	Électrostatique 2
588 871 S	Collection BEL	Base Électricité
588 875 S	Collection ELI 1	Électricité 1
588 876 S*	Collection ELI 2	Électricité 2
588 877 S*	Collection ELI 3	Électricité 3
588 873 S*	Collection ELC 1	Électrochimie 1
588 881 S	Collection ELO 1	Électronique 1
588 882 S	Collection ELO 2	Électronique 2
588 883 S	Collection ELO 3	Électronique 3
588 845 S	Collection OPL	Optique avec la boîte à lumière
588 840 S	Collection BOP	Base Optique
588 841 S	Collection OPT 1	Optique 1
588 842 S*	Collection OPT 2	Optique 2
588 843 S*	Collection OPT 3	Optique 3
588 844 S	Collection OPT 4	Optique 4
588 855 S	Collection RAD	Radioactivité 1

\* sans rangement

#### RANGEMENT PAR COMPOSANTS

588 801 B	Collection BMC 1	Base Mécanique / Chaleur 1
588 802 B	Collection BMC 2	Base Mécanique / Chaleur 2
588 811 B	Collection MEC 1	Mécanique 1
588 812 B	Collection MEC 2	Mécanique 2
588 813 B	Collection MEC 3	Mécanique 3
588 814 B	Collection MEC 4	Mécanique 4
588 815 B	Collection MEC 5	Mécanique 5
588 831 B	Collection CAL 1	Chaleur 1
588 860 B	Collection MAG 1	Magnétisme 1
588 73 B	Collection ESA 1	Électrostatique 1
588 74 B	Collection ESA 2	Électrostatique 2
588 871 B	Collection BEL	Base Électricité
588 875 B	Collection ELI 1	Électricité 1
588 876 B	Collection ELI 2	Électricité 2
588 877 B	Collection ELI 3	Électricité 3
588 873 B	Collection ELC 1	Électrochimie 1
588 881 B	Collection ELO 1	Électronique 1
588 882 B	Collection ELO 2	Électronique 2



## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

588 883 B	Collection ELO 3	Électronique 3
588 845 B	Collection OPL	Optique avec la boîte à lumière
588 840 B	Collection BOP	Base Optique
588 841 B	Collection OPT 1	Optique 1
588 846 B	Collection Boîte à lumière	Boîte à lumière (pour 588 841 B)
588 842 B	Collection OPT 2	Optique 2
588 843 B	Collection OPT 3	Optique 3
588 844 B	Collection OPT 4	Optique 4
588 855 B	Collection RAD	Radioactivité 1

### COMPLÉMENTS

588 836 S	Collection EN 1 Science Kit Advanced	Énergie
667 404	Poste de travail Pile à combustible	Pile à combustible
667 4041	Unité de mesure S	
664 395	Poste de travail Electrochimie	Électrochimie
664 394	Unité de mesure	
667 417	Électrode de pH combinée	
661 125	Lot de produits chimiques	
588 510	Boîte d'expérimentation MEE	Magnétisme - Électricité - Électronique

### DOCUMENTATION

588 00 FR		CD : Document Center Science Kits Advanced Physique
588 11 FR		1.1 Méthodes de mesure, ...
588 12 FR		1.2 Forces, machines simples
588 13 FR		1.3 Oscillations et ondes
588 14 FR		1.4 Mouvements linéaires
588 15 FR		1.5/1.6 Mouv. linéaires avec mesure du temps
588 21 FR		2.1 Chaleur
589 163	588 31 FR	3.1 Électrostatique
589 173	588 32 FR	3.2 Champs électriques
588 33 FR		3.3 Magnétisme
588 34 FR		3.4 Circuits électriques de base
588 35 FR		3.5 Électromagnétisme
588 36 FR		3.6 Moteurs
588 37 FR		3.7 Electrochimie
588 41 FR		4.1 Électronique
588 433	588 42 FR	4.2 Transistors
588 443	588 43 FR	4.3 Optoélectronique
588 51 FR		5.1 Boîte à lumière
588 52 FR		5.2 Optique géométrique
588 223	588 53 FR	5.3 Théorie des couleurs
589 253	588 54 FR	5.4 Diffraction
589 263	est intégré à 588 54 FR	Interférence
589 273	588 55 FR	5.5 Polarisation
588 48 FR	588 61 FR	6.1 Radioactivité
		<b>Compléments</b>
588 25 FR		2.5 Énergie
669 583		Poste de travail Pile à combustible
668 113		Initiation à l'électrochimie, version enseignant
668 423		Travaux pratiques en électrochimie, version élève
585 511 FR		Boîte d'expérimentation pour l'élève MEE

# TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## AVEC LE SYSTÈME DE COMPOSANTS BST

### ÉLECTRICITÉ / ÉLECTRONIQUE



Des boîtes spéciales permettent un rangement clair et le transport aisé des composants et des accessoires. Les boîtes de rangement font partie du matériel livré avec les collections.

## LES AVANTAGES EN UN COUP D'ŒIL

- Tous les éléments peuvent être assemblés à l'aide de composants conducteurs et de cavaliers ou par des câbles d'expérimentation.
- Les composants conducteurs et les cavaliers permettent de réaliser des montages très clairs et conformes aux schémas de câblage.
- Les composants pour travaux pratiques ne glissent pas sur la table grâce à des pieds en caoutchouc.
- Il est possible de remplacer facilement les circuits pour la maintenance.
- Tous les thèmes sont accompagnés d'une documentation pédagogique.
- Les composants existent aussi en version démonstration pour tableau magnétique.



## THÈMES

### Circuit électrique simple

Circuit électrique simple – fonctionnement d'un interrupteur  
 Montage en série d'ampoules  
 Montage en parallèle d'ampoules  
 Mesure du courant dans le circuit électrique simple  
 Mesure de la tension dans le circuit électrique simple  
 Montage en série de piles  
 Montage en parallèle de piles

### Commutateurs dans le circuit électrique

Commutation  
 Circuit va-et-vient  
 Circuit ET  
 Circuit OU  
 Disjoncteur à bilame

### Conducteurs et isolants

Le courant électrique dans les solides  
 Le courant électrique dans les liquides

### Résistance électrique

Loi d'Ohm  
 La relation entre la résistance et la longueur d'un fil métallique  
 La relation entre la résistance et la section d'un fil métallique  
 Influence du matériau d'un fil métallique sur sa résistance  
 Montage en série de résistances  
 Montage en parallèle de résistances  
 Variation de résistance d'une ampoule  
 Fusible

### Électromagnétisme et induction

Modèle d'électroaimant  
 Modèle de relais  
 Modèle de sonnette électrique  
 Disjoncteur magnétique  
 Induction électromagnétique (f.é.m. d'induction) avec deux bobines  
 Transformation de la tension  
 Transformation du courant

### Moteurs et générateurs

Générateur de tension alternative et de tension continue  
 Moteur à courant continu simple  
 Sens de rotation du rotor  
 Moteur pour le courant continu et alternatif

### La sécurité électrique domestique

Surcharge engendrée par un court-circuit  
 Surcharge engendrée par un consommateur  
 Contact bipolaire/unipolaire  
 Court-circuit à la masse  
 Séparation de sécurité  
 Très basse tension de sécurité  
 Double isolation  
 Conducteur de protection  
 Commutateur d'éclairage dans l'installation électrique domestique

## LIT : Électricité et électronique avec le Système de composants BST, travaux pratiques

67 descriptions d'expériences pour les élèves avec le système de composants BST. Documents à photocopier pour les élèves et pour l'enseignant dans classeur

Thèmes :

- Circuit électrique simple
- Commutateurs dans le circuit électrique
- Conducteurs et isolants
- Résistance électrique
- Condensateurs
- Applications de l'électromagnétisme
- Transformateurs
- Moteurs et générateurs
- Sécurité électrique
- Résistances spéciales
- Diodes semi-conductrices
- Cellule solaire
- Transistors
- Applications avec le transistor

539 513 FR

LIT : Électricité et électronique avec le Système de composants BST, travaux pratiques



La feuille de travail pour l'élève sert de fil conducteur et guide l'élève dans sa démarche expérimentale.



La feuille de travail pour l'enseignant est le parfait descriptif de la démarche expérimentale avec les résultats, les courbes et les réponses : un soutien précieux pour l'enseignant.

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.5 SYSTÈME DE COMPOSANTS BST ÉLECTRICITÉ / ÉLECTRONIQUE

### CONTENU DES COLLECTIONS

Tous les plateaux de rangement sont livrés étiquetés. Peu importe que le matériel soit rangé par collection ou par composants, un plan de rangement permet de faire un inventaire rapide et de s'assurer que rien ne manque.

Désignation	N° de cat.	Circuit électrique simple	Commutateurs dans le circuit électrique	Conducteurs et isolants	Résistance électrique	Électromagnétisme	Moteurs et générateurs	Sécurité électrique
		<input type="checkbox"/> 539 170S	<input type="checkbox"/> 539 171S	<input type="checkbox"/> 539 172S	<input type="checkbox"/> 539 173S	<input type="checkbox"/> 539 174S	<input type="checkbox"/> 539 179S	<input type="checkbox"/> 539 180S
		<input type="checkbox"/> 539 170B	<input type="checkbox"/> 539 171B	<input type="checkbox"/> 539 172B	<input type="checkbox"/> 539 173B	<input type="checkbox"/> 539 174B	<input type="checkbox"/> 539 179B	<input type="checkbox"/> 539 180B
Douille E10, BST S	539 124	2						
Interrupteur à bascule, BST S	539 125	1	1					
Porte-piles, BST S	539 153	2						
Ampoules 6 V	de 505 15	2						
Ampoules 2,5 V	de 505 11	2						
Commutateur, BST S	539 126		2					
Connecteur adaptateur, BST	539 060			2				
Jeu de conducteurs/isolants, BST	539 063			1				
Cuvette, BST S	539 165			1				
Paire d'électrodes, BST	539 066			1				
Pince crocodile	de 501 861			2				
Ressort à lame, BST	539 064			1				
Lames de contact, BST	de 539 061 ET10			1				
Bilame, BST	539 062			1				
Résistance 47 Ω, BST S	539 108				1			
Résistance 100 Ω, BST S	539 109				2			
Potentiomètre 220 Ω, BST S	539 119				1			
Plaque pour enroulement de fil	567 18				1			
Fil résistif (constantan) 0,35 mm Ø	550 42				1			
Fil résistif (nickel-chrome) 0,35 mm Ø	550 47				1			
Fil résistif (nickel-chrome) 0,25 mm Ø	550 46				1			
Porte-bobine, BST S	539 152					2		
Bobine à 500 spires	590 83					1		
Bobine à 1000 spires	590 84					1		
Noyau de transformateur, décomposable	593 21					1		
Aimant droit	de 510 50 ET2					1		
Barres magnétisables	de 510 54 ET2					4		
Stator	579 45						1	
Rotor bobiné	579 46						1	
Rotor aimanté	579 48						1	
Couronne porte-balais	579 47						1	
Poulie 100 mm Ø, enfichable	de 340 921 ET2						1	
Fiche de couplage, 4 mm	de 340 89 ET5						1	
Corde élastique, L = 3 m	de 686 57ET5						1	
Porte-moteur et générateur, BST S	539 154						1	
Raccord BST S, angle à 90 °	539 104						2	
Raccord BST S, droit, 1 douille	539 102						1	
Cavalier, BST	539 000						3	
Modèle prise de courant, BST S	539 186							1
Modèle fusible, BST S	539 187							1
Consommateur avec boîtier, BST S	539 188							1
Modèle corps humain, BST S	539 189							1
Conducteurs PE, N, L, BST S	539 190							1
Boîte de rangement S12-FN	648 03							1
Séparation ZW 12	648 04							4
Plateau de rangement S24-FN	648 07						1	
Séparation ZW 24	648 08						4	
Plateau de rangement S33, BST	539 069	1					1	

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.5 SYSTÈME DE COMPOSANTS BST ÉLECTRICITÉ / ÉLECTRONIQUE

### CONTENU DES COLLECTIONS

Tous les plateaux de rangement sont livrés étiquetés Peu importe que le matériel soit rangé par collection ou par composants, un plan de rangement permet de faire un inventaire rapide et de s'assurer que rien ne manque.

Désignation	N° de cat.	Bases de l'électronique	Le transistor dans un circuit électronique	Composants conducteurs	Câbles de connexion	Câbles de connexion Sécurité électrique
		539 175S	539 176S	539 177S	539 078	539 081
		539 175B	539 176B	539 177B		
Résistance 470 Ω, BST S	539 110	1				
Résistance 1 kΩ, BST S	539 111	1				
Résistance 4,7 kΩ, BST S	539 112	1				
Résistance 10 kΩ, BST S	539 113	1				
Sonde à thermistance CTN	539 121	1				
Sonde à thermistance CTP 30 Ω	539 122	1				
Photorésistance LDR 05, BST S	539 120	1				
Condensateur 100 µF, BST S	539 129	1				
Condensateur 470 µF, BST S	539 130	1				
Diode 1N4007, BST S	539 135	1				
Diode électroluminescente rouge, BST S	539 137	1				
Diode électroluminescente verte, BST S	539 138	1				
Cellule solaire, BST S	539 142	2				
Résistance 47 kΩ, BST S	539 114		1			
Résistance variable 10 kΩ, BST S	539 115		1			
Condensateur 1 µF, BST S	539 131		1			
Diode électroluminescente pour fibre optique	539 140		1			
Transistor BD 137, BST S	539 143		1			
Transistor BD 138, BST S	539 144		1			
Phototransistor pour fibre optique	539 147		1			
Haut-parleur, BST S	539 149		1			
Microphone, BST S	539 150		1			
Paire de fibres optiques	579 44		1			
Raccord BST S, droit	539 101			4		
Raccord BST S, droit, 1 douille	539 102			2		
Raccord BST S, droit, 2 douilles	539 103			3		
Raccord BST S, angle à 90°	539 104			8		
Raccord BST S, angle à 90° avec douille	539 105			2		
Raccord BST S, dérivation en T	539 106			2		
Raccord BST S dérivation en T / douille	539 107			3		
Cavalier, BST	539 000			30		
Câble d'exp. de sécurité 10 cm, noir	500 604				10	
Câble d'exp. de sécurité 25 cm, noir	500 614				4	
Câble d'exp. de sécurité 50 cm, noir	500 624				4	
Câble d'exp. de sécurité 10 cm, noir	500 604					3
Câble d'exp. de sécurité 10 cm, bleu	500 602					3
Câble d'exp. de sécurité 10 cm, jaune-vert	500 600					2
Câble d'exp. de sécurité 10 cm, rouge	500 601					1
Câble d'exp. de sécurité 50 cm, noir	500 624					3
Câble d'exp. de sécurité 50 cm, bleu	500 622					2
Câble d'exp. de sécurité 100 cm, jaune-vert	500 640					2
Cavalier de sécurité, vert/jaune	de 500 591					2
Plateau de rangement S33, BST	539 069	1	1	2		

Thèmes	Rangement	Collections
--------	-----------	-------------

Rangement par collection=S  
Rangement par composants=B



Circuit électrique simple	X								X	(X)
Commutateurs dans le circuit électrique	X	X							X	(X)
Conducteurs et isolants	X		X						X	(X)
Résistance électrique	X			X					X	(X)
Électromagnétisme et induction	X		X		X				X	(X)
Moteurs et générateurs	X				X		X		X	(X)
Sécurité électrique					X			X		
Bases de l'électronique	X					X			X	(X)
Le transistor dans un circuit électronique	X					X	X		X	(X)

( ) 539 078 en alternative pour 539 177

# TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

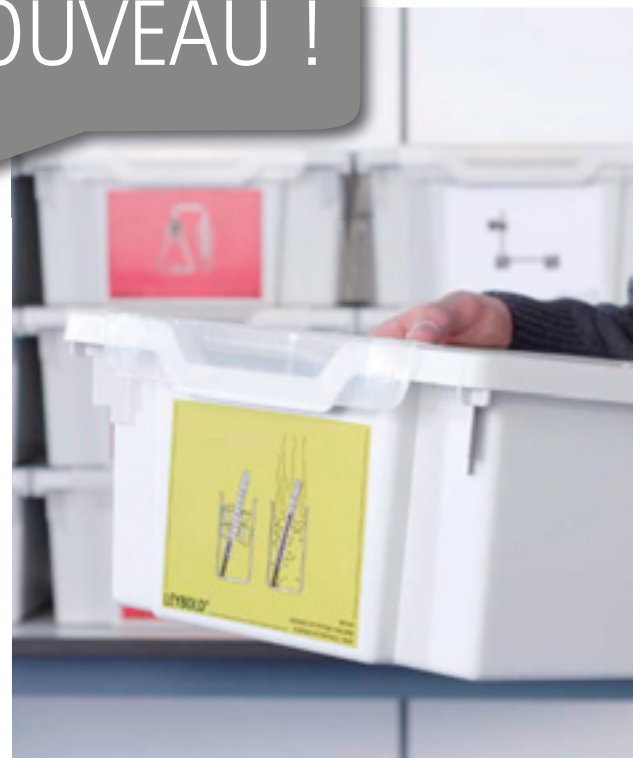


LES SCIENCE  
KITS POUR  
LE COLLÈGE  
ET LE LYCÉE

LE SYSTÈME POUR  
LES TRAVAUX PRATIQUES  
DANS L'ENSEIGNEMENT  
SECONDAIRE.

NOUVEAU !

- Robuste, simple et économique
- Documentation sur CD et disponible via le Document Center
- Utilisation avec CASSY



## DES BOÎTES COMPARTIMENTÉES AVEC PLAN DE RANGEMENT


permettent de faire un inventaire  
rapide du matériel et de s'assurer  
que rien ne manque.



PHYSIK


CHEMIE  
BIOLOGIE

TECHNIK



**LD DIDACTIC**

204 401 Basic Science Kit Physics – Base 309 14 762



<p>1 2 Stand rods, 45 cm..... 301 26</p> <p>2 1 Cord .....from 686 51 ET2</p> <p>3 1 Stand rods, 25 cm..... 301 26</p> <p>4 1 Digital Stopwatch..... LDS0001</p> <p>5 1 Dynamometer 1,5 N..... 314 01</p> <p>6 1 Measuring cylinder, 100 ml...from 590 08 ET2</p> <p>7 1 Beaker, 250 ml..... 664 136</p> <p>8 2 Support clips.....from 314 04 ET5</p> <p>9 1 Overflow vessel..... 362 04</p>	<p>10 2 Clamping blocks MF..... 301 25</p> <p>11 1 Aluminium block ..... 362 32</p> <p>12 1 Set of 6 weights, 50 g..... 340 85</p> <p>13 2 Stand bases MF..... 301 21</p> <p>14 1 Dual scale..... 340 82</p> <p>15 1 Tape measure..... from 311 76 ET5</p>
--	--

LEYBOLD®

## RANGEMENT OPTIMAL SANS PERTE DE TEMPS ET À LA PORTÉE DES ÉLÈVES

## FEUILLE DE TRAVAIL POUR LES ÉLÈVES

Descriptions d'expériences brèves et  
concises qui guident l'élève dans la  
réalisation de l'expérience.


PK 3.1.2.5

**Basic Science Kit - Physics** Action of an electroscope

Electricity Students' Work Sheet

**Object of the experiment**  
Knowing the setup and the action of an electroscope.

**Setup**



**Apparatus**

1	Electroscope S
1	PVC rod

**Carrying out the experiment**

- Cut a metallized stalk or a straw so that it fits into the electroscope (approx. 14 cm).
- Pierce the stalk perpendicularly with a pin near the middle. The pin must not stick exactly in the middle in order that the stalk stands vertically in the electroscope.
- Suspend the stalk in the electroscope as pointer with the pin as axle.

Note  
If the stalk does not stand vertically, either reverse it or pierce it with the pin somewhat farther away from the middle:

- Rub the PVC rod with cloth (e.g. clothes).
- Touch the electroscope with the PVC rod. If necessary, rub the PVC rod once more and touch the electroscope again. Make a note of your observation under item 1.).
- Touch the electroscope with your hand, and make a note of your observation under item 2.).
- Rub the PVC rod and touch the electroscope again.
- Breathe on the socket of the electroscope and make a note of your observation under item 3.).

Basic Science Kit Physics 12-QJ-2012  
 © by LD DIDACTIC GmbH | Leyboldstraße 1 | D-52544 Hirth | www.ld-didactic.com  
 Tel: +49-2233-634-0 | Fax: +49-2233-634-222 | E-Mail: info@ld-didactic.de | Technical alterations reserved  
 1

## DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE



# SCIENCE KITS BASIC PHYSIQUE

100  
EXPÉRIENCES

## MÉCANIQUE

Thèmes	Nombre d'expériences
Mesure de la longueur et du temps	6
Mesure de la masse et de la densité	4
Les forces	5
Leviers, poulies et plan incliné	8
Mouvements et oscillations	3

Nombre total d'expériences **26**

## ÉLECTRICITÉ

Thèmes	Nombre d'expériences
Électrostatique	4
Circuit électrique simple	6
Circuits électriques	11
Magnétisme	4
Électromagnétisme	5
Électrochimie	3

Nombre total d'expériences **33**

## OPTIQUE

Thèmes	Nombre d'expériences
Propagation de la lumière	2
Optique géométrique	7
Lentilles	5
Instruments d'optique	7
Couleurs	1

Nombre total d'expériences **22**

Env. 100 expériences simples permettent l'apprentissage des notions de base dans les domaines mécanique, chaleur, électricité et optique.

## HYDROSTATIQUE CHALEUR

Thèmes	Nombre d'expériences
La pression dans les liquides	4
Forces exercées sur des corps dans des liquides	5
Température	3
Dilatation thermique	3
Évaporation et condensation	1
Transfert de chaleur	3

Nombre total d'expériences **19**





Rendez-vous sur [www.ld-didactic.com](http://www.ld-didactic.com) pour vous informer sur les SCIENCE KITS BASIC CHIMIE et BIOLOGIE.

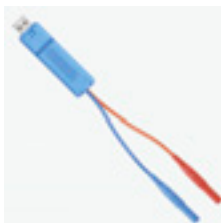
## ACQUISITION DES DONNÉES PAR ORDINATEUR POUR LES TRAVAUX PRATIQUES AVEC LES SCIENCE KITS BASIC



- Élaboration immédiate de tableaux et de diagrammes
- Utilisation de l'outil informatique pour l'exploitation scientifique

### MICRO-CASSY

- Branchement des capteurs directement au port USB (pas besoin d'interface supplémentaire)
- Plusieurs capteurs peuvent être utilisés en même temps
- Possibilité d'utilisation nomade avec un PC portable ou un ultra-portable
- Des capteurs pour



la tension



la température



l'intensité du courant



le pH



### CASSY LAB 2



#### LOGICIEL POUR LE TRAITEMENT ET L'EXPLOITATION DE DONNÉES

- Interface utilisateur adaptée aux besoins des élèves
- Fonction d'aide intuitive
- Reconnaissance automatique des capteurs raccordés
- Mises à jour gratuites

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.6 SCIENCE KITS BASIC



### BASE

204 401

2 tiges, 45 cm	301 28
1 cordon	de 686 51 ET2
1 tige, 25 cm	301 26
1 chronomètre	LDS00001
1 dynamomètre 1,5 N	314 01
1 éprouvette graduée, 100 ml	de 590 08 ET2
1 bécher, 250 ml	664 138
2 crochets de suspension	de 314 04 ET5
1 vase à trop-plein	362 04
2 blocs de noix	301 25
1 bloc en aluminium	362 32
1 jeu de 6 masses marquées, 50 g	340 85
2 embases	301 21
1 échelle double	340 82
1 mètre ruban	de 311 78 ET5



### MÉCANIQUE

204 402

1 jeu de masses marquées, 1 g ... 50 g	590 272
1 ressort à boudin 25 N/m	de 352 08 ET2
1 ressort à boudin 10 N/m	de 352 07 ET2
2 étriers	de 342 47 ET2
1 plan incliné S	341 221
1 jeu de 2 plateaux à étrier	342 47 ET2
1 pied à coulisse	311 53
1 dynamomètre 3 N	314 02
1 jeu de 2 éléments de jonction	340 930 ET2
1 bloc de friction	688 137
1 levier avec index	340 831
1 jeu de 2 poulies, 50 mm	340 911 ET2
1 jeu de 2 poulies, 100 mm	340 921 ET2
1 fiche de couplage	de 340 89 ET5
1 axe enfichable	de 340 811 ET2
1 crochet pour poulie	de 340 87 ET2
1 chariot	200 451
2 piles 1,5 V Mignon	de 685 44 ET4



### HYDROSTATIQUE / CHALEUR

204 403

1 bouchon percé	667 2545	1 tube en plastique, d = 25 mm	de 665 240 ET2
1 support double tube	de 362 29	1 tuyau en silicone	667 194 ou
1 bouchon	de 362 29		de 362 29
1 raccord	665 226	1 mini-entonnoir	de 309 83 ET5
1 brûleur à alcool	303 22	1 hélice	de 387 79 ET2
1 paire de sondes de rayonnement	384 5314	1 appareil pour l'étude de la capillarité	de 362 36 ET2
2 noix doubles	301 09	1 seringue	de 688 159
1 thermomètre -10°C ... 110°C	204 110	2 pinces universelles	666 555
1 thermomètre, non gradué	382 20	1 sonde manométrique	362 301
1 tube d'ascension, 40 cm	de 381 10 ET5	1 modèle de pompe	688 138
		1 colorant	309 42
2 tubes en plastique, L = 25 cm	de 362 29	1 fiole d'Erlenmeyer, 50 ml	664 248
1 aiguille métallique	de 686 64 ET5	1 boîte ronde	de 686 53 ET2
1 bilame	de 381 311 ET2	1 grenaille de plomb	362 351

# LES SCIENCE KITS BASIC PHYSIQUE EN UN COUP D'ŒIL

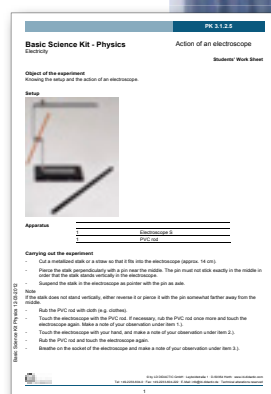


## ÉLECTRICITÉ 204 404

1 électroscope S	540 08
Pailles	
1 paille métallique	
5 aiguilles	
2 commutateurs STE	582 81
2 porte-piles Mono STE avec	576 86
2 piles 1,5 V (CEI R20)	de 685 48 ET5
1 jeu de 2 aimants droits	510 50 ET2
1 interrupteur à bascule STE	579 13
2 douilles à vis E10 STE	579 06
1 résistance 47 Ω STE	577 28
1 résistance 100 Ω STE	577 32
1 diode 1N 4007 STE	578 51
2 ampoules 6 V / 3 W	de 505 14
2 instruments de mesure	531 275
1 plaque à réseau A4	576 74
1 boussole de traçage	de 510 53
1 noyau de transformateur, décomposable	593 21
1 bobine à 500 spires	590 83
1 bobine à 1000 spires	590 84
1 boussole de poche	513 70
1 fil résistif (constantan), d = 0,35 mm	550 42
1 cordon	de 686 51 ET2
2 paires de bâtonnets de friction, plexiglas/PVC	541 00
1 cuve avec rainures	591 51
1 électrode de fer en plaque	de 591 55
2 électrodes de cuivre en plaque	de 591 53
2 paires de câbles 25 cm, rouge/bleu	501 44
1 paire de câbles 25 cm, noirs	501 441
1 jeu de 10 cavaliers	501 48
2 pinces crocodiles	de 501 861
2 fiches de couplage	de 340 89 ET5

## OPTIQUE 204 405

1 rail métallique de précision, 37 cm	460 83
1 lampe halogène, 12 V / 20 W	459 032
1 support pour diaphragmes et diapositives	459 33
1 lentille A, f = 50 mm	459 60
1 lentille B, f = 100 mm	459 62
1 lentille H, f = 300 mm	459 64
1 lentille E, f = -100 mm	459 68
1 écran transparent	459 24
1 table optique	688 139
1 jeu de 2 diaphragmes à fentes	461 62
1 jeu de 4 diaphragmes différents	461 63
1 jeu de 2 diapositives	461 66
1 jeu de filtres colorés, rouge/vert/bleu	467 95
1 porte-bougie	de 459 31 ET2
1 corps trapézoïdal	de 459 44 ET2
1 prisme à angle droit	de 459 46 ET2
1 demi-cylindre	de 459 45 ET2
1 modèle de lentille plan-convexe	de 459 48 ET2
1 modèle de miroirs combinés	459 41
1 modèle de lentille plan-concave	de 459 50 ET2
2 bougies	de 459 32
4 cavaliers	de 460 95 ET5



LIT : Science Kits Basic Physique (204 490FR)

Brèves descriptions d'expériences formulées de manière simple. Sur papier en tant que documents à photocopier, regroupés dans un classeur et sous forme de document PDF éditable.

# SCIENCE KITS BASIC PHYSIQUE ET MICRO-CASSY

N° de cat.	Science Kits Basic Physique	Mécanique	Hydrostatique / Chaleur	Élec-tricité	Optique
204 401	Base	x	x		
204 402	Mécanique	x			
204 403	Hydrostatique / Chaleur		x		
204 404	Électricité			x	
204 405	Optique				x
204 490 FR	LIT : Science Kits Basic Physique	x	x	x	x

N° de cat.	Lots pour salle de classe
204 401 S8	Base (8x)
204 402 S8	Mécanique (8x)
204 403 S8	Hydrostatique / chaleur (8x)
204 404 S8	Électricité (8x)
204 405 S8	Optique (8x)

#### Accessoires nécessaires

670 9990	Brûleur à alcool		x		
672 9700	Solution de sulfate de cuivre			x	
521 231	Alimentation TBT			x	(x)
501 441	Paire de câbles				(x) de 204 404
562 791	Adaptateur secteur				x
311 78 ET5	Mètre ruban				x de 204 401

#### Complément recommandé

528 11	Micro-CASSY Tension			x	
528 12	Micro-CASSY Intensité du courant			x	
528 15	Micro-CASSY Température		x		

528 11 B8	Micro-CASSY Tension (8x)
528 12 B8	Micro-CASSY Intensité du courant (8x)
528 15 B8	Micro-CASSY Température (8x)

## Classmate PC d'Intel (ultra-portable)

Classmate PC d'Intel (ultra-portable).

Assistance en direct gratuite pour le Classmate PC au 0800-57646000 (du lundi au vendredi, de 10h00 à 18h00).

Livrable seulement en Allemagne.

Caractéristiques techniques :

- Système d'exploitation : Windows 7 Home Premium
- Processeur : Intel Atom™ N2600 1,6 GHz Dual Core
- Mémoire centrale : 2 Go DDR3
- Disque dur : 320 Go
- Bluetooth : oui
- Raccords : 2x USB2.0 / 1x HDMI / 2x jack pour écouteurs / 1x jack pour micro / 1x VGA
- Dimensions : 269 mm x 213 mm x 38 mm

528 101	Classmate PC d'Intel (ultra-portable)
---------	---------------------------------------



# SCIENCE KITS BASIC CHIMIE

Près de 100 expériences simples permettent de maîtriser et de comprendre les bases et les fondements de la chimie dans les domaines chimie inorganique, chimie organique, chimie analytique et physicochimie.

## PHYSICOCHIMIE

Thèmes	Nombre d'expériences
Processus électrochimiques	
Cellules électrolytiques	3
Mouvement des particules et énergie	
Mouvement des particules	2
Réactions chimiques et énergie	2

Nombre total d'expériences **7**

## CHIMIE ANALYTIQUE

Thèmes	Nombre d'expériences
Essais préliminaires	
Test à la flamme	2
Perle au borax	1
Chromatographie	
Chromatographie sur papier et sur couche mince	2
Titrage	5

Nombre total d'expériences **10**

100  
EXPÉRIENCES

## CHIMIE INORGANIQUE

Thèmes	Nombre d'expériences
Procédés de base/Procédés de séparation	
Propriétés des substances	3
Mélanges	2
Eau	
L'eau comme solvant	5
Analyse, synthèse et mise en évidence de l'eau	2
L'air, les gaz et leurs propriétés	
Air et combustion	2
Présentation, mise en évidence et utilisation de différents gaz	4
Acides et bases	
Fabrication, mise en évidence et action des bases	3
Présentation et propriétés des bases	4
Les sels	
Salification	5
Propriétés et utilisation des sels	3
Métaux et non métaux	
Propriétés et utilisation des métaux	8
Propriétés et utilisation des non métaux	4

Nombre total d'expériences **53**

## CHIMIE ORGANIQUE

Thèmes	Nombre d'expériences
Essais préliminaires	
Mise en évidence du carbone	3
Hydrocarbures	
Propriétés des hydrocarbures	2
Extraction d'hydrocarbures (pétrole)	5
Traitement de fractions pétrolières	2
Alcools, aldéhydes et cétones	
Fabrication d'alcools	3
Mise en évidence des alcools	3
Propriétés et utilisation des alcools	5
Acides carboxyliques et esters	
Présentation des acides carboxyliques	3
Propriétés et utilisation des acides carboxyliques	3
Fabrication et propriétés des esters	2

Nombre total d'expériences **31**

# 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 0.2.6 SCIENCE KITS BASIC



### SUPPORTS

204 601

2	Noix double S	301 09
2	Embase multifonctionnelle MF	301 21
1	Tige 25 cm, 10 mm Ø	301 26
2	Tiges, 45 x 10 Ø mm, jeu de 2	de 301 28ET2
2	Pince de serrage universelle 0...80 mm	666 555
1	Anneau support avec tige, 100 mm Ø	666 573
2	Tubes, 450 mm, 10 mm Ø, jeu de 2	de 666 609ET2
1	Toile calorifuge, 160 mm x 160 mm	666 685
1	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 60 mm	666 688
1	Pince pour creuset, 200 mm	667 035



### MATÉRIEL DE BASE

204 602

1	Thermomètre, -10...+150 °C/1 K	382 33
2	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse	602 022
1	Lunettes de protection pour laboratoire Focomax	610 010
1	Filtres ronds, sorte 595, 125 mm Ø, jeu de 100	de 661 035
100	Pierres facilitant l'ébullition	de 661 091
1	Tube à essais Supremax, 20 x 180 mm	664 048
5	Verre de montre, 60 mm Ø	664 153
1	Cuve en plastique 2 l	664 194
1	Fiole Erlenmeyer, 250 ml, col étroit, Ø int. du col 29	664 243
1	Ballon à fond rond Boro 3.3, 100 ml, RN 19/26	664 300
1	Entonnoir PP, 75 mm Ø	665 009
1	Tube coudé à 90°, 250/50 mm	665 231
1	Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique	665 753
4	Pipettes compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	de 665 953
4	Tétines en caoutchouc	de 665 954
1	Pipette graduée, 10 ml	665 997
1	Poire pour pipette	666 003
1	Spatule double, acier inoxydable, 150 mm	666 962
1	Spatule à cuillère PP, 180 mm	666 966
1	Ciseaux 125 mm, à bouts arrondis	667 017
1	Couteau de laboratoire, 10 unités	de 667 018ET10
1	Pilon 100 mm	667 091
1	Mortier en porcelaine, 70 mm Ø	667 092
6	Bouchon en caoutchouc plein, 14 - 18 mm Ø	de 667 253
1	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 16 - 21 mm Ø	667 256
1	Bouchon en caoutchouc plein, 25 - 31 mm Ø	667 260
1	Bouchon en silicone, 1 trou de 7 mm, 16 x 21 x 25 mm	667 286
1	Papier indicateur universel de pH 1...11, rouleau	MA90201

### CHIMIE GÉNÉRALE

204 603

2	Bougies, jeu de 20	de 459 32
1	Aimants droits, jeu de 2	de 510 50ET2
1	Baguette en bois, 200 unités	de 661 083ET20
1	Creuset en porcelaine, 20 ml	664 003
7	Tubes à essais Fiolax, 16 x 160 mm, jeu de 100	de 664 042
1	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 180 mm, tubulure latérale	664 058
1	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse	664 131
1	Boîte de Pétri, 100 mm	664 183
1	Couvercle pour déterminer le point d'éclair, 70 mm Ø	664 2261
2	Capsule d'évaporation 60 mm Ø	664 441
1	Entonnoir à séparation en verre, 75 ml, Ø int. du col 29, gradué	665 073
2	Tubes en verre, 80 mm x 8 mm Ø, jeu de 10	665 201
1	Tube en verre 300 mm x 8 mm Ø	665 204
1	Baguettes d'agitation en verre 200 mm x 8 mm Ø, jeu de 10	de 665 212ET10
2	Tube abducteur coudé, 8 mm Ø	665 230
1	Tube coudé à 90°, 50/50 mm	665 232
1	Tube abducteur coudé à 120°, 8 mm Ø	665 233
1	Tuyère en verre, coudée à 90°	665 238
1	Tube de sécurité (tube de fermentation)	665 643
1	Cuillère pour phosphore (cuillère à combustion), 450 x 18 mm Ø	666 984
1	Pince brucelle, forme émoussée, 130 mm	667 027
1	Pinces en bois pour tube à essais, 20 mm Ø, jeu de 10	de 667 031ET10
1	Porte-tubes à essais en plastique, pour 9 tubes, 18 mm Ø	667 050
1	Boîte-loupe, x8	667 127
2	Tuyau en caoutchouc 1 cm x 7 mm Ø	667 180
1	Poire en caoutchouc, simple	667 241
1	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 14 - 18 mm Ø	667 254
1	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 16 - 21 mm Ø	667 256
1	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 25 - 31 mm Ø	667 261
1	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 25 - 31 mm Ø	667 262



### PHYSIOCOCHIMIE

204 604

2	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	501 45
2	Pincés crocodile nus, jeu de 6	de 501 861
1	Ampoules 6 V / 0,05 A, E10, jeu de 10	de 505 15
1	Socle transparent avec douille E10	505 72
1	Cuve plate / cuve à électrolyse	591 51
2	Électrodes de cuivre en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 10	de 591 53
1	Électrodes de fer en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 10	de 591 55
2	Électrodes de nickel en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 5	de 591 56
2	Électrodes de charbon en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 5	de 591 61
1	Baguette en bois, 200 unités	de 661 083ET20
7	Tubes à essais Fiolax, 16 x 160 mm, jeu de 100	de 664 042
1	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse	664 131
1	Boîte de Pétri, 100 mm	664 183
1	Émeris pour nettoyer les électrodes, jeu de 4	de 664 391ET4
1	Tube capillaire 300 x 8 mm, 1 mm Ø	665 205
1	Baguettes d'agitation en verre, 200 mm x 8 mm Ø, jeu de 10	de 665 212ET10
1	Pince brucelle, forme émoussée	667 027
1	Pincés en bois pour tube à essais, 20 mm Ø, jeu de 10	de 667 031ET10
1	Porte-tubes à essais en plastique, pour 9 tubes, 18 mm Ø	667 050
1	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 16 - 21 mm Ø	667 256
1	Tubes à dialyse sur douille en verre, jeu de 2	de 667 508ET2

### CHIMIE ANALYTIQUE

204 605

2	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	501 45
2	Pincés crocodile nus, jeu de 6	de 501 861
1	Multimètre numérique à LCD Peaktech 1070	531 275
1	Cuve plate / cuve à électrolyse	591 51
2	Électrodes de nickel en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 5	de 591 56
2	Capsule d'évaporation 60 mm Ø	664 441
1	Baguettes d'agitation en verre, 200 mm x 8 mm Ø, jeu de 10	de 665 212ET10
1	Petites chambres de séparation 250 ml, jeu de 5	de 665 563ET5
10	Microcapillaires	de 665 568
1	Burette en verre clair avec robinet latéral	665 843
1	Pince brucelle, forme émoussée	667 027
1	Verre de cobalt 50 x 50 mm	667 081
1	Chalumeau	667 087
10	Bâton de magnésie, 25 unités	de 673 0840
2	Cunettes de magnésie	de 673 0850



### DISTILLATION

204 606

1	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse	602 022
1	Ballon à fond rond à deux cols Boro 3.3, 100 ml, GL 25	610 9522
1	Enceinte de refroidissement	610 9640
1	Accessoires pour l'enceinte de refroidissement	610 9650
1	Pièce intermédiaire, coudée	610 9753
2	Tuyau en caoutchouc 1 m x 7 mm Ø	667 180

# SCIENCE KITS BASIC CHIMIE

## Thèmes

N° de cat.	Designation	Chimie inorganique	Chimie organique	Chimie analytique	Physico-chimie
------------	-------------	--------------------	------------------	-------------------	----------------

### MATÉRIEL PAR GROUPE DE TRAVAIL

	Brûleur à gaz	x	x	x	x
666 767	Plaque chauffante		x		
607 0721	Récipient pour bains		x		
<i>Comme alternative au bain-marie et à la plaque chauffante</i>					
666 6512	Chauffe-ballon		x		
667 100	Plaque calorifuge	x			
667 609	Gants de protection	x	x	x	
665 570	Gabarit de relevé du facteur de rétention			x	
666 735	Séchoir à main			x	
665 578	Vaporisateur de réactifs			x	
667 241	Poire en caoutchouc			x	
521 231	Alimentation TBT			x	x

### MATÉRIEL PAR SALLE DE CLASSE

666 8036	Étuve	x			
667 7977	Balance	x	x		x

### COMPLÉMENT RECOMMANDÉ

665 816	Entonnoir pour burette			x	
---------	------------------------	--	--	---	--

### PRODUITS CHIMIQUES POUR CI/CO - CA - PC

661 637	Science Kit Basic Chimie : lot de produits chimiques CM/CO	x	x		
661 638	Science Kit Basic Chimie : lot de produits chimiques CA			x	
661 639	Science Kit Basic Chimie : lot de produits chimiques PC				x
<i>Produits chimiques set complet</i>					
661 640	Science Kit Basic Chimie : lot de produits chimiques, complet	x	x	x	x

### BOÎTES ET THÈMES

204 601	Science Kit Basic Supports Chimie	x	x	x	x
204 602	Science Kit Basic Base Chimie	x	x	x	x
204 603	Science Kit Basic Chimie générale	x	x		
204 604	Science Kit Basic Physicochimie			x	
204 605	Science Kit Basic Chimie analytique				x
204 606	Science Kit Basic Distillation		x		

### DOCUMENTATION

204 690FR	LIT: Science Kit Basic Chimie	x	x	x	x
-----------	-------------------------------	---	---	---	---

N° de cat.	Lots pour salle de classe
204 601 S8	Support Chimie (8x)
204 602 S8	Base Chimie (8x)
204 603 S8	Chimie générale (8x)
204 604 S8	Physicochimie (8x)
204 605 S8	Chimie analytique (8x)
204 606 S8	Distillation (8x)



# SCIENCE KITS BASIC BIOLOGIE

65  
EXPÉRIENCES

Près de 65 expériences simples permettent de maîtriser et de comprendre les bases et les fondements de la biologie dans les domaines botanique, écologie, microbiologie, physiologie, microscopie et génétique.



Thèmes	Nombre d'expériences
<b>BOTANIQUE</b>	
Germination et croissance	16
Bilan hydrique	9
<b>ÉCOLOGIE</b>	
Influences physico-chimiques	5
Influences du sol	4
Étude d'écosystèmes	2
Relations alimentaires	2
Analyse de systèmes biologiques	3
Mesures écologiques	3
<b>MICROBIOLOGIE</b>	
Cellules de levure	1
<b>PHYSIOLOGIE</b>	
Entendre	1
Sens cutanés	3
Physiologie humaine	1
Équilibre thermique	1
<b>MICROSCOPIE</b>	
Initiation à l'examen microscopique	1
Examen microscopique de structures simples	3
Examen microscopique de structures végétales	1
Méthodes de coloration en microscopie	6
<b>GÉNÉTIQUE</b>	
Reproduction asexuée	3
Transmission héréditaire dominante ou récessive	2

Nombre total d'expériences

67

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.6 SCIENCE KITS BASIC



#### MATÉRIEL DE BASE

204 701

4	Noix double S	301 09
2	Embase multifonctionnelle MF	301 21
1	Tiges, 45 cm, 10 mm Ø, jeu de 2	de 301 28ET2
6	Fiche à ressort, grande	591 21
2	Tube à essais Boro 3.3, 30 x 200 mm	664 049
3	Tubes en verre, 80 mm x 8 mm Ø, jeu de 10	665 201
3	Tubes en plastique 250 x 25 mm Ø, jeu de 2	de 665 240ET2
1	Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique	665 754
2	Tubes, 450 mm, 10 mm Ø, jeu de 2	de 666 609ET2
2	Tige perforée	666 626
1	Boîte-loupe, x8	667 127
3	Bouchon en caoutchouc plein, 19 - 24 mm Ø	667 257



#### EXPÉRIENCES DE BASE

204 702

1	Thermomètre, -10...+150 °C/1 K	382 33
10	Filtres ronds, sorte 595, 125 mm Ø, jeu de 100	de 661 035
1	Baguette en bois, 200 unités	de 661 083ET20
1	Aiguilles à dissection pointue, jeu de 5	de 662 011ET5
1	Aiguille à dissection lancéolée	662 012
1	Ciseaux à dissection, bouts pointus, 110 mm	662 014
1	Pince à bouts pointus, 100 mm	662 025
1	Lamelle couvre-objet, 22 x 22 mm, 100 unités	662 092
1	Lame porte-objet, 76 x 26 x 1 mm, 50 unités	662 093
1	Pinceaux, taille 2, jeu de 5	de 662 335ET5
1	Sonde à froid, 2 unités	de 662 425ET2
1	Palpeur (poil), 5 unités	de 662 426ET5
1	Compas d'épaisseur, 5 unités	de 662 427ET5
1	Crayon de couleur, 10 unités	de 662 428ET10
1	Appareil pour repérer la direction par le son, 2 unités	de 662 430ET2
1	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	664 130
1	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse	664 131
3	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme haute	664 137
6	Boîte de Pétri, 100 mm	664 182
1	Boîte de Pétri, 150 mm	664 185
1	Entonnoir PP, 75 mm Ø	665 009
1	Petites chambres de séparation 250 ml, jeu de 5	de 665 563ET5
1	Pipettes compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	665 953
1	Tétines en caoutchouc	665 954
1	Gazes 20 x 20 cm, jeu de 2 x 3	de 666 334ET2
1	Spatule à cuillère PP, 180 mm	666 966
1	Couteau de laboratoire, 10 unités	de 667 018ET10
3	Bouchon en caoutchouc 1 trou de 7 mm, 19 - 24 mm Ø	667 258



MICROSCOPIE / GÉNÉTIQUE

204 703

10	Filtres ronds, sorte 595, 125 mm Ø, jeu de 100	de 661 035
1	Baguette en bois, 200 unités	de 661 083ET20
1	Lamelle couvre-objet, 22 x 22 mm, 100 unités	662 092
1	Lame porte-objet, 76 x 26 x 1 mm, 50 unités	662 093
1	Pinceaux, taille 2, jeu de 5	de 662 335ET5
1	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	664 130
1	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme haute	664 137
1	Pipettes compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	665 953
1	Tétines en caoutchouc	665 954
1	Couteau de laboratoire, 10 unités	de 667 018ET10
1	Outils à dissection dans boîte en plastique	EUPB111
1	Préparations microscopiques, série scolaire n° 1	EUPB5211

# SCIENCE KITS BASIC BIOLOGIE

## Thèmes

N° de cat.	Designation	Botanique	Écologie	Micro- biologie	Physiologie	Micros- copie	Génétique
------------	-------------	-----------	----------	--------------------	-------------	------------------	-----------

### MATÉRIEL PAR GROUPE DE TRAVAIL

662161	Microscope scolaire LD PRO 400 avec ampoule	x		x		x	
--------	---	---	--	---	--	---	--

### MATÉRIEL PAR SALLE DE CLASSE

OHCS-200E	Balance électronique CS200E	x					
664931	Dessiccateur en verre borosilicaté 3.3, 250 mm Ø		x				
6674781	pH-mètre numérique 201		x				
68545ET5	Pile pour pH-mètre		x				

### MATÉRIEL CONSOMMABLE

6702400	Papier d'aluminium, 10 m	x					
6753550	Ouate, 200 g	x	x				
661080	Papier de chlorure de cobalt, 2 x 7 cm, 100 bandes	x					
MA91031	Indicateur liquide UNISOL pour domaine de pH 1,0 - 13,0		x				

### PRODUITS CHIMIQUES

6740800	Paraffine, épaisse, 100 ml	x					
6721200	Glycérine, 99 %, 100 ml	x	x				
6719740	Éthanol, solvant, 250 ml	x	x			x	
6753100	Vaseline, 50 g	x					
6719310	Éosine, 25 g	x				x	
6723900	Solution d'iodure de potassium iodée, 100 ml					x	
6732920	Bleu de méthylène					x	
<i>ou</i>							
661650	Science Kit Basic Lot de produits chimiques Biologie, complet	x	x			x	

### BOÎTES ET THÈMES

204701	Science Kit Matériel de base Biologie	x	x				
204702	Science Kit Expériences de base Biologie	x	x	x	x		
204703	Science Kit Microscopie / génétique					x	x

### DOCUMENTATION

204790FR	LIT: Science Kits Basic Biologie, français	x	x	x	x	x	x
----------	--	---	---	---	---	---	---

N° de cat.	Lots pour salle de classe
204 701 S8	Matériel de base Biologie (8x)
204 702 S8	Expériences de base Biologie (8x)
204 703 S8	Microscopie / génétique (8x)

# BOÎTES D'EXPÉRIMENTATION DÉCOUVERTE DES SCIENCES



## POUR UNE APPROCHE PRATIQUE DES SCIENCES QUI NOUS ENTOURENT

Le contenu des boîtes a été choisi de manière à donner aux élèves, quel que soit leur âge, le goût et la joie de découvrir et d'apprendre. Le matériel sélectionné leur donne envie de s'impliquer et de s'instruire eux-mêmes, il développe l'autonomie d'apprentissage en classe.

Avec fiches de TP pour la découverte et l'observation.



## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.7 BOÎTES D'EXPÉRIMENTATION SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

#### ENTENDRE, TOUCHER, GOÛTER, SENTIR

**Thèmes :**

La production des sons  
Sons graves, aigus, forts et faibles  
Propagation du son dans l'air et dans un solide  
Écouter les sons produits par son propre corps  
Transmission des ondes sonores par le tympan  
Bruit, insonorisation  
Les récepteurs sensoriels de la peau  
Sensibilité thermique de la peau  
Les zones gustatives de la langue  
Perception des odeurs

587 800 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre – Entendre, toucher, goûter, sentir



#### VOIR

**Thèmes :**

Propagation rectiligne de la lumière  
Ombre et pénombre  
Réflexion et réfraction  
Marche des rayons à travers une lentille convergente et divergente  
Images projetées  
Instruments d'optique (appareil photo, loupe, longue-vue, œil)

587 801 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre – Voir



Complément nécessaire :

Transformateur 12 V, par ex. 521 210

#### SUR LES TRACES DU MONDE MINIATURE

**Thèmes :**

Observation d'une aile d'insecte (mouche domestique)  
Observation d'une feuille  
Observation du sucre (sucre candi, sucre en poudre)  
Structure de la cellule de l'épiderme d'oignon  
Coupe transversale de la tige d'une plante  
Cellules de la muqueuse buccale  
Observation des pattes d'un insecte

587 802 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre – Sur les traces du monde miniature



Complément nécessaire :

Microscope scolaire, par ex. 662 161

SOLEIL, TERRE, LUNE

Thèmes :

Les phases de la lune  
Éclipse solaire et lunaire  
Saisons  
Conversion de l'énergie par une cellule solaire  
Intensité du courant et tension  
d'une cellule solaire  
Montage en série et en parallèle  
de cellules solaires

587 803 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre – Soleil, Terre, lune



TEMPÉRATURE ET CHALEUR

Thèmes :

Dilatation des solides et des liquides  
sous l'action de la chaleur  
Mesure de la température  
Étalonnage d'un thermomètre  
Conduction de la chaleur  
Flux de chaleur  
Rayonnement thermique  
États d'agrégation de l'eau

587 804 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre –  
Température et chaleur



Complément nécessaire :  
1x 670 9990  
1x 309 42

MON CORPS, MA SANTÉ

Thèmes :

Expériences sur le thème de l'alimentation  
Mise en évidence de l'amidon dans les aliments  
Mise en évidence de la graisse dans les aliments  
Mise en évidence du glucose dans les aliments  
Extraction de la féculé de pomme de terre  
Levée biologique de la pâte  
Solubilité des lipides  
Respiration pectorale, respiration abdominale  
Mesure des pulsations (ou pouls)

587 805 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre –  
Mon corps, ma santé



Complément nécessaire :  
Lunettes de protection, par ex. 610 010

## 0.2 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

### 0.2.7 BOÎTES D'EXPÉRIMENTATION SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

#### LES MATIÈRES DANS NOTRE QUOTIDIEN

**Thèmes :**

Le volume des solides, des liquides et des gaz  
La masse des solides et des liquides  
La densité des solides et des liquides  
Propriétés générales des matières (odeur, couleur, propriété magnétique, structure, solubilité dans l'eau)  
Séparation des matières

587 806 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre –  
Les matières dans notre quotidien



#### LES APPAREILS DANS NOTRE QUOTIDIEN

**Thèmes :**

Circuit électrique simple  
Montage en série et parallèle d'ampoules  
Conduction électrique dans les solides et les liquides  
Magnétisme

587 807 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre –  
Les appareils dans notre quotidien



#### SOL, EAU, AIR

**Thèmes :**

Les propriétés du sol  
Test de sol : appréciation par le toucher  
Échantillon de boue  
Cycle de vie des matériaux  
Détermination de la température du sol  
Capacité de rétention d'eau d'échantillons de sol  
Organismes vivant dans le sol – l'édaphon

587 808 Boîte d'expérimentation Sciences de la vie et de la Terre – Sol, eau, air

**Complément nécessaire :**

Lunettes de protection, par ex. 610 010



#### MANUELS PÉDAGOGIQUES POUR LES TRAVAUX PRATIQUES AVEC LES BOÎTES D'EXPÉRIMENTATION SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

587 820 FR LIT : Sciences de la vie et de la Terre, travaux pratiques



# SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION ET LA DÉMONSTRATION

## LA SOLUTION MOBILE

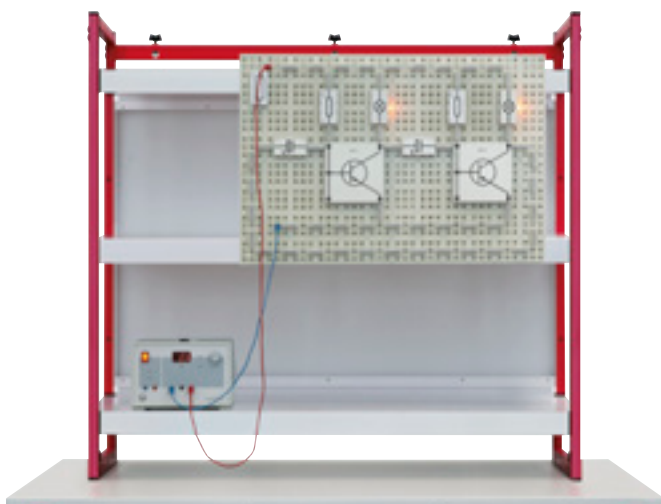
avec des emplacements pour le rangement :

- des collections de démonstration
- des alimentations
- des instruments de mesure
- etc.

Le mobilier idéal pour passer de la salle de préparation à la salle de cours.



OPTIQUE



ÉLECTRICITÉ (STE)



MÉCANIQUE

# DESSERTES ET MEUBLES ROULANTS POUR LES EXPÉRIENCES DE DÉMONSTRATION



**Utilisation de la face avant :**  
Réalisation du montage sur les étagères et entre les rails profilés

- Grande flexibilité grâce à l'utilisation simultanée des faces avant et arrière
- Utilisation possible de composants standard grâce aux étagères
- Présentation claire sur le plan vertical sans être gêné par le matériel support

- Choix du matériel dans la salle de préparation
- Transport aisé jusqu'à la salle de TP
- Expérimentation visible de loin sur le plan vertical
- Retour rapide à la salle de préparation



**Utilisation de la face arrière**  
Réalisation du montage sur le tableau magnétique

## Support avec noix, réglable en hauteur, CPS

Pour la fixation du matériel avec une pince universelle ou d'appareils à tige support (un moteur d'agitation, par exemple). Le dispositif de fixation peut coulisser dans la rainure longitudinale pour un ajustage à différentes hauteurs de travail. La plaque peut être stabilisée pour éviter les déplacements intempestifs.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 120 mm
- Masse : 0,5 kg

666 470 Support avec noix, réglable en hauteur, CPS



## Plateforme CPS

Sert par exemple à poser des brûleurs, des agitateurs magnétiques, des béchers et des fioles d'Erlenmeyer de différentes tailles. La plateforme est réglable en hauteur grâce à la rainure longitudinale et s'adapte ainsi à chaque montage expérimental. Plaque métallique à revêtement antidérapant en caoutchouc.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 200 mm x 297 mm x 180 mm
- Plaque métallique : 180 mm x 180 mm
- Plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm
- Masse : 0,8 kg

666 441 Plateforme CPS



## Plaques vierges CPS

À insérer dans les emplacements inoccupés des montages expérimentaux afin d'obtenir un montage clos d'apparence uniforme.

N° de cat.	Désignation
666 464	Plaque vierge 100 mm, CPS
666 467	Plaque vierge 200 mm, CPS
666 468	Plaque vierge 300 mm, CPS



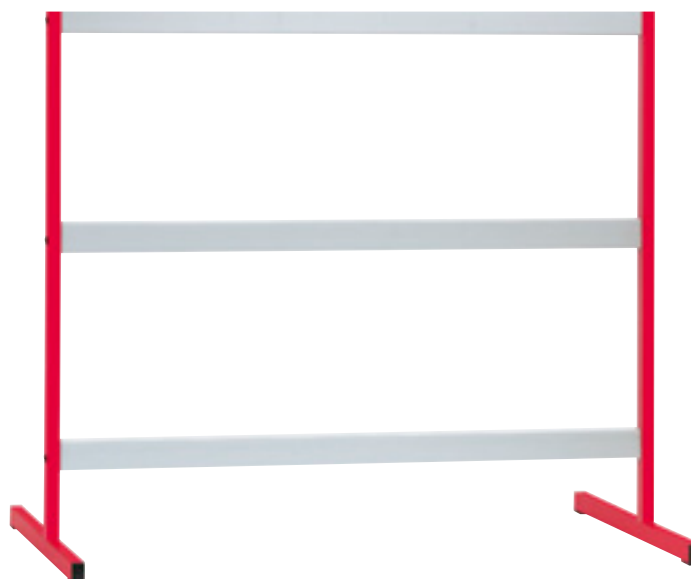
## Cadre profilé C100 à deux étages, CPS

Avec pied en T et canal pour l'installation d'une console d'alimentation électrique.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 84 cm
- Largeur : 97 cm
- Profondeur : 30 cm

666 428 Cadre profilé C100 à deux étages, CPS



## 0.3 SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION ET LA DÉMONSTRATION



### Cadre d'expérimentation et de démonstration

Cadre pour montages verticaux avec possibilités de variantes dans le montage. Permet par exemple d'utiliser les plaques d'expérimentation ou le tableau magnétique ou de fixer des barres sur la traverse. Peut être complété par des étagères et des rails profilés.

Pour obtenir un stand d'expérimentation mobile, il convient de fixer le cadre d'expérimentation et de démonstration sur la desserte roulante (598 111) ou le meuble de démonstration mobile (598 115).

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 91 cm
- Largeur : 97 cm
- Profondeur : 35 cm

Matériel livré :

2 pièces latérales **1**

1 traverse **2**

2 rails profilés **3**

301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
---------	---

### Tableau magnétique **7**

Tableau en acier pour la fixation par aimantation du matériel utilisé par exemple pour l'expérimentation en optique ou en mécanique. Annotations possibles.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 93 cm x 62 cm

301 301	Tableau magnétique
---------	--------------------

### Étagère **4**

Surface pour poser le matériel expérimental dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 97 cm x 30 cm

301 310	Étagère
---------	---------

### Console **5**

À accrocher aux rails profilés du cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) ou du système de plaques pour la chimie (666 427 ou 666 428) ; permet de poser des instruments de mesure tel qu'un oscilloscope, par exemple (complément nécessaire : étagère 301 310).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 16 cm

301 312	Console
---------	---------

### Support pour plaques enfichables STE **6**

Pour la fixation des plaques à réseau A4/A3 (576 74/576 75) dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) ou dans le cadre de montage (726 03) ; la plaque à réseau A2 (580 10) nécessite 2 supports.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 20 cm

301 320	Support pour plaques enfichables STE
---------	--------------------------------------

### Rail profilé **3**

Avec angles, pour l'extension du cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 93 cm x 5 cm

301 311	Rail profilé
---------	--------------

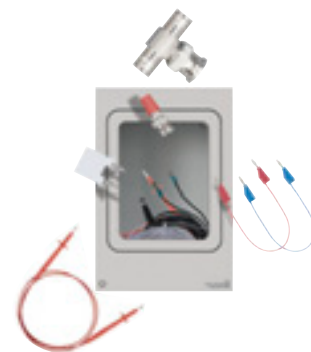
### Cadre d'expérimentation et de démonstration – équipement I

N° de cat.	Désignation
301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
301 05	Pince de table avec goujon (2x)
301 310	Étagère (3x)
301 311	Rail profilé
301 312	Console
301 301S1	Cadre d'expérimentation et de démonstration – équipement I

### Boîte pour câbles et connecteurs

Boîte à accrocher à un cadre pour le rangement des câbles, cavaliers et accessoires variés.

738 01	Boîte pour câbles et connecteurs
--------	----------------------------------



### Plateformes pour matériel

Servent à poser des appareils de table. Utilisation possible seulement lorsqu'il n'y a aucune étagère.

N° de cat.	Dimensions
726 22	50 cm x 44 cm
726 21	35 cm x 44 cm

# MEUBLES DE DÉMONSTRATION

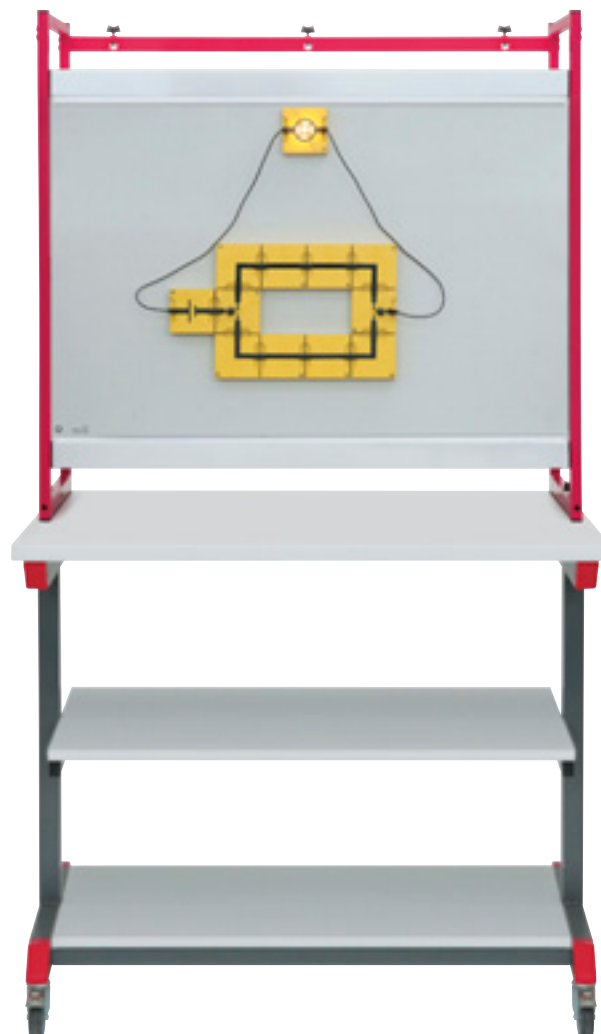
ENTIÈREMENT ÉQUIPÉS

Pour les expériences de mécanique, optique et électricité avec :

1. le système enfichable STE
2. le système de composants BST



SYSTÈME ENFICHABLE STE



SYSTÈME DE COMPOSANTS BST

Les composants et les collections pour l'électricité et l'électronique avec le système BST sont présentés au chapitre 3.9.

Pour en savoir plus sur le système enfichable STE, rendez-vous au chapitre 3.10.

## 0.3 SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION ET LA DÉMONSTRATION

### Équipement complet Meuble de démonstration mobile : mécanique – optique – électricité (BST)

N° de cat.	Désignation	Quantité
588 115	Meuble de démonstration mobile	1
301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration	1
301 301	Tableau magnétique	2
301 310	Étagère	1
301 311	Rail profilé	2
343 001	Expériences de démonstration en mécanique, collection de base	1
343 011	LIT : La mécanique pour la démonstration	1
463 702	Optique sur le tableau magnétique, collection de base	1
463 712	Optique sur le tableau magnétique, collection complémentaire	1
463 981	LIT : L'optique sur le tableau magnétique	1
539 070	Circuit simple, collection de base BST	1
539 071	Interrupteurs pour circuit électrique, collection complémentaire BST	1
539 072	Conducteurs et isolants, collection complémentaire BST	1
539 073	Résistance électrique, collection complémentaire BST	1
539 074	Électromagnétisme et induction, collection complémentaire BST	1
539 075	Bases de l'électronique, collection complémentaire BST	1
539 077	Raccords, collection de base BST	1
539 078	Câbles de connexion, collection de base BST	1
539 069	Plateau de rangement, BST	1
539 506FR	LIT : Électricité et électronique avec le système de composants, expériences de démonstration	1
301 300 BST	Équipement complet Meuble de démonstration mobile : mécanique – optique – électricité (BST)	

### Équipement complet Meuble de démonstration mobile : mécanique – optique – électricité (STE)

N° de cat.	Désignation	Quantité
588 115	Meuble de démonstration mobile	1
301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration	1
301 301	Tableau magnétique	2
301 310	Étagère	1
301 311	Rail profilé	2
343 001	Expériences de démonstration en mécanique, collection de base	1
343 011	LIT : La mécanique pour la démonstration	1
463 702	Optique sur le tableau magnétique, collection de base	1
463 712	Optique sur le tableau magnétique, collection complémentaire	1
463 981	LIT : L'optique sur le tableau magnétique	1
301 320	Support pour plaques enfichables	2
576 75	Plaque à réseau A3	1
583 10	Collection BEL-D	1
588 875S	Collection ELI 1 Science Kit Advanced	1
588 875S	Collection ELI 2 Science Kit Advanced	1
583 16	Collection ELO 1D	1
505 07	Jeu de 10 ampoules 4 V/0,16 W	1
505 11	Jeu de 10 ampoules 2,5 V/0,25 W	1
505 13	Ampoule 6 V/5 W	1
550 46	Fil résistif (nickel-chrome), 0,25 mm Ø	1
550 47	Fil résistif (nickel-chrome), 0,35 mm Ø	1
550 42	Fil résistif (constantan), 0,35 mm Ø	1
550 51	Fil résistif (fer), 0,2 mm Ø	1
590 011	Fiche de fixation	2
685 48 ET5	Pile de 1,5 V (Mono) CEI R 20	2
588 331	LIT : Sciences Kits physique, électricité 1	1
588 341	LIT : Sciences Kits physique, électricité 2	1
588 421	LIT : Sciences Kits physique, électronique 1	1
301 300STE	Équipement complet Meuble de démonstration mobile : mécanique – optique – électricité (STE)	

#### Complément recommandé :

N° de cat.	Désignation
521 25	Transformateur 2 à 12 V, 120 W
521 485	Alimentation CA/CC, 0 à 12 V/3 A
531 900	Multimètre de démonstration

## 0.3 SUPPORTS POUR L'EXPÉRIMENTATION ET LA DÉMONSTRATION



598 111



598 115

### Mobilier roulant pour l'expérimentation et la démonstration

N° de cat.	Désignation	Description	Surface du plateau supérieur	Hauteur
598 121	Petite desserte roulante	Pour le transport d'appareils et de montages expérimentaux ; avec deux étagères intermédiaires et 4 roues orientables dont deux blocables ; revêtement plastique ; peut être complétée par le connecteur multiple sur support métallique (598 141)	75 cm x 60 cm	90 cm
598 111	Grande desserte roulante	Pour le transport d'appareils et de montages expérimentaux ; avec deux étagères intermédiaires et 4 roues orientables dont deux blocables ; revêtement plastique ; peut être complétée par le connecteur multiple sur support métallique (598 141).	100 cm x 75 cm	90 cm
598 131	Table roulante pour pompe	Pour la réalisation d'un stand mobile de pompage à vide avec la pompe à vide D 2,5 E (378 752) ou la pompe à vide S 1,5 (378 73) et la tubulure de prolongement (379 202). Avec un plateau supérieur suffisamment grand pour réaliser des montages expérimentaux ainsi qu'une étagère et 4 roues orientables dont deux blocables ; revêtement plastique. Peut être complétée par le connecteur multiple sur support métallique (598 141).	75 cm x 60 cm	90 cm
598 115	Meuble de démonstration mobile	Notamment conçu pour les montages réalisés avec le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300), avec deux caissons compartimentés pour les plateaux de rangement par exemple des collections Mécanique, Électricité et Optique. Avec suffisamment de place pour les alimentations, les instruments de mesure et la documentation ainsi qu'un tiroir pour le petit matériel. Le connecteur multiple sur support métallique (598 141) est inclus.	120 cm x 75 cm	90 cm
598 141	Connecteur multiple sur support métallique	Plastifié, avec trois prises à contact de protection, à revêtement protecteur de tous côtés. Câble de connexion avec connecteur à contact de protection. Livré avec vis pour la fixation aux dessertes roulantes (598 111, 598 121) et à la table roulante pour pompe (598 131).		



598 131



598 121



598 141



SUIVEZ-NOUS !

# VISIONNEZ NOS VIDÉOS SUR YOUTUBE

Sur la chaîne YouTube de LD DIDACTIC, vous trouvez régulièrement de nouvelles vidéos sur nos nouveautés produit et nos expériences.



[www.youtube.com/user/lldidactic](http://www.youtube.com/user/lldidactic)



# MÉCANIQUE

- 1.1 MATÉRIEL SUPPORT
- 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION
- 1.3 MACHINE SIMPLES
- 1.4 MÉCANIQUE AVEC TABLEAU DE FIXATION MAGNÉTIQUE
- 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE
- 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION
- 1.7 ÉTUDE DES OSCILLATIONS
- 1.8 ÉTUDE DES ONDES
- 1.9 ACOUSTIQUE
- 1.10 MÉCANIQUE DES FLUIDES
- 1.11 MÉCANIQUE DES GAZ
- 1.12 VIDE
- 1.13 AÉRODYNAMIQUE
- 1.14 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 1.1 Matériel support

### 1.1.1 Pieds



#### Pied en V, grand

Pour des montages très stables même en cas de charge unilatérale. Perçage à rainure longitudinale et vis à garret dans la barre transversale et au sommet. Perçages filetés à l'extrémité des branches pour vis calantes servant à l'ajustage. Fourni avec une paire de vis calantes et un embout en forme de rivet pour le perçage au sommet.

Caractéristiques techniques :

- En forme de V
- Ouverture pour les tiges et les tubes : 8 ... 14 mm
- Longueur des côtés : 28 cm
- Gamme d'ajustage par vis de calage : 17 mm
- Masse : env. 4 kg

300 01 Pied en V, grand



#### Pied en V, petit

Pour des montages très stables même en cas de charge unilatérale. Perçage à rainure longitudinale et vis à garret dans la barre transversale et au sommet. Perçages filetés à l'extrémité des branches pour vis calantes servant à l'ajustage. Fourni avec une paire de vis calantes et un embout en forme de rivet pour le perçage au sommet.

Caractéristiques techniques :

- En forme de V
- Ouverture pour les tiges et les tubes : 8 ... 14 mm
- Longueur des côtés : 20 cm
- Gamme d'ajustage par vis de calage : 17 mm
- Masse : env. 1,3 kg

300 02 Pied en V, petit



#### Socle

Pied cylindrique avec vis de fixation pour le serrage de plaques ou de tiges ; le dessous comporte une rainure rectangulaire qui lui permet de coulisser sur une règle graduée (par ex. 311 02). La rainure médiane du dessus permet de fixer une règle graduée.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : jusqu'à 14 mm
- Ouverture pour les plaques : jusqu'à 9,5 mm
- Dimensions : 5,5 cm x 6 cm Ø
- Masse : 0,75 kg

300 11 Socle



#### Pince de table

Étau à fixer sur un bord de table pour le montage vertical de tiges et de plaques. Peut également servir à la fixation d'un banc d'optique (460 43) sur une table. Avec deux perçages filetés pour la vis de serrage.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : 27 mm
- Ouverture pour les plaques : 20 mm
- Ouverture pour le bord de table : 47 mm

301 06 Pince de table

### Pince de table simple

Étau à fixer sur un bord de table pour le montage vertical de tiges et de plaques. Fixation avec deux vis de serrage.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : 14 mm
- Ouverture pour le bord de table : 60 mm

301 07 | Pince de table simple



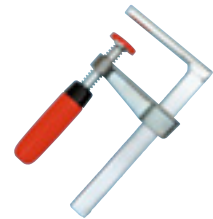
### Pince de table avec goujon

Étau à fixer sur un bord de table pour les appareils avec alésage horizontal.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du goujon : 5,5 cm x 8 mm Ø
- Ouverture pour le bord de table : env. 60 mm

301 05 | Pince de table avec goujon



### Chariot

Pour le rangement et le transport faciles et pratiques du matériel ; le châssis dispose de 4 étagères en bois compartimentées, de supports pour câbles et pour tiges ; 4 roues orientables dont deux blocables.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 90 cm x 55 cm x 115 cm

598 151 | Chariot



## 1.1.2 Tiges

### Tige perforée

Pour fixer les pinces à ressort 590 02ET2 et 591 21.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 45 cm
- Nombre de perçages : 7
- 2 tubes aux extrémités de 50 x 10 mm pour la fixation dans des supports, des noix, etc.

666 626 | Tige perforée



### Tiges

En acier inox droit, résistant à la corrosion.

N° de cat.	Diamètre	Longueur	Nombre
301 26	10 mm	250 mm	1
301 28ET2	10 mm	450 mm	2
301 27	10 mm	500 mm	1
300 40	12 mm	100 mm	1
300 41	12 mm	250 mm	1
300 42	12 mm	470 mm	1
608 040	12 mm	600 mm	1
300 43	12 mm	750 mm	1
300 44	12 mm	1000 mm	1
300 46	12 mm	1500 mm	1



# 1.1 MATÉRIEL SUPPORT

## 1.1.2 TIGES



### Tige perforée

Pour la fixation simple d'éléments enfichables.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : plastique
- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 12 mm
- Nombre de perforations : 6 latérales, 1 axiale
- Écartement des perforations : 19 mm et 50 mm
- Diamètre des perforations : 4 mm

590 13 Tige perforée



### Tige en équerre, 90°

Caractéristiques techniques :

- Longueur des côtés : 10 et 17 cm
- Diamètre : 12 mm

300 51 Tige en équerre, 90°



### Tige, isolante

Tige en plastique, pour la fixation isolée par ex. de corps électrisés dans des montages expérimentaux pour l'étude de l'électrostatique.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 12 mm
- Longueur : 250 mm

590 14 Tige, isolante

## 1.1.3 Noix

### Noix Leybold

Pour attacher solidement et assembler des tiges et des tubes ainsi que pour fixer des plaques, ou encore servir de cavalier pour le petit banc optique (460 43). Les éléments à fixer sont serrés par deux vis papillon dans le logement en forme de prisme.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : 14 mm
- Ouverture pour les plaques : 12 mm

301 01 Noix Leybold



### Noix double à pinces tournantes

Noix double à pinces tournantes en zinc coulé sous pression, à revêtement époxy.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : 16 mm

608 0651 Noix double à pinces tournantes



### Noix double à pinces tournantes

Pour la fixation de tiges, de tubes et de plaques dans un angle quelconque. Vis à tête moletée pour le réglage de l'angle de rotation.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : 14 mm
- Ouverture pour les plaques : 12 mm

301 03 Noix double à pinces tournantes



### Noix avec crochet

Pour la suspension de pendules simples, de ressorts, de dynamomètres, de poulies et de palans, etc. En fonte coulée sous pression.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la tige avec crochet : 9 cm
- Ouverture : 14 mm

301 08 Noix avec crochet

### Noix double, aluminium

Caractéristiques techniques :

- Ouverture 16 mm

608 060 Noix double, aluminium

### Noix double S

Pour assembler des tiges et des tubes à angle droit.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture : 16 mm

301 09 Noix double S

### Noix avec pince

Pour la fixation de pièces cylindriques, par ex. des tubes et des ballons en verre. Mâchoires avec revêtement en liège.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture de la pince : 20 à 80 mm
- Longueur totale : 16 cm
- Ouverture de la noix : 14 mm

301 11 Noix avec pince

### Noix double en croix

Pour la fixation à angle droit et en parallèle de tubes et de tiges de jusqu'à 16 mm de diamètre.

666 543 Noix double en croix

### Noix universelle

Pour assembler des tiges et des tubes.

En emmanchant l'un dans l'autre des tubes de diamètre approprié (tubes de 10 mm dans tubes de 13 mm), la noix universelle permet un ajustage en hauteur sans à-coups de dispositifs fixés.

Caractéristiques techniques :

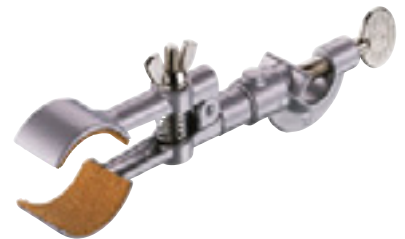
- Matériau : aluminium coulé sous pression
- Dimensions : 28 mm Ø, 50 mm de long
- Ouverture : 10 mm et 13 mm

666 615 Noix universelle

### Demi-noix avec tourillon

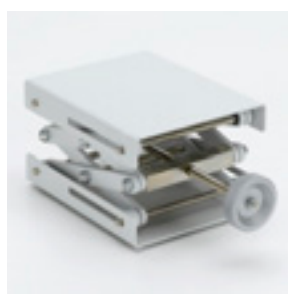
Utilisable avec la noix universelle comme noix double à pinces tournantes.

608 063 Demi-noix avec tourillon



# 1.1 MATÉRIEL SUPPORT

## 1.1.3 NOIX



### Tourillon

Avec deux gorges fraisées, pour assembler deux noix universelles (666 615) et ainsi obtenir une noix double à pinces tournantes.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : acier inox
- Dimensions : 13 mm Ø, 50 mm de long

666 613 Tourillon

### 1.1.4 Supports

#### Supports pour bec Bunsen

Complets, avec plaque de base (laquée à effet martelé) et tige en acier inox (M10).

N° de cat.	Hauteur	Dimensions
666 502	450 mm	100 mm x 175 mm
666 504	750 mm	130 mm x 210 mm
666 506	1000 mm	130 mm x 210 mm

#### Supports élévateurs

Supports réglables en hauteur pour surélever les appareils de démonstration ainsi que pour faire varier la hauteur de certains appareils au sein d'un montage expérimental.

N° de cat.	Surface utile	Hauteur	Charge maximum
300 76	16 cm x 13 cm	60 ... 255 mm	max. 50 kg
666 583	20 cm x 20 cm	70 ... 260 mm	max. 40 kg
300 75	32 cm x 22 cm	65 ... 250 mm	max. 30 kg

#### Embase multifonctionnelle MF

Pour la réalisation d'un support variable. Pour le serrage de tiges verticales. Avec des perçages pour fiches de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges verticales : max. 13 mm ou 1/2 pouce
- Perçages pour les tiges de base : 10 mm Ø, l'un
- Perçages pour fiches : 4 mm Ø, l'un
- Dimensions : 18,5 cm x 4 cm x 3,5 cm

301 21 Embase multifonctionnelle MF

#### Embases, 2 paires

Sert de support latéral pour les montages simples réalisés avec 1 embase multifonctionnelle MF.

301 23ET2 Embases, 2 paires

#### Bloc de noix

Sert à fixer des éléments à perçage ou fiche de 4 mm sur des tiges ou des tubes.

Caractéristiques techniques :

- Perçages : 8 de 4 mm Ø, l'un
- Ouverture pour les tiges et tubes : max. 13 mm ou 1/2 pouce
- Dimensions : 5 cm x 6 cm x 3 cm

301 25 Bloc de noix

### Cales, jeu de 6

Caractéristiques techniques :

- Matériau : bois
- Superficie : 80 mm x 100 mm
- Hauteur :
  - 60 mm (2x)
  - 30 mm (1x)
  - 10 mm (2x)
  - 5 mm (1x)

300 761 Cales, jeu de 6

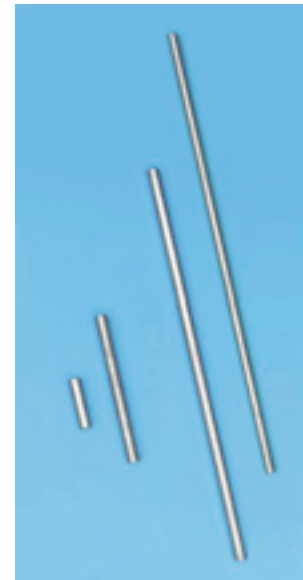


### 1.1.5 Tubes

#### Tubes

Droits, en acier inox. Les tubes de 10 mm de diamètre se glissent dans ceux de 13 mm de diamètre et peuvent être ainsi reliés de manière télescopique à l'aide de la noix universelle (666 615) ; cela permet un réglage en continu de la hauteur.

N° de cat.	Diamètre	Longueur	Nombre
608 050	10 mm	300 mm	1
666 609ET2	10 mm	450 mm	2
608 051	10 mm	750 mm	1
608 052	10 mm	1000 mm	1
666 605	13 mm	50 mm	1
666 606	13 mm	150 mm	1
666 607	13 mm	400 mm	1
608 053	13 mm	500 mm	1
666 608	13 mm	750 mm	1
608 054	13 mm	1000 mm	1



### 1.1.6 Pincés / Accessoires

#### Fiches à ressort

Fiche avec lame ressort métallique pour assurer la liaison électrique et la fixation mécanique de tiges et de plaques. Convient pour la tige perforée (666 626).

- Diamètre de la fiche : 4 mm

N° de cat.	Nombre	Ouverture
590 02ET2	2	8 ... 12 mm
591 21	1	14 ... 25 mm



#### Pincés à ressort

Pour la table support (666 617).

N° de cat.	Ouverture
666 618	22 mm
666 619	32 mm



# 1.1 MATÉRIEL SUPPORT

## 1.1.6 PINCES / ACCESSOIRES



### Anneaux supports sans noix

Servent de supports aux toiles calorifuges et aux récipients posés dessus, inoxydables.

N° de cat.	Diamètre de l'anneau	Longueur de la tige
666 572	70 mm	280 mm
666 573	100 mm	300 mm
302 68	130 mm	280 mm

### Anneaux supports avec noix

Servent de supports aux toiles calorifuges et aux récipients posés dessus, inoxydables.

N° de cat.	Diamètre de l'anneau
608 100	70 mm
666 546	100 mm
666 547	130 mm

### Pincès de serrage universelles



N° de cat.	Longueur	Ø de la tige	Écartement de la mâchoire	Remarques
666 555	28 cm	12 mm	0 ... 80 mm	Mâchoire recouverte de liège
666 556	28 cm	10 mm	0 ... 80 mm	Mâchoire recouverte de liège, avec articulation
301 72	30 cm	12 mm	0 ... 120 mm	Mâchoire recouverte de liège
666 551	23 cm	mm	0 ... 25 mm	Pincès recouvertes de caoutchouc
608 080	27 cm	mm	0 ... 80 mm	Pincès recouvertes de PVC

## 1.2 Mesure et instrumentation

### 1.2.1 Longueur

#### Règle métallique, 1 m

Avec échelle graduée, facile à lire de loin. La graduation en dm est sur fond alternativement blanc et rouge.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Graduation : dm, cm et mm
- Largeur : 25 mm

311 02	Règle métallique, 1 m
--------	-----------------------

#### Règle métallique graduée, 0,5 m

Avec échelle graduée lisible même de loin ; graduations en dm sur fond alternativement blanc et rouge.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 0,5 m
- Échelle : graduée en dm, cm und mm
- Largeur : 25 mm

460 97	Règle métallique graduée, 0,5 m
--------	---------------------------------



### Règle verticale

Règle pour des mesures de longueurs à la verticale, par ex. pour des expériences de chute et d'oscillations avec les ressorts à boudin. Modèle semblable à la règle 311 02, mais avec en plus deux curseurs mobiles et une tige de fixation.

311 22	Règle verticale
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 11	Socle

### Règle avec curseurs

Avec échelle graduée facile à lire de loin et graduation en dm sur fond alternativement blanc et rouge. Avec deux curseurs mobiles (301 29) et tige de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Graduation : dm, cm, mm
- Tige : 10 mm Ø

311 23	Règle avec curseurs
--------	---------------------

### Curseurs, paire

À utiliser sur des tiges de 10 mm et 12 mm de diamètre.

301 29	Curseurs, paire
--------	-----------------

### Mètre ruban 2 m

En acier feuillard ; avec ressort de rappel.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 2 m/78 pouces
- Échelle métrique : graduation en cm et en mm
- Échelle en pouces : graduation en 1/16 de pouce

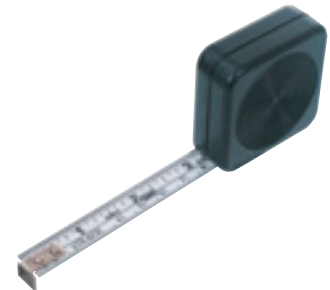
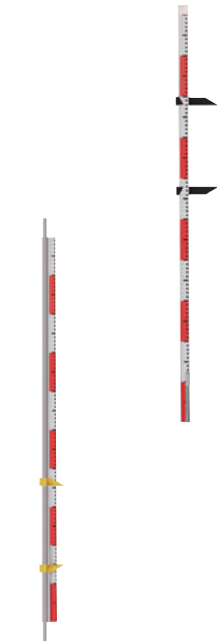
311 77	Mètre ruban 2 m
--------	-----------------

### Mètres rubans, 1 m, jeu de 5

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Graduation : 1 mm

311 78ET5	Mètres rubans, 1 m, jeu de 5
-----------	------------------------------



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.1 LONGUEUR



#### Emploi d'un sphéromètre pour la détermination des rayons de courbure

L'expérience P1.1.1.3 consiste à déterminer les rayons de courbure  $R$  de verres de montre à l'aide d'un sphéromètre. Ils sont obtenus selon :

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2}$$

où  $h$  est la hauteur de la courbure pour un écartement  $r$  donné des pieds du sphéromètre.

#### Sphéromètre

Vernier sphérique pour mesurer l'épaisseur de plaques et déterminer le rayon de courbure de surfaces sphériques, de lentilles, par exemple.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 0 ... 25 mm et -10 ... +15 mm
- Écartement des pieds : 50 mm pour un diamètre > 58 mm
- Pas de vis : 0,5 mm
- Précision de lecture : 0,002 mm
- Précision de mesure : 0,001 mm

311 86 Sphéromètre



#### Modèle de vernier

Pour montrer comment lire les mesures sur un vernier et sur de nombreux appareils de mesure de longueurs ou d'angles. Graduée sur les deux faces, il permet une lecture par addition ou soustraction.

Caractéristiques techniques :

- Échelle principale : 1 m, graduée tous les 5 cm
- Longueur du vernier : 45 cm ou 55 cm

311 27 Modèle de vernier



#### Palmer de précision

Avec vis micrométrique à friction et dispositif de blocage.

Caractéristiques techniques :

- Matériau de la tige de mesure : acier inox
- Gamme de mesure : 0 ... 25 mm
- Précision de lecture : 0,01 mm

311 83 Palmer de précision



#### Pied à coulisse de précision

Permet d'effectuer des mesures d'intérieur (alésage), d'extérieur (diamètre) ou de profondeur ; avec blocage automatique instantané.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : acier inox trempé
- Gammes de mesure : 150 mm et 6 pouces
- Échelles :
  - graduation en mm avec vernier au 1/20ème de mm
  - graduation en pouces avec vernier au 1/128ème de pouce

311 54 Pied à coulisse de précision



#### Pied à coulisse

Permet d'effectuer des mesures d'intérieur (alésage), d'extérieur (diamètre) ou de profondeur.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 130 mm et 5 pouces
- Échelles :
  - graduation en mm avec vernier au 0,05 (1/20ème) de mm
  - graduation en pouces avec vernier au 0,001 de pouce

311 53 Pied à coulisse

## Comparateur

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 10 mm
- 1 tour d'aiguille : 1 mm
- Résolution : 0,01 mm
- Diamètre extérieur : 80 mm

311 87 Comparateur



## 1.2.2 Temps

### Chronomètre de table

Chronomètre additionneur avec boutons poussoirs pour le déclenchement, l'arrêt et la remise à zéro. Mouvement d'horlogerie.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure du cadran : 60 min
- Précision de lecture : 1 s
- Durée de fonctionnement : max. 20 heures
- Division du cadran : 60 et 100 graduations
- Diamètre : 21 cm

313 05 Chronomètre de table



### Chronomètre numérique manuel

Dans boîtier en plastique avec cordon et pile remplaçable. Fonction marche/arrêt, temps intermédiaires, affichage de l'heure et de la date, fonction alarme, signal pour l'heure.

Caractéristiques techniques :

- Graduation : 1/100<sup>ème</sup> s jusqu'à 30 min, 1 s jusqu'à 24 h
- Pile : type UCC 392, Renata 2 ou Toshiba LR 41

LDS00001 Chronomètre numérique manuel



### Chronomètre numérique manuel

Chronomètre à quartz avec affichage numérique LCD. Fonctions de commutation : déclenchement, arrêt, partage et remise à zéro. Livré avec cordon et étui de protection.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 9 h 59 min 59 s 99/100 s
- Résolution : 0,01 s
- Affichage : LCD à 7 segments, 7 chiffres
- Hauteur des chiffres (h, min, s) : 8 mm
- Pile : 1,5 V, type CEI R 6 (de 685 44ET4)
- Dimensions : 8,5 x 6 x 2,5 cm

313 12 Chronomètre numérique manuel



### Chronomètre mécanique manuel I

Chronomètre additionneur avec boutons de déclenchement, d'arrêt et de remise à zéro. Il résiste aux chocs et dispose d'un verre et d'un ressort incassables. Livré avec cordon et étui de protection.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure du cadran : 15 min
- Précision de lecture : 0,1 s
- Graduation du cadran : 30 s/15 min
- Diamètre : 5,5 cm

313 07 Chronomètre mécanique manuel I



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.2 TEMPS



#### Chronomètre mécanique manuel II

Chronomètre additionneur avec boutons de déclenchement, d'arrêt et de remise à zéro. Il résiste aux chocs et dispose d'un verre et d'un ressort incassables. Livré avec cordon.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure du cadran : 30 min
- Précision de lecture : 0,2 s
- Graduation de l'écran : 60 s/30 min
- Diamètre : 5,5 cm

313 17 Chronomètre mécanique manuel II



#### Minuterie

Pour la mise en marche et l'arrêt programmés d'appareils électriques tels que, par ex., des plaques chauffantes, des chauffe-ballons, des fours, des thermostats, des moteurs d'agitation, etc.

Caractéristiques techniques :

- Durée de réglage :  
à partir de 0,25 h en fonctionnement permanent à un rythme de 24 heures, possibilité de réglage fixe de 3 phases marche/arrêt pour 24 h
- Puissance de commutation : max. 16 A
- Alimentation secteur : 230 V (se branche directement à la prise)
- Dimensions : 70 x 70 x 80 mm

666 095 Minuterie



#### Minuteur électronique

Compteur, décompteur (compteur à 2 canaux) ou horloge ; décompteur avec alarme sonore (1 min) en fin de cycle, chacun des canaux de comptage peut être appelé séparément.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LCD à 6 chiffres
- Gamme : 99 h 59 min 59 s
- Unité de comptage : 1 s
- Dimensions : 75 mm x 65 mm x 10 mm
- Masse : 65 g

666 096 Minuteur électronique



#### Chronomètre électronique P

Compteur de temps brefs avec affichage quasi-analogique en 0,01 s par 100 diodes lumineuses disposées en cercle. Les secondes entières sont affichées par des chiffres lumineux.

L'enclenchement et l'arrêt du chronomètre peuvent se faire soit de façon dynamique, c.-à-d. que les entrées (START et STOP) réagissent aux flancs montants et descendants, soit de façon statique, c.-à-d. que l'entrée (START/STOP) réagit à l'état. On peut ainsi mesurer l'intervalle entre deux événements ou la durée d'un événement.

Le chronomètre peut être enclenché et arrêté manuellement par le biais du poussoir intégré ; un aimant de maintien connecté peut être déclenché avec START. Pour la commande externe, il est possible d'utiliser des commutateurs ou des générateurs d'impulsions électriques ; on peut donc connecter une barrière lumineuse à une prise multiple ou brancher par ex. une plaque de contact ou un microphone sur les douilles de 4 mm.

Le chronomètre électronique dispose de deux douilles de 4 mm pour la connexion d'un aimant de maintien désactivé au départ et capable de lancer un événement.

Le chronomètre électronique peut être utilisé en tant qu'appareil de table ou être fixé dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 999,99 s
- Précision de lecture : 0,01 s
- Base de temps : quartz
- Cadran : couronne de diodes électroluminescentes de 17 cm de diamètre
- Hauteur des chiffres : 25 mm (affichage à 7 segments)
- Entrées du signal : trois paires de douilles de 4 mm ainsi que prises multiples à alimentation électrique intégrée pour des barrières lumineuses
- Sortie : pour aimant de maintien par paire de douilles de 4 mm, réglable à l'aide d'un potentiomètre
- Entrée de remise à zéro : paire de douilles de 4 mm
- Connexion : 12 V CA par adaptateur secteur (livré avec l'appareil)
- Puissance absorbée : 8 VA
- Dimensions : 20 cm x 30 cm x 12 cm
- Masse : 1 kg

313 033 Chronomètre électronique P

## 1.2.3 Volumétrie et masse volumique

### Vase à trop-plein

Pour déterminer le volume de solides ainsi que pour étudier le principe d'Archimède.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Hauteur : 16 cm
- Diamètre : 6 cm

362 04 Vase à trop-plein



### Éprouvettes graduées en verre borosilicaté 3.3 avec pied en plastique

Conformes à la norme DIN, avec pied interchangeable en plastique incassable et anneau de sécurité pour éviter les risques de casse en cas de renversement.

N° de cat.	Volume	Graduation
665 751	10 ml	0,2 ml
665 752	25 ml	0,5 ml
665 753	50 ml	0,5 ml
665 754	100 ml	1 ml
665 755	250 ml	2 ml
665 756	500 ml	5 ml
665 757	1000 ml	10 ml



### Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2

Caractéristiques techniques :

- Matériau : SAN (styrène acrylonitrile)
- Graduation : 2 ml

590 08ET2 Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2



### Cylindres métalliques, jeu de 6

Pour des expériences par ex. sur la masse volumique et la capacité calorifique, avec des matériaux différents de même masse. Livré avec bloc de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Masse : 100 g chacun
- Diamètre : 200 mm chacun
- Matériau : aluminium, laiton, cuivre, fer, plomb et zinc

362 281 Cylindres métalliques, jeu de 6



### Bloc en aluminium

Pour des expériences sur la masse volumique et la poussée d'Archimède. Percé à une extrémité, il peut être accroché à un fil.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions: 6 cm x 2,5 cm x 2,5 cm

362 32 Bloc en aluminium



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.3 VOLUMÉTRIE ET MASSE VOLUMIQUE



#### Cubes (2x) et sphère (1x)

Pour des expériences sur la masse volumique et la poussée d'Archimède avec des corps en différents matériaux.

Caractéristiques techniques :

- Matériau du cube : polystyrène et bois  
Arête : 3 cm
- Matériau de la sphère : polystyrène  
Diamètre : 7 cm

361 63 Cubes (2x) et sphère (1x)



#### Corps pesants, jeu de 2

Pour des expériences sur la masse volumique et la capacité calorifique de différents matériaux.

Caractéristiques techniques :

- Matériau du bloc : acier  
Dimensions : 4 cm x 4 cm x 2 cm
- Matériau du cylindre : aluminium  
Diamètre : 4,5 cm  
Hauteur : 5,5 cm

590 33 Corps pesants, jeu de 2



#### Cubes, jeu de 8

Pour déterminer directement, par pesage, la masse volumique de différents matériaux ; dans bloc de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : Al, Zn, Fe, Cu, Pb, laiton, caoutchouc dur et bois
- Longueur des arêtes : 10 mm

666 100 Cubes, jeu de 8



#### Éléments de masse identique, jeu de 3

Éléments cylindriques en différents matériaux pour des expériences sur la masse volumique.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : bois, aluminium et acier
- Longueur : 10 cm, l'un
- Diamètre : 22 mm, 12 mm et 7 mm
- Masse : 30 g, l'un

362 28 Éléments de masse identique, jeu de 3



#### Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)

Pour déterminer la masse volumique de l'air en faisant le vide (vide grossier). Sphère en verre avec robinets en verre et olives de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Contenance : env. 1 l
- Diamètre : env. 12 cm.
- Diamètre des olives : 8 mm

379 07 Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 072	Support pour ballon rond 250 ml, liège

### Support pour ballon rond 250 ml, liège

Caractéristiques techniques :

- Diamètre (extérieur) : 11 cm

667 072	Support pour ballon rond 250 ml, liège
---------	--



### Pycnomètres de Gay-Lussac

Pour déterminer la densité de liquides. Avec bouchon capillaire hermétique.

N° de cat.	Volume
602 821	10 ml
602 822	25 ml
666 145	50 ml
602 823	100 ml



### Aréomètres pour déterminer la masse volumique de liquides

N° de cat.	Désignation	Gamme de mesure	Graduation	Longueur
316 46	Aréomètres, jeu de 3	0,7 ... 1,0 g/ml 1,0 ... 1,5 g/ml 1,5 ... 2,0 g/ml	0,05 g/ml	env. 300 mm
666 101	Aréomètre, 0,7...2,0 g/ml	0,7 ... 2,0 g/ml	0,02 g/ml	375 mm
666 102	Aréomètres, 0,6...2,0 g/ml, jeu de 7	0,6 ... 0,8 g/ml 0,8 ... 1,0 g/ml 1,0 ... 1,2 g/ml 1,2 ... 1,4 g/ml 1,4 ... 1,6 g/ml 1,6 ... 1,8 g/ml 1,8 ... 2,0 g/ml	0,002 g/ml	280 mm



### Alcoomètre

Pour déterminer la masse et le volume en %, sans thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Échelle : 0 ... 100 %
- Graduation : 1/1
- Longueur : 270 mm

666 141	Alcoomètre
---------	------------



### Éprouvette à pied, 400 ml, à rodage plan

Verre borosilicaté, avec rebord à rodage plan, par ex. pour déterminer la densité des liquides avec un aréomètre.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 400 ml
- Diamètre : 40 mm
- Hauteur : 400 mm

664 215	Éprouvette à pied, 400 ml, à rodage plan
---------	--



# 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

## 1.2.3 VOLUMÉTRIE ET MASSE VOLUMIQUE



### Mesure de la densité des liquides avec corps plongeur

Pour mesurer la densité de liquides, on dispose du corps plongeur dans l'expérience P1.1.2.2. Il s'agit ici de déterminer la densité de mélanges d'eau et d'éthanol. Avec le corps plongeur, la densité est déduite de la poussée verticale que subit un corps de volume connu dans le liquide étudié.

### Plongeur

Pour déterminer la masse volumique de liquides en mesurant la force verticale ascendante, par ex. avec la balance hydrostatique (315 011).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre, avec fil en platine à crochet
- Volume : 10 cm<sup>3</sup>
- Masse totale : 30 g ± 2 mg
- Longueur totale : 17 cm

362 025	Plongeur
---------	----------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	315 011	Balance hydrostatique
1	315 31	Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g



### 1.2.4 Statique

#### Plaquettes « centre de gravité », jeu de 5

Pour l'initiation à la notion de centre de gravité et pour déterminer, par traçage, le centre de gravité d'une surface.

Matériel livré :

- 5 plaquettes à suspendre avec perçage
- 1 noix avec tourillon de suspension
- 1 fil à plomb
- 1 jeu de gommettes autocollantes de repérage

338 32	Plaquettes « centre de gravité », jeu de 5
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Matériel support



#### Appareil pour l'étude de la stabilité

Pour étudier la stabilité d'un corps en fonction de la position de son centre de gravité au-dessus de la surface d'appui. Les montants peuvent être inclinés pour ainsi modifier la position du centre de gravité ; avec fil à plomb.

Caractéristiques techniques :

- Surface d'appui : 12 cm x 12 cm
- Hauteur : env. 25 cm

338 31	Appareil pour l'étude de la stabilité
--------	---------------------------------------



## Fil à plomb

Corps conique en fer ; livré avec fil de pêche (309 48ET2).

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 7 cm
- Longueur du fil : 20 m
- Masse : 0,2 kg

338 01 Fil à plomb



## 1.2.5 Masses fendues et masse marquées

### Masses marquées de 50 g, jeu de 6

À suspendre directement au levier (340 831) ; combinables à volonté ; avec perçages pour fixer les tiges.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du perçage central : 4 mm

340 85 Masses marquées de 50 g, jeu de 6



### Masses marquées de 50 g, jeu de 12

Avec crochet et œillet de suspension.

342 61 Masses marquées de 50 g, jeu de 12



### Masses fendues et grand support

- Diamètre : 50 mm

N° de cat.	Masse	Désignation
315 450	50 g	Plateau pour masses fendues 50 g, grand
315 454	50 g	Masse fendue 50 g, polie
315 456	100 g	Masse fendue 100 g, polie
315 458	200 g	Masse fendue 200 g, polie
315 460	500 g	Masse fendue 500 g, polie

### Masses fendues et petit support

- Diamètre : 25 mm

N° de cat.	Masse	Désignation
315 410	10 g	Plateau pour masses fendues 10 g, petit
315 412	50 g	Plateau pour masses fendues 50 g, petit
315 416	10 g	Masse fendue 10 g, rouge
315 418	10 g	Masse fendue 10 g, grise
315 424	50 g	Masse fendue 50 g, rouge
315 426	50 g	Masse fendue 50 g, grise



# 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

## 1.2.5 MASSES FENDUES ET MASSE MARQUÉES



### Masses marquées

Avec crochet de suspension et barrette d'accrochage sous la base.

- Matériau : fonte

N° de cat.	Masse	Dimensions HxØ
683 10	0,1 kg	75 mm x 10 mm
683 11	0,2 kg	85 mm x 40 mm
315 38	0,5 kg	105 mm x 50 mm
315 39	1,0 kg	135 mm x 65 mm
315 40	2,0 kg	170 mm x 80 mm
388 24	5,0 kg	210 mm x 110 mm

### Jeu de masses marquées, 0,1 kg à 2 kg

Idéal pour la balance de Roberval (315 22) ; multi-usages comme masses marquées, par ex. pour des expériences sur l'allongement de ressorts à boudin et de fils métalliques, les machines simples et la transformation de l'énergie.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	315 38	Masse marquée, 0,5 kg
2	315 39	Masse marquée, 1 kg
1	315 40	Masse marquée, 2 kg
1	683 10	Masse marquée, 0,1 kg
2	683 11	Masse marquée, 0,2 kg

315 36	Jeu de masses marquées, 0,1 kg à 2 kg
--------	---------------------------------------



### Jeu de masses marquées, de 1 g à 50 g

Dans boîte de rangement.

Matériel livré :

Quantité	Masse	Matériau
1	1 g	Laiton
2	2 g	Laiton
1	5 g	Laiton
1	10 g	Laiton
2	20 g	Laiton
1	50 g	Laiton

590 27	Jeu de masses marquées, de 1 g à 50 g
--------	---------------------------------------

### Jeu de masses marquées, de 1 g à 1000 g

Dans bloc de rangement.

Matériel livré :

Quantité	Masse	Matériau
1	1 g	Laiton
2	2 g	Laiton
1	5 g	Laiton
2	10 g	Laiton
1	20 g	Laiton
1	50 g	Laiton
2	100 g	Fer
1	200 g	Fer
1	500 g	Fer
1	1000 g	Fer

315 34	Jeu de masses marquées, de 1 g à 1000 g
--------	---



### Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g

Dans boîte de rangement ; avec pincette.

Matériel livré :

Quantité	Masse	Matériau
1	10 mg	Aluminium
2	20 mg	Aluminium
1	50 mg	Maillechort
1	100 mg	Maillechort
2	200 mg	Maillechort
1	500 mg	Maillechort
1	1 g	Laiton
2	2 g	Laiton
1	5 g	Laiton
2	10 g	Laiton
1	20 g	Laiton
1	50 g	Laiton
2	100 g	Laiton
1	200 g	Laiton

315 31 | Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g



## 1.2.6 Balances mécaniques

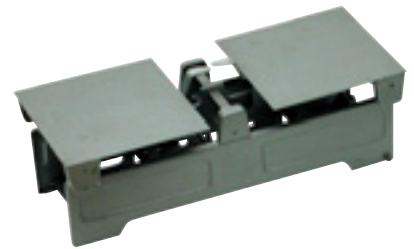
### Balance de Roberval

Balance à deux plateaux carrés en tôle d'acier ; couteaux et coussinet en acier trempé spécial.

Caractéristiques techniques :

- Étendue de pesée : 5 kg
- Sensibilité : 1 g
- Surface de chaque plateau : 18 cm x 18 cm
- Dimensions : 18 cm x 45 cm x 18 cm
- Masse : 5,6 kg

315 22 | Balance de Roberval



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	315 34	Jeu de masses marquées, de 1 g à 1000 g
1	315 36	Jeu de masses marquées, 0,1 kg à 2 kg

### Balance hydrostatique

Convient particulièrement pour la détermination de la densité, la démonstration du principe d'Archimède et le pesage de l'air contenu dans une sphère à 2 robinets (379 07). Balance à fléau avec couteaux en acier sur coussinet en agate et système de pesée ajustable en hauteur. Livrée avec 3 plateaux interchangeables de même masse dont l'un est muni d'une anse plus courte et d'un crochet pour les mesures hydrostatiques.

Caractéristiques techniques :

- Étendue de pesée : 200 g
- Sensibilité : 8 mg
- Diamètre des plateaux : 10 cm
- Dimensions : 18 cm x 35 cm x 43 cm

315 011 | Balance hydrostatique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	315 31	Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.6 BALANCES MÉCANIQUES



#### Balance monoplateau

Balance simple et robuste de travaux pratiques, avec plateau en plastique démontable.

Caractéristiques techniques :

- Étendue de pesée : 100 g/500 g
- Précision de lecture : 1 g/5 g
- Diamètre du plateau : 11 cm
- Dimensions : 22 cm x 26 cm x 19 cm

315 07	Balance monoplateau
--------	---------------------



#### Balance mécanique de précision 150-73

Balance à fléau simple avec des masses coulissantes, imperdables. Plateau chromé brillant, amovible, avec poignée et 2 becs verseurs. Porte-tube à essai avec étrier pour plateau. Dispositif pour le pesage hydrostatique et le pesage sous la balance.

Caractéristiques techniques :

- Étendue de pesée: 301 g
- Sensibilité: 50 mg
- Gammes des masses coulissantes:
  - 0 ... 100 g / 1 g
  - 0 ... 1 g / 50 mg
- Masses suspendues: 100 g et 200 g
- Diamètre du plateau: 90 mm
- Dimensions: 14 cm x 34 cm x 23,5 cm
- Masse: env. 0,5 kg

667 360	Balance mécanique de précision 150-73
---------	---------------------------------------

## Balances d'enseignement et de laboratoire

Balances de précision à poids curseurs mobiles pour la démonstration, les travaux pratiques et le travail en laboratoire.  
Particularités :

- Construction entièrement métallique
- Poids curseurs imperdables
- Réglettes graduées avec encoches
- Réglage du zéro
- Platine en agate et couteau en acier trempé spécial
- Amortissement magnétique sans contact
- Lecture de l'équilibre sans erreur de parallaxe

N° de cat.	Étendue de pesée	Étendue de pesée avec des masses additionnelles	Sensibilité	Plage de tarage	Réglage du ressort	Échelle des poids curseurs	Système
315 05	311 g	g	10 mg	g		0,01 ... 1 g 1...10 g 10...100 g 100/200 g	Monoplateau à anse
315 06	310 g	g	10 mg	g	0,01 ... 10 g (avec vernier)	10 ... 100 g 100/200 g	Monoplateau à anse
315 23	610 g	2610 g	100 mg	225 g		0,1 ... 10 g 10 ... 100 g 100/500 g	Monoplateau
315 24	610 g	2610 g	100 mg	450 g	0,1 ... 10 g	10 ... 100 g 100/500 g	Monoplateau



## Masses additionnelles, jeu de 3

Pour extension de l'étendue de pesée des balances de laboratoire (315 23/315 24) à 2610 g.

Caractéristiques techniques :

- Masses : 1 x 147,5 g et 2 x 295 g

315 25	Masses additionnelles, jeu de 3
--------	---------------------------------





### 1.2.7 Balances électroniques

#### Balances électroniques portables

Balances Compact présentant les avantages suivants : boîtier lisse et plat, grand affichage très contrasté, coupure automatique pour économie d'énergie, alimentée par piles ou secteur (adaptateur secteur disponible en option), construction en plastique solide ; équipement standard : affichage de la capacité des piles, indicateur de surcharge ou de sous-charge, coupure automatique, construction en plastique solide, touches de fonction à membrane tactile.

- Dimensions : 193 mm x 135 mm x 39 mm
- Masse : 0,47 kg

N° de cat.	Étendue de pesée	Précision de lecture	Plateau de pesage	Désignation
OHCS-200E	200 g	0,1 g	146 mm x 133 mm	CS200E
OHCS-2000E	2000 g	1 g	146 mm x 133 mm	CS2000E
OHCS-5000E	5000 g	2 g	146 mm x 133 mm	CS5000E

#### Adaptateur secteur pour balances de la série CS

Adaptateur secteur optionnel pour les balances CS.

605 030	Adaptateur secteur pour balances de la série CS
---------	---



#### Balances électroniques TE

Avec plateau de pesage en acier inox et clavier recouvert par un film de protection, grand afficheur LCD à fort contraste à 7 segments et adaptateur secteur.

N° de cat.	Étendue de pesée	Précision de lecture	Plateau de pesage	Désignation
SATE412	410 g	0,01 g	116 mm Ø	TE412
SATE612	610 g	0,01 g	116 mm Ø	TE612
SATE601	610 g	0,1 g	174 mm x 143 mm	TE601
SATE2101	2100 g	0,1 g	174 mm x 143 mm	TE2101

#### Balance électronique MAULtec S

Pour les expériences de démonstration et les travaux pratiques, avec affichage LCD à 4 chiffres, arrêt automatique, réglage automatique du zéro et fonction Hold pour l'enregistrement de la valeur d'affichage. Alimentation électrique par cellules solaires ; dans boîtier plastique.

Caractéristiques techniques :

- Étendue de pesée : 1000 g
- Sensibilité : 1 g
- Plateau de pesage : 120 mm x 120 mm
- Dimensions : 18 cm x 16 cm x 4 cm

315 233	Balance électronique MAULtec S
---------	--------------------------------



## 1.2.8 Ressorts

### Flexion d'un ressort à lame

Dans l'expérience P1.2.1.2, on étudie la flexion d'un ressort à lame serré d'un seul côté et soumis à l'action d'une force connue, obtenue en suspendant des masses marquées. La déformation est dans ce cas aussi proportionnelle à la force agissante.

### Ressorts à lame, jeu de 2

Pour l'étude des oscillations, de la flexion et de l'étirement. En acier feuillard ; avec perçage pour la fixation.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 43,5 cm x 2,5 cm
- Épaisseur : 0,4 mm
- Perçage : 4 mm Ø

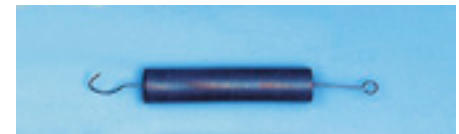
352 051ET2 Ressorts à lame, jeu de 2



### Ressorts à boudin

Pour l'étude des élongations et des oscillations.

N° de cat.	Constante de raideur	Charge maximum	Longueur	Diamètre	Désignation
352 07ET2	10 N/m	5 N	12 cm	2 cm	Ressorts à boudin 10 N/m, jeu de 2
352 08ET2	25 N/m	5 N	12 cm	1,5 cm	Ressorts à boudin 25 N/m, jeu de 2
352 10	3 N/m	2 N	15 cm	3 cm	Ressort à boudin 3 N/m
352 11	2,7 N/m	5 N	15 cm	3 cm	Ressort à boudin 2,7 N/m
352 12	32 N/m	10 N	35 cm	3,5 cm	Ressort à boudin 32 N/m
401 01	33 N/m	12 N	75 cm	2 cm	Ressorts à boudin longs, jeu de 6



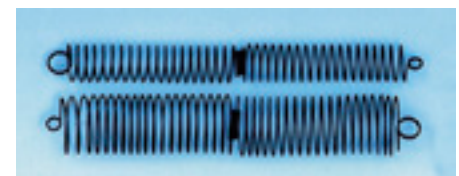
### Ressorts à boudin, paire

Pour l'étude des élongations et des oscillations. Avec deux spires enroulées en sens inverse pour éviter la torsion ainsi que des œillets pour la fixation sur le matériel support et pour suspendre des poids.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 30 N/m / 120 N/m
- Charge max. : 5 N / 20 N
- Longueur : 20 cm, l'un
- Diamètre : 3,5 cm / 2, 5 cm

352 15 Ressorts à boudin, paire



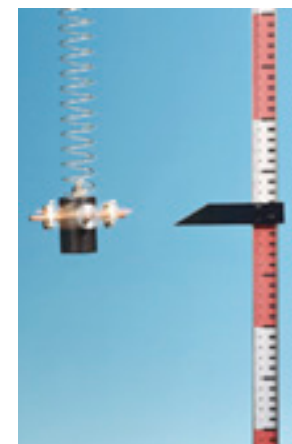
### Pendule à ressort de Wilberforce

Pour les oscillations couplées ; ressort à boudin avec cylindre métallique dont le moment d'inertie est réglable autour de l'axe vertical. Ce système masse-ressort peut accomplir des oscillations longitudinales et de torsion couplées entre elles de façon à occasionner des battements pour un ajustage approprié du moment d'inertie. Avec tige de fixation à l'extrémité supérieure du ressort, l'idéal étant de fixer le pendule au plafond.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 2,7 Nm<sup>-1</sup>
- Charge maximale : env. 5 N
- Longueur : 40 cm
- Diamètre : 3 cm
- Masse du cylindre : 465 g

346 51 Pendule à ressort de Wilberforce





### Ressort Slinky

Pour faire la démonstration des ondes progressives et stationnaires.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : env. 7 cm
- Longueur : extensible de 7 cm à env. 300 cm

401 012	Ressort Slinky
---------	----------------

## 1.2.9 Mesure de la force, mécanique

### Dynamomètres

Échelle sur corps transparent permettant de suivre l'action de la force, avec blocage du ressort en fin de course pour éviter une extension anormale. Convient pour une utilisation avec le rétroprojecteur.

- Précision de mesure :  $\pm 3\%$  de la valeur finale
- Longueur de l'échelle : 7 cm
- Longueur : 20 cm



N° de cat.	Gamme de mesure	Graduation
314 44	1 N	50 mN
314 45	2 N	50 mN
314 46	5 N	0,25 N
314 47	10 N	0,5 N



### Dynamomètres de traction-compression

Échelle sur corps transparent et blocage du ressort en fin de course pour éviter une extension anormale. L'anneau de suspension orientable peut être rabattu sur le côté pour les mesures de compression. Sans tige de compression.

- Longueur : 16 cm

N° de cat.	Gamme de mesure	Graduation
314 01	1,5 N	0,1 N
314 02	3 N	0,1 N

### Dynamomètres

Échelle en g/kg et N sur corps transparent permettant de suivre l'action de la force, avec blocage du ressort en fin de course pour éviter une extension anormale. Avec curseur de réglage du zéro.



N° de cat.	Gamme de mesure	Graduation
200 343	250 g / 2,5 N	5 g / 0,05 N
200 344	500 g / 5 N	10 g / 0,1 N
200 345	1 kg / 10 N	20 g / 0,2 N
200 346	2 kg / 20 N	40 g / 0,4 N
200 347	3 kg / 30 N	100 g / 1 N
200 348	3 kg / 50 N	100 g / 1 N

### Crochets de suspension enfichables, jeu de 5

Pour fixer par ex. des dynamomètres, des ressorts hélicoïdaux et autres éléments à un support statique avec une perforation de 4 mm comme par ex. le bloc de noix (301 25).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Longueur totale : 3,5 cm
- Largeur : 1 cm



314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5
-----------	--



### Dynamomètres pour parallélogramme des forces, jeu de 3

Chaque dynamomètre comporte un anneau de fixation et un anneau en métal pour l'assemblage des dynamomètres entre eux.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 0,33 N/m, l'un
- Charge max. : 10 N
- Longueur des ressorts : env. 25 cm, l'un

341 13 Dynamomètres pour parallélogramme des forces, jeu de 3

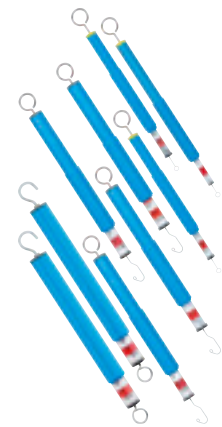


### Dynamomètres de précision (Prof. Maey)

Avec curseur de réglage du zéro pour l'ajustement de la tare variable en fonction de l'expérience réalisée (plateau de balance, poulie). Échelle graduée bien lisible grâce à l'alternance de rouge et de noir tous les 10 traits de graduation. Dans gaine en plastique, avec blocage du ressort en fin de course pour éviter une extension anormale.

- Précision de mesure :  $\pm 0,5\%$  de la valeur finale
- Longueur de l'échelle : 10 cm
- Possibilité d'ajustage du curseur de réglage du zéro : +2 cm
- Longueur : 19 cm à 23 cm (suivant le modèle)

N° de cat.	Longueur	Gamme de mesure	Graduation
314 081	190 mm	10 mN	0,1 mN
314 111	190 mm	100 mN	1 mN
314 141	190 mm	1,0 N	0,01 N
314 151	200 mm	2,0 N	0,02 N
314 161	210 mm	5,0 N	0,05 N
314 171	210 mm	10 N	0,1 N
314 181	220 mm	20 N	0,2 N
669 040	230 mm	50 N	0,5 N, sans curseur de réglage du zéro
314 201	230 mm	100 N	1 N, sans curseur de réglage du zéro



### Assemblage et décomposition des forces

Durant l'expérience P1.2.2.1, une force  $F$  quelconque est compensée par l'élasticité de deux dynamomètres formant les angles  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  avec  $F$ . Les composantes (forces partielles)  $F_1$  et  $F_2$  sont déterminées en fonction de  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ . Les relations

$$F = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

et

$$0 = F_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \sin \alpha_2$$

sont vérifiées.

### Dynamomètres circulaires

Avec poulie de renvoi à roulement à billes sur aimant.

- Diamètre : 17 cm

N° de cat.	Gamme de mesure	Graduation
314 212	2 N	0,1 N
314 215	5 N	0,1 N



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.9 MESURE DE LA FORCE, MÉCANIQUE



#### Table d'étude des forces

Pour l'étude quantitative de la décomposition vectorielle de forces. Les forces sont réglées par des masses marquées et leur direction par le positionnement des poulies de façon à ce que l'anneau de centrage soit bien au centre de la table (point d'impact des forces). Ceci permet un relevé exact des angles lorsque les forces sont en équilibre pour ainsi calculer le parallélogramme des forces. Avec poulies quasiment sans frottement, possibilité d'inscrire des annotations sur la table et pieds vissables.

Livrable seulement en Allemagne.

Caractéristiques techniques :

- Résolution : 1 g et 1°
- Échelle : 0° ... 360°
- Diamètre de la table : 25 cm

Matériel livré :

- Table d'étude des forces
- 3 poulies de renvoi
- 6 porte-masses
- Anneau de centrage
- Fil

342 90	Table d'étude des forces
--------	--------------------------

#### Masses marquées pour la table pour l'étude des forces, jeu

Dans boîte en plastique.

Livrable seulement en Allemagne.

Caractéristiques techniques :

- Masses marquées en laiton  
3 x 100 g, 3 x 50 g, 6 x 20 g
- Masses marquées en aluminium  
3 x 10 g, 3 x 5 g
- Masses marquées en plastique  
3 x 2 g, 3 x 1 g, 3 x 0,5 g
- Porte-masses  
4 x 5 g

342 901	Masses marquées pour la table pour l'étude des forces, jeu
---------	--



#### 1.2.10 Mesure de la force, électronique

##### Mesure de la force sur des conducteurs parcourus par un courant dans le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval

Dans l'expérience P3.3.3.1, les boucles conductrices se trouvent dans le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval. La force  $F$  est mesurée en fonction de l'intensité du courant  $I$ , de la longueur du conducteur  $s$  et de l'angle  $\alpha$  entre le champ magnétique et le conducteur. La relation suivante est confirmée

$$F = I \cdot s \cdot B \cdot \sin \alpha$$

##### Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage



à l'aide de capteurs CASSY interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835 Instrument de mesure universel Physique

### Capteur de forces S, $\pm 1$ N

Pour mesurer des forces (par ex. électrostatiques) de  $\pm 1$  N avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Avec deux lames souples à quatre jauges extensométriques montées en pont.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300$  mN,  $\pm 1$  N
- Compensation :  $\pm 2,5$  N dans chaque gamme de mesure
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure (suivant l'emplacement)
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 1 m
- Dimensions : 14,4 cm x 4 cm x 4 cm
- Masse : 360 g

524 060 Capteur de forces S,  $\pm 1$  N



### Capteur de forces S, $\pm 50$ N

Se connecte directement à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Physique (531 835) pour la mesure de composantes de force jusqu'à  $\pm 50$  N (par ex. pendule élastique ou composantes dues à la force centrifuge) ou d'accélération jusqu'à  $1000$  m/s<sup>2</sup>.

Le capteur de forces S se compose d'un parallélogramme avec deux lames souples, l'une d'entre elles étant dotée d'un pont à jauge extensométrique. L'ensemble est une construction rigide permettant de mesurer des composantes de force quelle que soit la position du capteur de forces. Plusieurs capteurs de forces en disposition orthogonale mesurent donc, par exemple, les vecteurs de force d'un pendule de torsion rigide ou d'un pendule simple effectuant des oscillations circulaires.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure **Force** :  $\pm 0,5/\pm 1,5/\pm 5/\pm 15/\pm 50$  N
- Gammes de mesure **Accélération** :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300/\pm 1000$  m/s<sup>2</sup>
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure
- Compensation (tare) :  $\pm 50$  N pour chaque gamme de mesure
- Fixation : avec vis de fixation au matériel support
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 2 m
- Dimensions : 58 mm x 43 mm x 20 mm
- Masse : 130 g

524 042 Capteur de forces S,  $\pm 50$  N



## 1.2 MESURE ET INSTRUMENTATION

### 1.2.10 MESURE DE LA FORCE, ÉLECTRONIQUE



#### Mobile-CASSY®

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données.  
Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB de CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle d'échantillonnage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC  
Piles ou accumulateurs (NiCd, NiMH) : 4, type mignon / AA / LR06
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Piles
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009	Mobile-CASSY®
---------	---------------

## 1.3 Machines simples

### 1.3.1 Leviers

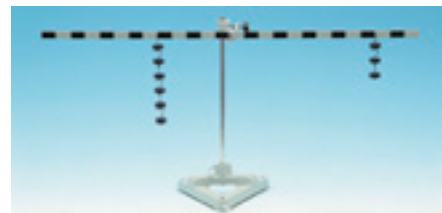
#### Levier, 1 m

Pour des expériences sur l'équilibre et pour la démonstration des différents types d'équilibre. Avec trois rangées de trous et un axe sur roulement à billes monté sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Longueur totale : 104 cm
- Nombre de perforations :  
12 (rangée centrale) et  
14 (en supplément) de chaque côté  
Intervalle de perforation le long du bras de levier : 4 cm  
Diamètre : 3,5 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

342 60 Levier, 1 m



#### Levier de 37,5 cm

Utilisé pour les expériences d'initiation à l'équilibre avec bascule à un ou deux bras de levier ainsi que pour réaliser une balance romaine. Avec rangée médiane de perforations et rigole centrale sur les deux faces pour accrocher des masses et des dynamomètres. Deux perforations supplémentaires pour fixer chaque étrier des plateaux de pesée (342 47ET2). Livré avec index, prisme support pour bascule et curseur de tarage.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de perforations : 27
- Diamètre des perforations : 5 mm, l'une
- Intervalle entre 2 perforations : 15 mm
- Marquage des perforations :  
numérotation à partir du milieu

340 831 Levier de 37,5 cm



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 21	Embase multifonctionnelle MF
2	301 25	Bloc de noix
2	301 26	Tige 25 cm, 10 mm Ø
2 de	314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5
1 de	340 811ET2	Axes enfichables, jeu de 2
1	340 82	Échelle double
1	342 47ET2	Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2

#### Axes enfichables, jeu de 2

Sert d'élément de fixation rotatif pour le levier (340 831).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'axe : 4 mm
- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Longueur totale : 5,5 cm

340 811ET2 Axes enfichables, jeu de 2



## 1.3 MACHINES SIMPLES

### 1.3.1 LEVIERS



#### Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2

À utiliser entre autres choses comme masse marquée et s'accroche au levier (340 831). Muni d'un étrier pouvant être suspendu par une fiche ou une perforation. Avec des anneaux latéraux pour loger des tubes à essai. Les montants sont escamotables pour faciliter le rangement. Le plateau est amovible, avec prise pour l'attraper et deux becs verseurs.

Caractéristiques techniques :

- Charge max. : env. 500 g
- Diamètre du plateau : 8,5 cm
- Hauteur disponible pour la pesée : 15 cm
- Hauteur totale : 22,5 cm
- Masse totale : 50 g env.

342 47ET2

Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2



#### Poulie de transmission

Pour l'étude du moment de torsion ou d'inertie, par ex. avec un capteur de mouvement. Disque en métal léger doté de trois gorges et de perforations disposées en quadrillage pour la mise en place de cordelettes à l'aide des goupilles fournies (points d'application des forces). Quatre perforations supplémentaires pour ajouter une manivelle ou des masses additionnelles. Axe sur roulement à billes, monté sur une tige support.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des disques :  
5, 15 et 20 cm
- Perforations de fixation :  
Nombre : 16  
Quadrillage : 4 cm x 4 cm
- Perforations pour la manivelle :  
Nombre : 4  
Distance du centre : 17 et 68 mm  
Diamètre : 6 mm

Matériel livré :

- 1 disque à roulement à billes
- 1 axe à vis moletée
- 1 manivelle
- 4 goupilles
- 1 fil de pêche

342 75

Poulie de transmission



### 1.3.2 Système de poulies et palans

#### Palan D

Grand modèle pour la démonstration. Éléments de jonction montés sur une tige munie d'un crochet à chaque extrémité. Livré avec fil de démonstration (309 50).

Caractéristiques techniques :

- Poulies à roulement à billes
- Charge admissible : max. 20 N
- Diamètre des poulies : 50 et 100 mm
- Longueur des éléments de jonction : 18 cm, l'un

342 28

Palan D

### Palan P

Équipement pour l'assemblage :

- d'une poulie libre
- d'une poulie fixe
- d'un palan

Caractéristiques techniques :

- Charge admissible : max. 5 N

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 25	Bloc de noix
1	309 50	Fil de démonstration
1 de	314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5
1 de	340 811ET2	Axes enfichables, jeu de 2
1 de	340 87ET2	Crochet porte-charge, jeu de 2
1	340 911ET2	Poulies de 50 mm Ø, enfichable, jeu de 2
1	340 921ET2	Poulies de 100 mm Ø, enfichable, jeu de 2
1	340 930ET2	Éléments de jonction pour poulie, jeu de 2

342 23 Palan P

### Poulie

Poulie à gorge et roulement à billes, montée sur tige métallique munie d'un crochet à chaque extrémité. Peut servir de poulie fixe ou mobile.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la poulie : 50 mm
- Tige :  
Distance à l'axe de la poulie : 10 cm  
Diamètre : 12 mm

341 65 Poulie

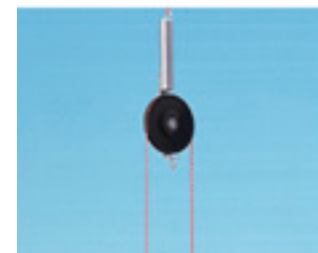
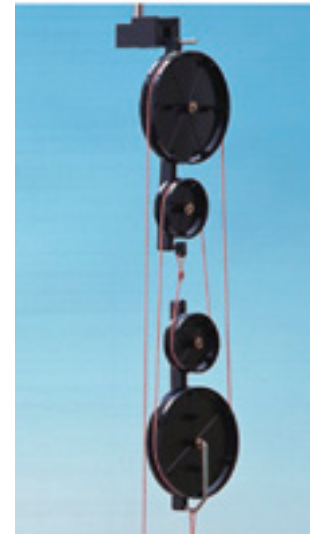
### Palan pour charges lourdes

Pour démontrer comment soulever des objets lourds sans trop faire d'effort. Livré avec corde, crochets de sécurité et anneaux soudés.

Caractéristiques techniques :

- Force portante max. : 200 kg
- Force de traction max. : 350 N
- Nombre de poulies : 3 et 4
- Masse des blocs : env. 0,4 kg

342 25 Palan pour charges lourdes





### 1.3.3 Plan incliné – Frottement

#### Blocs en bois pour l'étude des frottements, paire

Avec une face plastifiée. Livrés avec crochets pour fixer un dynamomètre.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
12 cm x 6 cm x 6 cm et  
12 cm x 6 cm x 3 cm

342 10	Blocs en bois pour l'étude des frottements, paire
--------	---

#### Plan incliné

Pour l'étude des forces (force de résistance et force normale) en fonction de l'inclinaison. Pliant, gradué sur toute la longueur (base et partie inclinée). Variation de l'inclinaison par déplacement de la cale.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du plan incliné : 50 cm
- Longueur de la base : 56 cm
- Hauteur de la cale : 5 cm
- Échelles : graduées tous les 5 cm
- Angle d'inclinaison max. : 45°
- Masse du chariot : 100 g

Matériel livré :

- 1 plan incliné
- 1 chariot
- 1 dynamomètre de précision, 1 N (il en faut un deuxième pour déterminer la force normale)
- 1 cale
- 1 bloc en bois

341 21	Plan incliné
--------	--------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	314 141	Dynamomètre de précision, 1,0 N

### 1.4 Mécanique avec tableau de fixation magnétique

#### Embase aimantée à douille de 4 mm

Pour la fixation de composants à fiche de 4 mm, par ex. une poulie (340 911ET2/340 921ET2), sur le tableau magnétique (301 301) ; avec film protecteur permettant de déplacer l'embase sans faire de rayures.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'aimant : 50 mm
- Force d'adhérence : 10 N

301 330	Embase aimantée à douille de 4 mm
---------	-----------------------------------

#### Embase aimantée à crochet

Pour la fixation de composants sur le tableau magnétique (301 301) ; avec film protecteur permettant de déplacer l'embase sans faire de rayures.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'aimant : 50 mm
- Force d'adhérence : 10 N

301 331	Embase aimantée à crochet
---------	---------------------------





## 1.4 MÉCANIQUE AVEC TABLEAU DE FIXATION MAGNÉTIQUE

### Embase aimantée avec axe de 4 mm

Pour la fixation de composants nécessitant un axe de rotation et à perçage de 4 mm, par ex. le levier à index (340 831), sur le tableau magnétique (301 301) ; avec film protecteur permettant de déplacer l'embase sans faire de rayures.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'aimant : 50 mm
- Force d'adhérence : 10 N

301 332 | Embase aimantée avec axe de 4 mm

### Embase aimantée avec noix

Noix avec rainure et perçage axial. Pour la fixation de composants sur le tableau magnétique (301 301) ; avec film protecteur permettant de déplacer l'embase sans faire de rayures.

Caractéristiques techniques :

- Largeur de la rainure : 5 mm
- Diamètre intérieur du perçage : 14 mm
- Diamètre de l'aimant : 50 mm
- Force d'adhérence : 10 N

301 333 | Embase aimantée avec noix

### Embase aimantée avec plate-forme

Avec 2 plaques magnétiques pour le maintien de composants devant le tableau magnétique (301 301) sans risque de rotation ni de basculement.

Caractéristiques techniques :

- Plate-forme : 11 cm x 15 cm

301 335 | Embase aimantée avec plate-forme

### Embase aimantée avec support de rail

Pour fixer le rail métallique de précision (460 81 ou 460 82) devant le tableau magnétique (deux embases sont nécessaires).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'aimant : 50 mm
- Force d'adhérence : 10 N

301 336 | Pied aimanté avec support de rail

### Bande magnétique

Autocollante à renfort ferromagnétique.

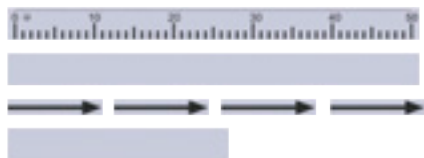
Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 3 cm x 19 cm

301 337 | Bande magnétique



# 1.4 MÉCANIQUE AVEC TABLEAU DE FIXATION MAGNÉTIQUE



## Accessoires pour le tableau magnétique

Aimantés.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la règle : 50 cm
- Graduation de la règle : cm/mm
- Longueur des flèches : 12 cm, l'une

Matériel livré :

- 1 règle
- 4 flèches
- 1 bande pour annotations (blanche), 52 cm x 4 cm
- 1 bande pour annotations (blanche), 28 cm x 4 cm

301 338	Accessoires pour le tableau magnétique
---------	--



## Dynamomètre circulaire 2 N

Avec poulie de renvoi à roulement à billes sur aimant, pour le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'échelle : 17 cm
- Graduation : 0,1 N

314 212	Dynamomètre circulaire 2 N
---------	----------------------------



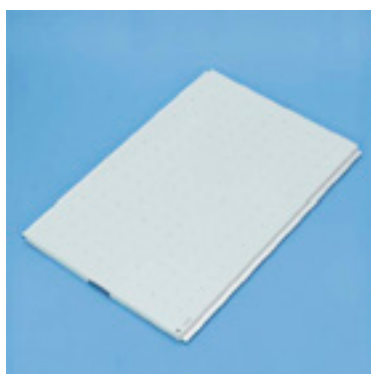
## Dynamomètre circulaire 5 N

Avec poulie de renvoi à roulement à billes sur aimant, pour le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'échelle : 17 cm
- Graduation : 0,1 N

314 215	Dynamomètre circulaire 5 N
---------	----------------------------



## Tableau magnétique

Tableau en acier pour la fixation par aimantation du matériel utilisé par exemple pour l'expérimentation en optique ou en mécanique. Annotations possibles.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 93 cm x 62 cm

301 301	Tableau magnétique
---------	--------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 05	Pince de table avec goujon
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration

# 1.4 MÉCANIQUE AVEC TABLEAU DE FIXATION MAGNÉTIQUE

## LIT : La mécanique sur le tableau magnétique, anglais

22 expériences de démonstration d'après C. Braun, pour le premier cycle de l'enseignement secondaire, 114 pages.

Thèmes :

- Forces :
  - Déformation - ressort à boudin et élastique
  - Calibrage d'un ressort à boudin
  - Effet dynamique sur le ressort à lame
  - Force et force antagoniste
  - Composition des forces parallèles
  - Addition de forces non parallèles
  - Décomposition des forces
- Levier :
  - Levier à deux bras et levier à un bras
  - Balance à fléau
  - Balance romaine
  - Roue montée sur un arbre
  - Entraînement par courroie
- Poulies :
  - Poulies libres et fixes
  - Palans
  - Pendules : pendules simples et élastiques



343 012 | LIT : La mécanique sur le tableau magnétique, anglais

## Expériences de démonstration en mécanique, équipement de base

Matériel pour réaliser des expériences sur les « forces » et les « machines simples » sur le tableau magnétique (301 301) monté dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300). La fixation des composants aux aimants permanents permet un montage vertical simple sans matériel support.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 330	Embase aimantée à douille de 4 mm
1	301 331	Embase aimantée à crochet
1	301 332	Embase aimantée avec axe de 4 mm
1	301 333	Embase aimantée avec noix
1	301 338	Accessoires pour le tableau magnétique
1	309 50	Fil de démonstration
1 de	314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5
1	314 212	Dynamomètre circulaire 2 N
2	314 215	Dynamomètre circulaire 5 N
1	314 46	Dynamomètre, 5 N
1 de	340 811ET2	Axes enfichables, jeu de 2
1	340 831	Levier de 37,5 cm
1	340 87ET2	Crochet porte-charge, jeu de 2
1	340 911ET2	Poulie de 50 mm Ø, enfichable, jeu de 2
1	340 921ET2	Poulie de 100 mm Ø, enfichable, jeu de 2
1	340 930ET2	Élément de jonction pour poulie, jeu de 2
1	342 47ET2	Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2
1	342 61	Masses marquées de 50 g, jeu de 12
1 de	352 051ET2	Ressorts à lame, jeu de 2
1 de	352 07ET2	Ressorts à boudin 10 N/m, jeu de 2
1 de	352 08ET2	Ressorts à boudin 25 N/m, jeu de 2
1 de	686 50ET5	Plaque métallique, jeu de 5



343 001 | Expériences de démonstration en mécanique, équipement de base

## 1.4 MÉCANIQUE AVEC TABLEAU DE FIXATION MAGNÉTIQUE

### Cadre d'expérimentation et de démonstration Équipement II (mécanique)

Support pour montages verticaux en vue de la réalisation d'expériences avec le matériel de l'équipement pour la démonstration en mécanique.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 05	Pince de table avec goujon
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 301	Tableau magnétique
1	343 001	Expériences de démonstration en mécanique, équipement de base
1	343 011	LIT: La mécanique sur le tableau magnétique, allemand

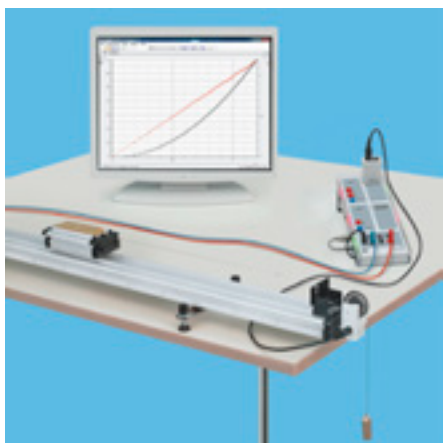
301 300S2	Cadre d'expérimentation et de démonstration Équipement II (mécanique)
-----------	---

## 1.5 Dynamique et cinématique

### 1.5.1 Rail à chariot

Relevé des diagrammes distance-temps de mouvements rectilignes – tracé et exploitation avec CASSY

Dans l'expérience P1.3.2.2, on étudie l'évolution du mouvement du chariot sur le rail entraîné par un fil fin. La roue à rayons sert de poulie de renvoi. Les signaux du capteur de déplacement à laser sont enregistrés via l'interface PC CASSY, puis affichés à l'écran sous la forme de diagramme distance – temps. Les courbes s'affichant en temps réel durant le déroulement de l'expérience, une relation claire est créée entre l'évolution du mouvement et le diagramme.



### Équipement « Rail à chariot »

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	337 110	Chariot pour rail
2	337 112	Ressort de choc
1	337 114	Masses additionnelles, paire
1	337 130	Rail 1,5 m
1	337 463	Support pour roue à rayons combinée
1	337 464	Roue à rayons combinée

337 130P1	Équipement « Rail à chariot »
-----------	-------------------------------



### Butoirs, paire

Le butoir est fixé sur le rail (337 130) ou un rail avec des voies écartées de 45 mm. Il délimite la distance parcourue par un chariot sur le rail. Par ailleurs, il est doté d'un porte-ficelle qui sert à tendre des ressorts au moyen d'une corde fine.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 35 mm x 70 mm x 60 mm



337 116	Butoirs, paire
---------	----------------

### Ressort de choc, souple

Avec fiche de 4 mm pour le montage sur un chariot pour rail (337 110). Convient notamment pour l'étude du choc, par ex. avec la caméra VidéoCom (337 47USB).

337 473 | Ressort de choc, souple



### Rail 1,5 m

Le rail prévu pour être utilisé avec le chariot pour rail (337 110) se compose d'un profilé en aluminium avec des voies de roulement (écartées de 45 mm) sur sa face supérieure. Il est pourvu de pieds-supports déplaçables à volonté et réglables en hauteur, il dispose sur le côté d'un mètre ruban et de chaque côté, de rainures pour la fixation de la barrière lumineuse combinée (337 462). Le support pour roue à rayons combinée (337 463) peut être installé aux extrémités du rail grâce aux douilles de 4 mm prévues à cet effet. Butoirs inclus.

Caractéristiques techniques :

- Matériau (rail) : aluminium
- Matériau des butoirs : plastique
- Dimensions : 1,5 m x 90 mm x 50 mm
- Masse : 4,6 kg

337 130 | Rail 1,5 m



### Ressort de choc

Avec fiche de 4 mm pour le montage sur un chariot pour rail (337 110).

337 112 | Ressort de choc



### Masses de Newton

Pour les expériences sur le rail (337 130). Se composent d'une masse d'entraînement spéciale de force 1 N et d'une masse additionnelle pour que la masse totale à accélérer soit de 1 kg.

Caractéristiques techniques :

- Poids de la masse d'entraînement : 102 g
- Masse additionnelle : 398 g

337 115 | Masses de Newton



### Chariot pour rail

Le chariot pour rail est sur roulements à billes ; ses axes sont suspendus sur ressorts et parfaitement escamotables si bien qu'ils ne peuvent pas être surchargés. Il est prévu pour une utilisation sur le rail (337 130) mais peut aussi être employé sur des rails LGB (écartement international de 45 mm). Les roues sont conçues de telle sorte que le chariot se centre de lui-même, ceci empêchant tout frottement contre les profils. Le boudin est tel qu'il est aussi possible d'utiliser le chariot sur une base plane sans guidage, sans endommager les surfaces de roulement.

À chacune des extrémités du chariot, il y a un porte-ficelle pour tendre des ressorts, des douilles pour le logement de la barrière lumineuse combinée (337 462) et des ressorts de choc (337 112/337473) ainsi que des fermetures Velcro pour les chocs inélastiques. Sur la face supérieure du chariot, il y a des filets de fixation prévus aussi pour des fiches de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : profilé d'aluminium
- Masse équivalente des roues : 5 g (4 roues)
- Masse dynamique : 500 g
- Dimensions : 15,5 cm x 9 cm x 5,5 mm
- Masse : 495 g

337 110 | Chariot pour rail



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.1 RAIL À CHARIOT



### Masses additionnelles, paire

Pour le chariot pour rail (337 110) permettant de doubler et de tripler la masse. Les masses peuvent être bloquées sur le chariot pour rail à l'aide d'une fiche de couplage (incluse au matériel livré) afin de les empêcher de se déplacer.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 11,3 cm x 4,4 cm x 1,2 cm
- Masse : 496 g (= 500 g, avec fiche de couplage)

337 114 Masses additionnelles, paire



### Barrière lumineuse combinée

S'utilise soit de manière classique avec des lamelles interruptrices courantes, soit avec la roue à rayons combinée (337 464) comme transducteur de mouvements. Elle convient particulièrement bien pour une utilisation avec le rail à chariot (337 130) dans la rainure latérale duquel elle peut être insérée ou sur les faces duquel elle peut être enfilée. Mais elle peut aussi être utilisée dans des montages ouverts, par le biais d'une tige. À connecter à l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques : fiches de 4 mm espacées de 19 mm ; filetage M6
- Connexion : connecteur DIN femelle 6 broches (pour 501 16)
- Lamelle interruptrice, largeur : 5 mm
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 462 Barrière lumineuse combinée



### Support pour roue à rayons combinée

Permet l'utilisation de la roue à rayons combinée (337 464) comme une poulie de renvoi, par ex. sur le rail (337 130).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques :
  - fiches de 4 mm espacées de 19 mm ;
  - filetage M 6
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 463 Support pour roue à rayons combinée



### Roue à rayons combinée

La roue montée sur roulement à billes sert de poulie de renvoi avec le support pour roue à rayons combinée (337 463) ou de poulie de renvoi et de transducteur de mouvements avec la barrière lumineuse combinée (337 462).

Caractéristiques techniques :

- Résolution :
  - Adaptateur Timer (524 034) : 1 cm
  - Timer S (524 074) : 1 cm ou  $\pm 1$  mm avec reconnaissance du sens de rotation
- Diamètre : 52 mm
- Division intérieure : 16 fentes
- Division extérieure : 40 fentes
- Force portante maximale : 20 N ( $\approx 2$  kg)

337 464 Roue à rayons combinée

### 1.5.2 Banc à coussin d'air

#### Diagrammes distance-temps et vitesse-temps de mouvements rectilignes

Les mouvements uniformes et uniformément accélérés sur le banc à coussin d'air en position horizontale font l'objet de l'expérience P1.3.3.4.

#### Banc à coussin d'air

Pour l'étude de mouvements uniformes et pour l'analyse quantitative des lois fondamentales de la cinétique et de la dynamique. Rail avec orifices de sortie d'air et raccord pour soufflerie. Monté et ajusté sur un tube support. Avec mobile à section en U adapté au rail de façon à permettre la formation d'un coussin d'air et donc un déplacement quasiment sans frottement. Avec masses additionnelles pour doubler et tripler la masse du mobile.

Caractéristiques techniques :

- Rail sur son support :  
Longueur : 1,50 m  
Masse : 7 kg
- Mobile :  
Dimensions : 15 cm x 5 cm x 4 cm  
Masses additionnelles : 100 g l'une
- Masses d'entraînement : 1/2/3/4/5/6 g
- Aimant de maintien :  
Tension d'alimentation : 5 à 16 V -, 0,25 A  
par douilles de 4 mm

Matériel livré :

- 1 rail
- 1 bâti-support ajustable en hauteur à utiliser directement sur la table ou bien à surélever jusqu'à env. 40 cm
- 2 mobiles avec barrettes de fixation pour lamelles interruptrices
- 1 adaptateur pour l'alimentation en air
- 8 lamelles interruptrices
- 4 masses additionnelles
- 2 jeux de 6 masses d'entraînement
- 2 paire de tampons (ressort et butée)
- 1 fiche à aiguille
- 1 fiche à douille
- 2 plateaux de rangement alvéolés (26 cm x 8,5 cm)
- 1 aimant de maintien, enfichable
- 1 support pour roue à rayons combinée
- 1 roue à rayons combinée
- 1 plateau d'arrêt pour les masses d'entraînement
- 2 freins enfichables
- 1 fil de perlon
- 1 plateau de rangement alvéolé (17 cm x 17 cm)

337 501 Banc à coussin d'air

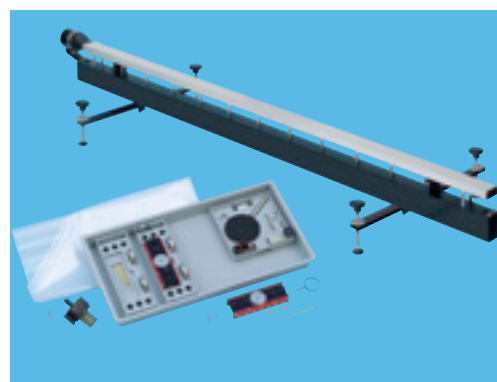
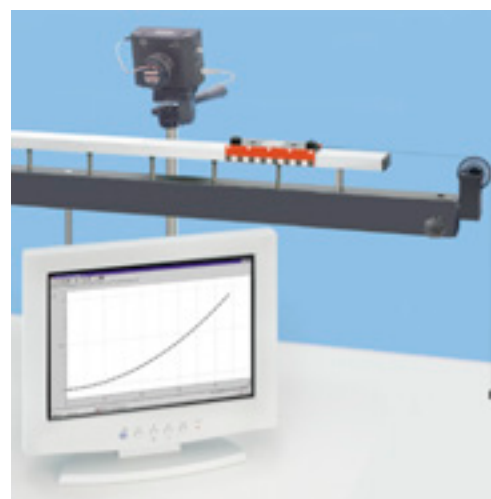
#### LIT: Banc à coussin d'air

9 exemples d'expériences pour la démonstration et les travaux pratiques d'après J. Nolte, enseignement secondaire, 40 pages.

Thèmes:

- Mouvement uniforme
- Mouvement sur le plan incliné
- Loi de Newton
- Mouvement accéléré avec inversion du sens de déplacement
- Conservation de la quantité de mouvement lors du choc élastique et inélastique

337 493 LIT: Banc à coussin d'air



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.2 BANC À COUSSIN D'AIR



### Générateur d'air

Pour le banc à coussin d'air et la réalisation d'expériences en aérodynamique. Tuyau inclus.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du tuyau : env. 1 m
- Alimentation secteur : 115 V...230 V, 50/60 Hz
- Puissance : 1000 W
- Dimensions : 30 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 4,5 kg

337 512	Générateur d'air
---------	------------------



### Clapet d'étranglement

Pour la régulation de l'arrivée d'air et l'interruption sans secousses du mouvement du mobile sur le banc à coussin d'air (337 501) pour relever les états momentanés lors d'expériences sur les impulsions. Le clapet d'étranglement est positionné entre l'embout et le tuyau d'arrivée d'air. Muni d'une vanne et de raccords pour le tuyau.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 14,5 cm
- Diamètre : 6 cm

337 52	Clapet d'étranglement
--------	-----------------------



### Unité de réglage de la puissance

Pour des charges ohmiques et inductives, pour le réglage en continu de l'alimentation en énergie d'appareils électriques, avec câble secteur et prise.

Caractéristiques techniques :

- Charge permanente maximale :  
2000 W (pour récepteurs ohmiques),  
500 W (pour récepteurs inductifs)
- Tension d'alimentation : 230 V/50 Hz
- Dimensions : 150 mm x 100 mm x 70 mm
- Masse : 0,8 kg

667 823	Unité de réglage de la puissance
---------	----------------------------------



### Alimentation en air

Soufflerie pour banc à coussin d'air, tuyau inclus.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du tuyau : 1 m env.
- Connexion : 230 V/400 VA
- Dimensions : 28 cm x 15 cm x 13 cm
- Masse : 1 kg

337 53	Alimentation en air
--------	---------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 823	Unité de réglage de la puissance



### Mobile

Mobile de réserve ou mobile supplémentaire pour le banc à coussin d'air (337 501).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 15 cm x 5 cm x 4 cm
- Masse : 100 g

Matériel livré :

- 1 mobile
- 2 masses additionnelles
- 4 lamelles interruptrices
- 1 jeu de 6 masses d'entraînement
- 1 paire de tampons (ressort et butée)
- 1 plateau de rangement alvéolé (26 cm x 8,5 cm)

337 55 Mobile



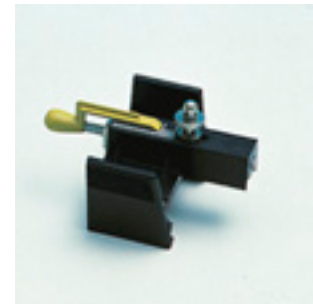
### Lanceur pour banc à coussin d'air

Catapulte à ressort pour le lancement des mobiles, soit la transmission d'impulsions reproductibles sur les mobiles. Avec force réglable, échelle graduée en mm et aimant de maintien. Livré avec une butée massive en matériau magnétique doux pour le maintien du mobile et la transmission des impulsions.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 50 N/m
- Vitesse max. de lancement pour un mobile de 100 g : max. 35 cm/s
- Longueur : 8,5 cm
- Plateau de rangement alvéolé : 8,5 cm x 8,5 cm

337 58 Lanceur pour banc à coussin d'air



### Mobile à réaction avec dispositif de mesure de la poussée

Pour l'étude des mouvements horizontaux uniformément accélérés, sans poulie de renvoi ni masse tombante. Conçu pour le banc à coussin d'air (337 501). Fonctionnement autonome selon le principe du choc de retour avec réutilisation de l'air sortant du banc. Avec trois tuyères interchangeable de section différente produisant différentes poussées.

Le dispositif de mesure de la poussée sert à la mesure statique de la poussée du mobile à réaction qui dépend de la section de la buse et de l'arrivée d'air. Efficace comme balance différentielle s'il est utilisé avec un dynamomètre approprié. Livré avec un plateau de rangement alvéolé.

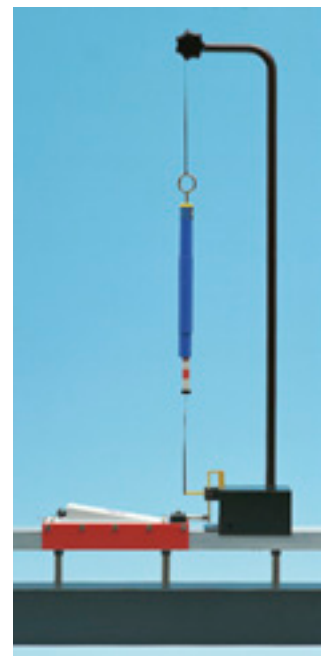
Caractéristiques techniques :

- Mobile à réaction  
Poussée : 1 à 3 mN (selon la tuyère et l'arrivée d'air)  
Dimensions : 15 cm x 5 cm x 4 cm  
Masse : 100 g
- Dispositif de mesure :  
Hauteur : env. 50 cm  
Gamme de mesure : 10 mN

337 561 Mobile à réaction avec dispositif de mesure de la poussée

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	309 48ET2	Fil de pêche, jeu de 2
1	314 081	Dynamomètre de précision, 0,01 N



### 1.5.3 Enregistrement de mouvements

#### 1.5.3.1 avec une barrière lumineuse



##### Barrière lumineuse en U

Barrière lumineuse de précision avec source à infrarouges pour la commande d'appareils de comptage et de mesure du temps pour l'expérimentation avec des corps en mouvement, par ex. pour l'étude du mouvement sur le rail, de la chute libre, des oscillations d'un pendule, de ressorts à lame ou de cordes. Connexion à CASSY via l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074). Se fixe avec une noix ou un aimant de maintien. Fixation possible sur des profilés à section carrée. Témoin de mise sous tension (LED).

Caractéristiques techniques :

- Précision de mesure : 0,1 mm
- Fréquence de commutation : max. 5 kHz
- Sortie du signal et alimentation en tension : par douille multiple
- Ouverture de l'armature en U : 110 mm
- Profondeur de l'armature en U : 160 mm
- Connexion :  
9 à 25 V CC ou  
6 à 15 V CA  
par douille multiple (pour 501 16)
- Consommation : 110 mA

337 46	Barrière lumineuse en U
--------	-------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 16	Câble de connexion hexapolaire, 1,5 m



##### Aimant de maintien pour rail

Électro-aimant pour le déclenchement d'un déplacement à un moment précis, avec noyau de fer à réglage axial pour la réduction des retards à l'aimantation. Se fixe sur un rail ; livré avec goupille pour chariot pour rail.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : 2 douilles de 4 mm
- Tension : 5 ... 16 V
- Courant maximum : 0,25 A

683 41	Aimant de maintien pour rail
--------	------------------------------

##### Barrière lumineuse combinée

S'utilise soit de manière classique avec des lamelles interruptrices courantes, soit avec la roue à rayons combinée (337 464) comme transducteur de mouvements. Elle convient particulièrement bien pour une utilisation avec le rail à chariot (337 130) dans la rainure latérale duquel elle peut être insérée ou sur les faces duquel elle peut être enfilée. Mais elle peut aussi être utilisée dans des montages ouverts, par le biais d'une tige. À connecter à l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques : fiches de 4 mm espacées de 19 mm ; filetage M6
- Connexion : connecteur DIN femelle 6 broches (pour 501 16)
- Lamelle interruptrice, largeur : 5 mm
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 462	Barrière lumineuse combinée
---------	-----------------------------



### Support pour roue à rayons combinée

Permet l'utilisation de la roue à rayons combinée (337 464) comme une poulie de renvoi, par ex. sur le rail (337 130).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques :  
fiches de 4 mm espacées de 19 mm ;  
filetage M 6
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 463 Support pour roue à rayons combinée



### Roue à rayons combinée

La roue montée sur roulement à billes sert de poulie de renvoi avec le support pour roue à rayons combinée (337 463) ou de poulie de renvoi et de transducteur de mouvements avec la barrière lumineuse combinée (337 462).

Caractéristiques techniques :

- Résolution :  
Adaptateur Timer (524 034) : 1 cm  
Timer S (524 074) : 1 cm ou  $\pm 1$  mm avec reconnaissance du sens de rotation
- Diamètre : 52 mm
- Division intérieure : 16 fentes
- Division extérieure : 40 fentes
- Force portante maximale : 20 N ( $\approx 2$  kg)

337 464 Roue à rayons combinée



### 1.5.3.2 avec un capteur de déplacement

#### Définition de l'unité de force Newton – tracé et exploitation avec CASSY

Dans l'expérience P1.3.2.3, une masse marquée calibrée exerce une force accélératrice de 1 N sur un chariot de 1 kg. Conformément aux attentes, le système d'ExAO CASSY nous montre que

$$a = 1 \frac{m}{s^2}$$

En même temps, l'expérience permet de vérifier que le chariot est accéléré jusqu'à une vitesse de

$$v = 1 \frac{m}{s}$$

au bout d'une seconde.

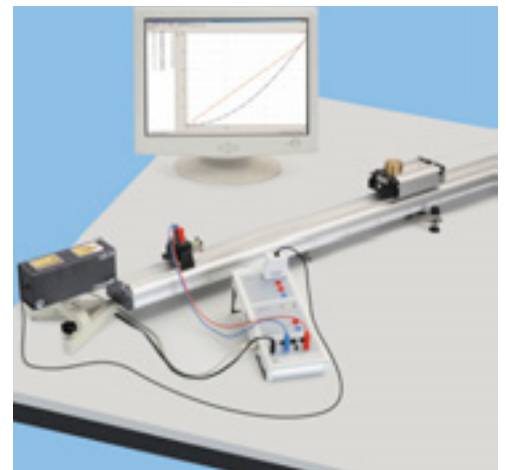
#### Capteur de déplacement à laser S

Pour déterminer la distance ou le temps de propagation de la lumière entre le capteur de déplacement à laser et un élément réflecteur avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument universel de mesure Physique (531 835). La mesure de la distance subordonnée au temps permet un relevé de haute précision et sans contact d'un mouvement (par ex. sur un rail ou lors d'une chute libre). On peut par ex. déterminer la vitesse de la lumière dans différents milieux (air, verre, etc.) à partir de la mesure du temps de propagation entre le capteur et l'élément réflecteur. Une bande autocollante de papier réfléchissant incluse au matériel livré collée sur un objet (chariot, cavalier, par ex.) sert de réflecteur.

Caractéristiques techniques :

- Laser : classe 2, modulé (6,0 ou 60,0 MHz) limité à une puissance optique moyenne de 0,2 mW
- Gammes de mesure (distance) : 1/2/10/20 m  
Précision : 0,5 mm dans la plus petite gamme de mesure
- Gamme de mesure (temps de propagation) : 5/10/50/100 ns  
Précision : 3,3 ps dans la plus petite gamme de mesure
- Feuille catadioptré : A5
- Dimensions : 50 mm x 70 mm x 150 mm
- Masse : 0,5 kg

524 073 Capteur de déplacement à laser S



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.3 ENREGISTREMENT DE MOUVEMENTS



### Capteur d'accélération 3D S

Capteur très léger et de très petite taille pour relever les forces g (accélération et gravitation terrestre) agissant sur le capteur avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835), avec douille de 4 mm pour l'adaptateur (529 422) pour le montage résistant à la torsion sur un chariot pour rail (par ex. 337 110 ou 337 00).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure :  $\pm 3/\pm 10$  g
- Câble de raccordement : 2 m
- Fréquence limite : 20 Hz
- Masse du capteur mis en mouvement : 9 g
- Dimensions : 12 mm x 12 mm x 45 mm

524 0422 Capteur d'accélération 3D S



### Support pour capteur d'accélération

Pour la fixation du capteur d'accélération 3D S (524 0422) sur le chariot (337 110) du rail ou le chariot de mesure 1 (337 00) de l'équipement Science Kit Mécanique 3 (588 813S) ou Mécanique 4 (588 814S). Corps en plastique avec tiges de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (lxHxL) : 56 mm x 41 mm x 20 mm
- Masse : 17 g

529 422 Support pour capteur d'accélération

### 1.5.3.3 avec la caméra VidéoCom

#### Troisième axiome de Newton et lois du choc – tracé et exploitation avec VidéoCom

Durant l'expérience P1.3.4.4, on trace le choc élastique entre deux mobiles de masses  $m_1$  et  $m_2$ . L'exploitation montre que l'impulsion

$$p(t) = m_1 \cdot v_1(t) + m_2 \cdot v_2(t)$$

reste constante durant tout le processus, même pendant le choc. Par contre, l'énergie cinétique

$$E(t) = \frac{m_1}{2} \cdot v_1^2(t) + \frac{m_2}{2} \cdot v_2^2(t)$$

atteint un minimum pendant le choc qui s'explique par l'énergie de déformation emmagasinée dans le ressort.

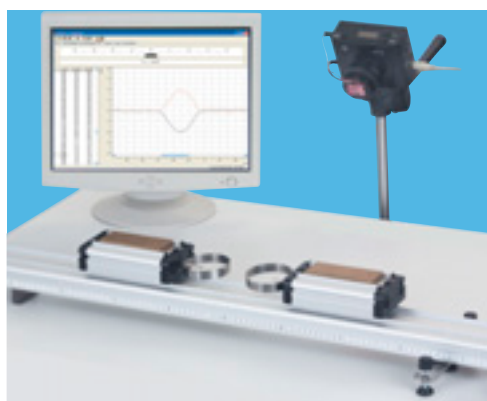
Le troisième axiome de Newton est en outre vérifié sous la forme

$$m_1 \cdot a_1(t) = -m_2 \cdot a_2(t)$$

Le point  $t_0$  auquel les deux mobiles ont la même vitesse

$$v_1(t_0) = v_2(t_0)$$

et où l'écart  $s_2 - s_1$  entre les mobiles est minimum doit être prélevé du diagramme vitesse - temps. En considérant leurs valeurs absolues, les accélérations  $a_1$  et  $a_2$  sont maximales au point  $t_0$  puisque les ressorts ont atteint leur tension maximum.



### VidéoCom USB

Caméra CCD à une ligne pour le relevé sans contact, de haute précision, de mouvements de mobiles ainsi qu'une mesure relative de l'intensité lumineuse d'un spectre. La caméra se branche à un ordinateur via son port USB. Livrée avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Ligne CCD avec 2048 pixels (28 mm)
- Précision angulaire supérieure à 0,01° (correspond à env. 0,25 mm pour une distance de 2 m)
- Précision de la mesure de l'intensité supérieure à 0,5 %
- Max. 160 images par seconde
- Enregistrement de la position de 1 à 10 mobiles à la fois
- Objectif de 50 mm avec distance et diaphragme réglables ainsi qu'éclairage stroboscopique par LEDs intégré
- Port USB, compatible avec les caractéristiques USB, versions 1.1 et 2.0, full speed (câble USB inclus au matériel livré)
- Feuille réfléchissante (format A5, autocollante)
- Tige support à filetage pour montage sur le banc optique
- Alimentation : 12 V CA/20 W via adaptateur secteur (inclus au matériel livré)
- Logiciel de mesure et d'exploitation des données, utilisable sous Windows (aussi disponible gratuitement sur Internet sous « Téléchargement de logiciels »)

337 47USB VidéoCom USB



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 59	Trépied pour caméra
1	336 21	Aimant de maintien
1	337 472	Corps de chute

### Feuille réfléchissante (catadioptré)

Feuille de rechange pour la caméra VidéoCom (337 47USB).

Caractéristiques techniques :

- A5, autocollante

337 471	Feuille réfléchissante (catadioptré)
---------	--------------------------------------



### Corps de chute

Corps de chute pour la caméra VidéoCom permettant la détermination de l'accélération gravitationnelle, avec dispositif de suspension pour un aimant de maintien (336 21).

337 472	Corps de chute
---------	----------------



### Ressort de choc, souple

Avec fiche de 4 mm pour le montage sur un chariot pour rail (337 110). Convient notamment pour l'étude du choc, par ex. avec la caméra VidéoCom (337 47USB).

337 473	Ressort de choc, souple
---------	-------------------------



### Trépied pour caméra

Tête panoramique 3 D.

Caractéristiques techniques :

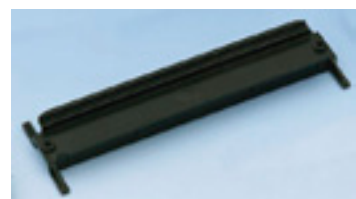
- Hauteur, entièrement déployé : 133,5 cm
- Hauteur, rétracté : 57 cm

300 59	Trépied pour caméra
--------	---------------------



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.4 RAIL POUR TRAVAUX PRATIQUES



### 1.5.4 Rail pour travaux pratiques

#### Relevé des diagrammes distance-temps de mouvements rectilignes – tracé avec une barrière lumineuse

Dans l'expérience P1.3.1.2 on mesure le temps entre le démarrage du chariot en lâchant l'aimant de maintien et l'arrêt en interrompant une barrière lumineuse. La distance parcourue est variable par le déplacement de la barrière lumineuse. Le temps est mesuré par le Pocket-CASSY donnant un diagramme  $s(t)$  directement sur l'écran. De ce diagramme on peut évaluer les diagrammes  $b(t)$ - et  $a(t)$ .

#### Chariot de mesure 1

Chariot utilisé sur le rail métallique de précision (460 81) pour l'étude de la cinématique et de la dynamique. Déplacement presque sans frottement, possibilité de compenser le moment d'inertie des roues. Les flancs latéraux descendent assez bas pour protéger les roues et arrêter le chariot dès qu'il arrive sur la table. Muni d'un axe de fixation amovible pour les masses additionnelles (337 05) et de masses fendues (de 337 04), d'une pince de fixation pour le papier d'enregistrement et de douilles pour enficher le ressort ou la butée (337 03) pour l'étude des chocs. Livré dans un plateau de rangement alvéolé (86 mm x 129 mm) avec des emplacements vides pour les accessoires.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 106 mm x 56 mm x 42 mm
- Masse : 85 g (100 g avec les masses fendues)
- Masse équivalente des roues : env. 5 g (au total)

337 00	Chariot de mesure 1
--------	---------------------

#### Rail métallique de précision, 100 cm

Pour les travaux pratiques. S'utilise comme rail avec le chariot de mesure (337 00) ou comme banc d'optique avec cavaliers (de 460 95ET5). Profilé robuste et résistant à la torsion avec surface d'appui anti-dérapante.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 100 cm
- Échelle : graduée en cm et en dm

460 81	Rail métallique de précision, 100 cm
--------	--------------------------------------

#### Connecteur de rails

Pour l'assemblage rigide et rectiligne de deux rails métalliques (460 81/82). Connexion mécanique par encliquetage dans les rainures appropriées des rails.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 20 cm

460 85	Connecteur de rails
--------	---------------------

#### Pieds pour rails, paire

Pour mettre à niveau les extrémités libres des rails métalliques de précision assemblés (460 81/82) avec le connecteur (460 85) ou avec l'articulation pivotante (460 86).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 5 cm, l'un

460 88	Pieds pour rails, paire
--------	-------------------------

#### Bloc support à gradins

Pour modifier l'inclinaison du rail, pour compenser la force de frottement ou pour accélérer le chariot.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur des gradins : 2/3/4 cm
- Dimensions : 7,5 cm x 4 cm x 4,5 cm

337 06	Bloc support à gradins
--------	------------------------

### Poulie de renvoi sur cavalier

Pour des expériences sur le banc équipé d'un chariot et d'un rail métallique de précision (460 81). Axe à pointe (presque sans frottement), faible moment d'inertie et guidage précis du fil dans la gorge.  
Ne convient pas pour les expériences sur le plan incliné.  
Rangement dans le plateau de l'enregistreur de temps (337 18).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la poulie : 53,5 mm
- Masse équivalente de la poulie : 2 g

337 14 Poulie de renvoi sur cavalier



### Ressort et butée

Pour l'étude des chocs avec les chariots de mesure (337 00). Rangement dans le plateau du chariot de mesure.

Caractéristiques techniques :

- Matériau du ressort : acier
- Matériau de la butée : aluminium
- Masse : 4 g, l'un

337 03 Ressort et butée



### Masses d'entraînement, jeu

Comprend 1 plateau support et 3 masses fendues pour entraîner le chariot de mesure (337 00) et obtenir une masse totale de 100 g. Rangement dans le plateau du chariot de mesure (337 00).

Caractéristiques techniques :

- Poids des différentes masses :  
Plateau support : 5,2 g  
Masses fendues : 3 x 5 g

337 04 Masses d'entraînement, jeu



### Masse additionnelle 100 g

Pour l'étude des chocs avec le chariot de mesure (337 00) pour doubler la masse totale accélérée. Rangement dans le plateau du chariot de mesure (337 00).

337 05 Masse additionnelle 100 g



### Barrière lumineuse combinée

S'utilise soit de manière classique avec des lamelles interruptrices courantes, soit avec la roue à rayons combinée (337 464) comme transducteur de mouvements. Elle convient particulièrement bien pour une utilisation avec le rail à chariot (337 130) dans la rainure latérale duquel elle peut être insérée ou sur les faces duquel elle peut être enfichée. Mais elle peut aussi être utilisée dans des montages ouverts, par le biais d'une tige. À connecter à l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074).

Caractéristiques techniques :

- Raccords mécaniques : fiches de 4 mm espacées de 19 mm ; filetage M6
- Connexion : connecteur DIN femelle 6 broches (pour 501 16)
- Lamelle interruptrice, largeur : 5 mm
- Dimensions : 4 cm x 3 cm x 7,5 cm
- Masse : 150 g

337 462 Barrière lumineuse combinée



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.4 RAIL POUR TRAVAUX PRATIQUES



### Roue à rayons combinée

La roue montée sur roulement à billes sert de poulie de renvoi avec le support pour roue à rayons combinée (337 463) ou de poulie de renvoi et de transducteur de mouvements avec la barrière lumineuse combinée (337 462).

Caractéristiques techniques :

- Résolution :  
Adaptateur Timer (524 034) : 1 cm  
Timer S (524 074) : 1 cm ou  $\pm 1$  mm avec reconnaissance du sens de rotation
- Diamètre : 52 mm
- Division intérieure : 16 fentes
- Division extérieure : 40 fentes
- Force portante maximale : 20 N ( $\approx 2$  kg)

337 464    Roue à rayons combinée



### Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée

Adaptateur permettant l'utilisation de la barrière lumineuse combinée (337 462) avec la roue à rayons combinée (337 464) sur le rail métallique de précision. L'adaptateur peut être enfilé et fixé sur un côté du rail (460 81). Il est doté de douilles dans lesquelles il est possible d'enfiler la barrière lumineuse combinée.

337 465    Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée



### Accessoires pour la mesure électronique de temps

S'utilisent sur le rail métallique de précision (460 81) avec le chariot de mesure (337 00) et la barrière lumineuse combinée (337 462).

Matériel livré :

- 1 paire de pieds pour rail (460 88)
- 2 cavaliers pour barrière lumineuse combinée
- 2 lamelles interruptrices pour chariot de mesure

337 466    Accessoires pour la mesure électronique de temps



### Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur

Câble adaptateur pour l'alimentation et le déclenchement d'un aimant de maintien (336 21 ou 683 41) sur le compteur S (575 471), compteur P (575 451) ou Timer S (524 074, avec CASSY).

Caractéristiques techniques :

- Alimentation électrique : par un compteur ou CASSY
- Résistance série : 100  $\Omega$
- Déclencheur : bouton-poussoir
- Force de maintien : env. 1 N avec aimant de maintien (336 21 ou 683 41)
- Connexion : connecteur DIN 6 broches

336 25    Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur



### Papier métallisé, 5 rouleaux

Pour l'enregistreur de temps (337 18).

Caractéristiques techniques :

- Couche métallisée : Al
- Largeur : 20 mm
- Longueur : env. 100 m (par rouleau)

337 39    Papier métallisé, 5 rouleaux



### Enregistreur de temps sur cavalier

Pour relever le déplacement d'un chariot de mesure ou d'un corps tombant sur le papier d'enregistrement métallisé (337 39). Un stylet répond aux impulsions périodiques de tension et marque le papier métallisé. Avec bloc support à gradins pour incliner le banc et compenser le frottement. Livré avec un rouleau de papier d'enregistrement métallisé et un plateau de rangement alvéolé (129 mm x 172 mm) avec emplacements libres pour les accessoires.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence d'enregistrement du temps : 10/50 Hz (commutable)
- Intervalle d'impulsion : env. 1 ms
- Tension d'impulsion crête à crête : env. 34 V
- Connexion : 12 V CA ( $\pm 2$  V), par câble avec fiches de 4 mm
- Consommation : env. 50 mA
- Dimensions : 8 cm x 6,5 cm x 8,5 cm

337 18 Enregistreur de temps sur cavalier

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 210	Transformateur 6/12 V



### Chariot à entraînement électrique

Pour l'étude des mouvements uniformes sur la table ou le rail métallique de précision (480 81) avec commutateur pour marche avant et marche arrière.

Caractéristiques techniques :

- Vitesse : env. 20 cm/s, réductible progressivement à 1/3
- Alimentation électrique : 3 V (2 petites piles Mignon de 685 44ET4 non fournies)
- Dimensions : 12 cm x 6 cm x 5 cm
- Masse : 175 g

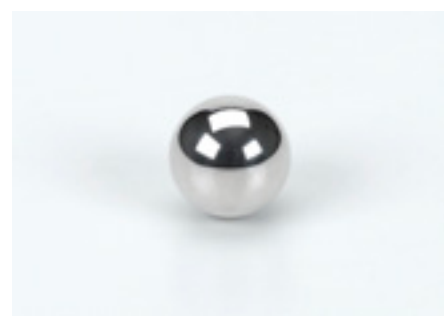
337 07 Chariot à entraînement électrique



## 1.5.5 Billes d'acier pour l'étude des chutes et des chocs

### Billes d'acier

N° de cat.	Nombre	Diamètre	Masse
352 522	12	10 mm	4 g
352 521	12	15 mm	14 g
352 54	1	16 mm	16,7 g
352 512	6	20 mm	33 g
352 52	6	30 mm	110 g



### Billes d'acier de 30 mm, jeu de 6

Spécialement conçues pour étudier les chocs élastiques et inélastiques sur un rail de roulement approprié.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 30 mm, l'une
- Masse : 110 g, l'une

352 52 Billes d'acier de 30 mm, jeu de 6

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	460 81	Rail métallique de précision, 100 cm



# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.5 BILLES D'ACIER POUR L'ÉTUDE DES CHUTES ET DES CHOCS



### Bille d'acier 30 mm avec œillet

Pour l'étude du pendule mathématique. Avec œillet pour la suspension bifilaire.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 30 mm
- Masse : 110 g

352 535 Bille d'acier 30 mm avec œillet



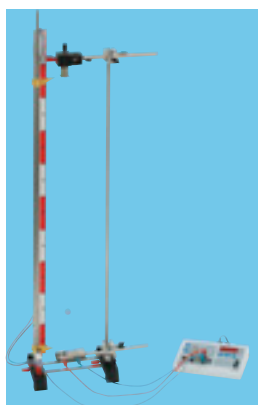
### Billes d'acier de 30 mm avec œillet, jeu de 5

Pour l'étude des chocs élastiques et inélastiques. Avec œillets et fils pour suspension bifilaire à un support.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 30 mm, l'une
- Masse : 110 g, l'une

352 53 Billes d'acier de 30 mm avec œillet, jeu de 5



## 1.5.6 Chute libre

### Chute libre: mesure du temps avec plaque de contact et compteur S

Au cours de l'expérience P1.3.5.1, la mesure électronique du temps est lancée dès que la bille est libérée par l'interruption du courant magnétique. Après une hauteur de chute  $h$ , la bille tombe sur une plaque de contact et arrête la mesure du temps  $t$ . Les mesures pour différentes hauteurs de chute sont reportées sous forme de couples de valeurs dans un diagramme distance - temps. Comme la bille est au repos au début des mesures,  $g$  peut être estimée d'après la relation:

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

### Aimant de maintien

Electro-aimant permettant le déclenchement précis d'un mouvement. Exemples : chute libre, oscillation d'un pendule. Avec noyau en fer réglable en continu par vis axiale servant à atténuer les perturbations magnétiques. Livré avec noix de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture de la noix : 14 mm
- Tension d'alimentation : 5 ... 16 V CC par douilles de 4 mm
- Consommation : max. 0,25 A

336 21 Aimant de maintien



### Plaque de contact, grande

Interrupteur mécanique (rupteur) pour l'arrêt externe de chronomètres électriques par la chute d'une bille ou autre pour les expériences sur la chute libre ou de balistique. Avec surface de contact recouverte de caoutchouc et tige de fixation ; bille en acier incluse.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque : 8,5 cm x 2,5 cm
- Connexion : par douilles de 4 mm
- Dimensions de la tige : 19 cm x 12 mm Ø
- Diamètre de la bille : 15 mm

336 23 Plaque de contact, grande



### Barrière lumineuse en U

Barrière lumineuse de précision avec source à infrarouges pour la commande d'appareils de comptage et de mesure du temps pour l'expérimentation avec des corps en mouvement, par ex. pour l'étude du mouvement sur le rail, de la chute libre, des oscillations d'un pendule, de ressorts à lame ou de cordes. Connexion à CASSY via l'adaptateur Timer (524 034) ou au Timer S (524 074). Se fixe avec une noix ou un aimant de maintien. Fixation possible sur des profilés à section carrée. Témoin de mise sous tension (LED).

Caractéristiques techniques :

- Précision de mesure : 0,1 mm
- Fréquence de commutation : max. 5 kHz
- Sortie du signal et alimentation en tension : par douille multiple
- Ouverture de l'armature en U : 110 mm
- Profondeur de l'armature en U : 160 mm
- Connexion :  
9 à 25 V CC ou 6 à 15 V CA  
par douille multiple (pour 501 16)
- Consommation : 110 mA

337 46 Barrière lumineuse en U

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 16	Câble de connexion hexapolaire, 1,5 m



### Échelle g

Corps pour l'étude de la chute qui permet de déterminer l'accélération de la pesanteur  $g$  par la mesure des temps de chute de tous les barreaux de l'échelle obscurcissant une barrière lumineuse au cours de leur chute. Deux trous servent à placer deux masses additionnelles afin de démontrer que dans une chute libre, l'accélération ne dépend pas de la masse.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de barreaux : 21
- Écartement des barreaux : 1 cm
- Dimensions : 75 mm x 205 mm

529 034 Échelle g

## 1.5.7 Jet incliné – Appareils de jet

### Appareil de jet, grand

Pour les expériences quantitatives sur les lois de la balistique, par ex. relevé de trajectoires paraboliques, étude de l'influence des angles ou des distances de lancé. Mécanisme à ressort permettant de régler trois vitesses de lancé différentes ; dispositif de fixation orientable permettant de régler l'angle de lancé. Le microrupteur intégré qui commande le déclenchement synchrone d'un chronomètre ou d'une bille en chute libre, permet d'expliquer le principe de superposition. L'appareil se fixe au plateau d'une table. Livré avec dix billes à lancer et deux billes de chute.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire : 0° à 90°, graduée tous les 5°
- Dispersion : horizontale :  $\pm 3$  cm, verticale :  $\pm 2$  cm
- Bille de jet : 10 mm  $\emptyset$
- Bille de chute : 30 mm  $\emptyset$
- Connexion du microrupteur : douilles de 4 mm
- Dimensions : 55 cm x 12 cm x 11 cm
- Masse : 2,6 kg



Allongement du ressort	Vitesse initiale	Portée max.
1	2 m/s	0,4 m
2	3 m/s	0,9 m
3	4 m/s	1,6 m

336 56 Appareil de jet, grand

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 06	Pince de table

# 1.5 DYNAMIQUE ET CINÉMATIQUE

## 1.5.7 JET INCLINÉ – APPAREILS DE JET



### Appareil de jet

Pour l'étude des lois de la balistique (projectiles lancés horizontalement, verticalement, sous un certain angle). Permet aussi de mettre en évidence la superposition indépendante des mouvements. Ressort à boudin logé dans une gaine de métal, tige poussoir et vis d'arrêt. Une bille placée à une extrémité sert de projectile et une seconde bille placée à l'autre extrémité est éjectée, lors de la détente du ressort, sans subir aucune accélération horizontale. Monté sur une tige-support inclinable. Livré avec deux billes.

Caractéristiques techniques :

- Portée max. : env. 2 m
- Longueur totale : 20 cm
- Diamètre de la tige : 12 mm
- Diamètre de chacune des billes : 3 cm

336 55	Appareil de jet
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	300 41	Tige 25 cm, 12 mm Ø
2	301 01	Noix Leybold
1	301 03	Noix double à pinces tournantes
1	301 06	Pince de table



### Pendule balistique avec appareil de jet

Permet de réaliser des expériences sur la conservation de l'énergie mécanique et de la quantité de mouvement lors d'un choc élastique ou inélastique. Pour ce faire, on procède à la détermination quantitative de la vitesse des projectiles, en l'occurrence, des billes. Une bille est projetée par un appareil de jet et recueillie par un pendule. La vitesse du projectile est calculée à partir de sa masse et de la déviation angulaire maximale du pendule indiquée par un curseur sur une échelle angulaire.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire : 0° ... 80°
- Résolution : 0,5°

Matériel livré :

- Pendule balistique sur pied
- Appareil de jet
- Paire de billes en plastique
- Paire de billes en acier
- Paire de masses additionnelles de 50 g chacune

336 60	Pendule balistique avec appareil de jet
--------	---



### Roue de Maxwell

Dans l'expérience P1.4.6.1, on étudie la conservation de l'énergie de la roue de Maxwell. Lors de cette expérience, l'énergie potentielle  $E_{pot}$  est transformée en énergie cinétique  $E_{kin}$ , composée d'un mouvement linéaire  $E_{trans}$  et d'un mouvement de rotation  $E_{rot}$ .

Pour des hauteurs différentes, les temps et les vitesses sont mesurées. À l'aide des valeurs trouvées, on peut déterminer le moment d'inertie de la roue de Maxwell. La valeur de ce moment d'inertie permet de calculer l'accélération gravitationnelle.

### Roue de Maxwell

Pour l'étude et l'analyse de la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique. Le volant peut également être monté sur une balance Roberval (315 22) pour la mesure de la force d'inertie à l'accélération. Livrée avec tige et suspension réglable.

Caractéristiques techniques :

- Moment d'inertie : env. 13 kg cm<sup>2</sup>
- Diamètre du volant : 13 cm
- Tige de suspension :  
Longueur : 25 cm  
Diamètre : 12 cm
- Masse totale : 0,7 kg

331 22	Roue de Maxwell
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	300 44	Tige 100 cm, 12 mm Ø
2	301 01	Noix Leybold
2	301 07	Pince de table simple

### 1.5.8 Table à coussin d'air

#### Table à coussin d'air

Pour l'étude cinématique et dynamique des mouvements à 2 degrés de liberté (frottements négligeables). Table formée d'une plaque de verre sur laquelle se déplacent deux mobiles cylindriques autoporteurs (à coussin d'air). Alimentation en tension par de minces conducteurs souples reliés à une potence enfichable. Enregistrement des mouvements via des électrodes droites au centre et à la périphérie des mobiles qui réagissent à l'application d'impulsions de tension périodiques et entraînent le marquage électrique du papier métallisé recouvrant la plaque de verre.

Caractéristiques techniques :

- Surface de la plaque de verre : 60 cm x 55 cm
- Mobiles :
  - Diamètre : env. 10 cm
  - Hauteur : env. 10 cm
  - Masse : 500 g
- Masse additionnelle : 500 g
- Dispositif d'enregistrement :
  - Fréquence d'enregistrement : 10/50 Hz (commutable)
  - Type d'impulsions : impulsions en pointe
- Alimentation : 230 V, 50 Hz par câble secteur
- Fusible : T 0,315 B
- Dimensions totales : 79 cm x 67 cm x 93 cm
- Masse : env. 18 kg

Matériel livré :

- 1 table avec plaque de base, vis calantes et alimentation
- 1 potence enfichable
- 2 câbles d'alimentation
- 2 mobiles autoporteurs à électrode centrale
- 2 électrodes périphériques
- 2 masses additionnelles
- 2 bagues pour chocs élastiques
- 2 bagues pour chocs inélastiques
- 1 bague double pour coupler 2 mobiles
- 1 bouton-poussoir pour l'enregistrement
- 1 rouleau de papier métallisé
- 1 pivot pour l'étude de mouvements circulaires
- 1 poulie de renvoi
- 2 cales pour l'étude du plan incliné
- 1 cordelette
- 1 élastique de rechange
- 1 Plateau de rangement alvéolé (55 cm x 28,5 cm)

337 801 | Table à coussin d'air

#### LIT: Table à coussin d'air, anglais

11 expériences pour la démonstration et les travaux pratiques d'après E. Mathieu.  
Enseignement secondaire et supérieur  
44 pages, A4, 21 photos

Thèmes :

- Mouvement rectiligne uniforme
- Mouvement circulaire
- Accélération
- Trajectoire parabolique
- Superposition de translations et de rotations
- Oscillation de corps reliés par couplage élastique
- Forces intérieures
- Chocs élastiques et inélastiques

337 822 | LIT: Table à coussin d'air, anglais

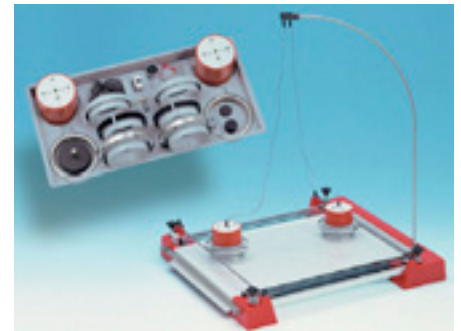
#### Papier métallisé, 3 rouleaux

Pour la table à coussin d'air (337 801).

Caractéristiques techniques :

- Couche métallisée : Al
- Largeur : 45 cm
- Longueur : 20 m env. (par rouleau)

337 81 | Papier métallisé, 3 rouleaux



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.1 MOTEURS D'EXPÉRIENCES ET MULTIPLICATEURS DE VITESSE

### 1.6 Mouvements de rotation

#### 1.6.1 Moteurs d'expériences et multiplicateurs de vitesse

##### Moteur d'expériences



Usage universel en association avec l'appareil de commande et de régulation (347 36). Particularités :

- Réglage continu de la vitesse jusqu'à un arrêt presque total, indépendant de la charge, asservi
- Couple de démarrage puissant, limitation de la régulation pour un couple nominal double.
- Rotation à droite ou à gauche sélectionnable par interrupteur, commande progressive du démarrage pour éviter tout danger lors du changement du sens de rotation.
- Entraînement par engrenage ou directement par l'arbre moteur (avec poulie).
- Arbre de transmission perpendiculaire à l'arbre moteur réglable par pas de 45°.
- Mandrin à trois mâchoires à grande capacité de serrage ; possibilité de monter une poulie à 3 gorges.

Moteur à courant continu fonctionnant à droite ou à gauche, à aimant permanent fixé dans un bloc métallique massif avec perçages pour tiges support et pinces de table. Livré avec poulie à trois gorges, courroie trapézoïdale, courroie torique, clef de serrage et pince de table.

Caractéristiques techniques :

- Couple nominal :  
0,6 Nm à l'arbre de transmission  
(10 Ncm à l'arbre moteur)
- Vitesse nominale :  
500 tr/min à l'arbre de transmission  
(5000 tr/min à l'arbre moteur)
- Rapport de réduction : 10 : 1
- Puissance délivrée : 60 W
- Écartement des mâchoires du mandrin : 1,5 à 13 mm
- Écartement des perçages : max. 14 mm
- Connexion : par câble multiple à l'appareil de commande et de régulation (347 36), lui-même alimenté sur 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 100 VA
- Dimensions : 23 cm x 15 cm x 11 cm
- Masse : 4 kg

347 35	Moteur d'expériences
--------	----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	347 36	Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences

##### Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences

Nécessaire au fonctionnement du moteur d'expériences (347 35). Avec commutateur pour changer le sens de rotation, bouton pour le réglage précis et continu de la vitesse indépendamment de la charge, régulation limitée pour couple nominal double, commande électronique progressive de démarrage et disjoncteur thermique.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : douille multiple
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz par câble secteur
- Fusible : T 1,6 A
- Dimensions : 20,5 cm x 8 cm x 8 cm

347 36	Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences
--------	--

##### Excentrique

Tige métallique utilisée pour produire des oscillations avec le moteur d'expériences (347 35).

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la tige : env. 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm
- Course de l'excentrique : 12 mm

347 28	Excentrique
--------	-------------



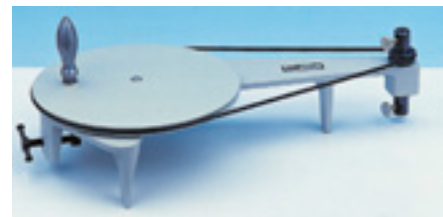
### Multiplicateur de vitesse

Pour produire manuellement un mouvement de rotation rapide. Système à poulie actionné par une manivelle. Mandrin à gorge ainsi que perçage axial et vis de serrage des deux côtés de la poulie. Livré avec courroie et étau pour le montage vertical.

Caractéristiques techniques :

- Rapport de transformation : 1 : 7
- Diamètre de la poulie : 250 mm
- Vitesse : max. 900 tr/min
- Diamètre max. de la tige : 10 mm
- Longueur : 50 cm
- Masse : 9,2 kg

347 15 Multiplicateur de vitesse



### Stroboscope

Avec tube flash au xénon commandé par microprocesseur, réglage de la fréquence par potentiomètre ou par voie externe. Avec tige de fixation et alimentation pour branchement au réseau ; sacoche incluse.

Caractéristiques techniques :

- Réglage de la fréquence : 1 ... 435 Hz
- Déphasage : 0 ... 540°
- Tension de déclenchement, externe : 3 ... 20 V
- Tension d'alimentation : 100 ... 240 V CA, 50/60 Hz
- Dimensions : 80 x 56 x 195 mm
- Masse : 0,6 kg

451 281 Stroboscope



### Tube flash de rechange pour le stroboscope

Pour le stroboscope (451 281).

Caractéristiques techniques :

- Xénon, XSU 40, enfichable

451 292 Tube flash de rechange pour le stroboscope

## 1.6.2 Modèles de mouvement de rotation

### Calotte hémisphérique

Goulotte plastique en demi-cercle avec deux billes de poids différent. Lors de la rotation, les deux billes s'élèvent à la même hauteur qui dépend uniquement de la vitesse de rotation. Montée sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des billes : 20 mm
- Poids des billes : 30 g env. et 3 g env.
- Diamètre de la goulotte : 30 cm
- Longueur de la tige : 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

347 531 Calotte hémisphérique



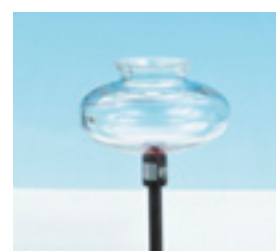
### Vase tournant en verre

Modèle de centrifugeuse sur tige pour séparer des liquides non miscibles de masse volumique différente (l'eau et l'huile par exemple). Monté sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 10 cm
- Hauteur totale : env. 18 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

347 57 Vase tournant en verre



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.2 MODÈLES DE MOUVEMENT DE ROTATION



### Pendule tournant

Modèle de pendule de Foucault dont le plan d'oscillation reste fixe pendant la rotation. Monté sur tige support avec plateau.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du pendule : 11,5 cm
- Diamètre du plateau : 8,5 cm
- Hauteur totale : 22,5 cm
- Diamètre de la tige : 10 cm

347 46 Pendule tournant



### Anneau de déformation

Pour expliquer l'aplatissement de la Terre aux pôles du fait de sa rotation. Bandes métalliques élastiques en forme d'anneau avec fixation supérieure solidaire de l'axe et fixation inférieure coulissante. Monté sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'anneau : 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

347 42 Anneau de déformation



### Modèle de centrifugeuse

Vase en plastique transparent avec tamis amovible et tige de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur du vase : 18 cm
- Diamètre du vase : 9,5 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

347 41 Modèle de centrifugeuse

## 1.6.3 Appareils à force radiale et à force centrifuge

### Appareil à force radiale

Pour étudier la force radiale d'un corps en rotation en fonction de sa masse, de son rayon de trajectoire et de sa vitesse angulaire. Mesure de la force par calibrage statique de la torsion du ruban. Voyant indicateur de mesure. Bras de levier court attaché au ruban de torsion pour bien maintenir le corps pendant la rotation. Monté sur une tige de fixation, livré sans dispositif d'éclairage ni échelle.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de l'unité de base : 50 cm
- Hauteur : 9 cm
- Masses de rotation : 12,5 g et 25 g
- Longueur des fils : 10 cm et 20 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

Matériel livré :

- 1 unité de base avec ruban de torsion et miroir concave
- 1 noix avec broche
- 2 masses de rotation
- 1 contrepoids
- 2 paires de fils de fixation

347 22 Appareil à force radiale





### Bras de rotation entraîné par la force centrifuge

Connecté au capteur de forces S  $\pm 50$  N (524 042), le bras de rotation s'utilise pour mesurer la force centrifuge en fonction de la vitesse angulaire, de la masse et de la distance qui sépare la masse et le point de rotation. Il permet ainsi de réaliser l'une des rares expériences qui consiste à élaborer une loi avec trois composantes. Trois masses vissables (2 à 100 g, 1 à 50 g) incluses au matériel livré et la possibilité de rectifier la distance qui sépare les masses du point de rotation permettent de modifier les composantes.

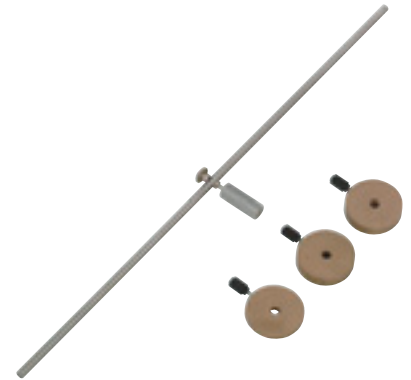
Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 cm
- Largeur : 3 cm
- Masse : 350 g

347 211 | Bras de rotation entraîné par la force centrifuge

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand
1	300 40	Tige 10 cm, 12 mm $\emptyset$
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N
1	524 220	CASSY Lab 2



### Force centrifuge exercée sur un corps en rotation – mesure avec l'appareil à force centrifuge et CASSY

Dans l'expérience P1.4.3.3 la relation

$$F \propto \omega^2$$

est dérivée directement de la forme parabolique de la courbe de mesure  $F(\omega)$ .

Les proportionalités

$$F \propto r, F \propto m$$

sont confirmées par enregistrement et évaluation des courbes de différents rayons orbitaux  $r$  et différentes masses  $m$ .



### Appareil à force centrifuge S

Pour étudier la force radiale d'un corps tournant avec CASSY (524 013, 524 018, 524 006, 524 009) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835) en fonction de sa masse, du rayon de sa trajectoire et de sa vitesse angulaire. Transmission de la force par le biais d'un levier et d'un pivot le long de l'axe de rotation vertical sur un ressort à lame avec jauges extensométriques. Le rapport de réduction du levier permet de négliger la variation de position du corps en rotation lorsqu'on mesure la force. Appareil complet avec moteur d'entraînement électrique et transmission à friction ; monté sur tige support, avec raccord pour CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Bras pivotant (rayon de la trajectoire) : longueur : max. 250 mm, graduation : 50 mm
- Masses des corps tournants : 50 g, 75 g et 100 g
- Raccord moteur : 12 V – par douilles de 4 mm
- Rapport de réduction du mécanisme de transmission : env. 1 : 15
- Gammes de mesure :  $\pm 5/\pm 15/\pm 50$  N
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure
- Longueur du câble : 1,5 m
- Dimensions de la tige : 20 cm x 12 mm  $\emptyset$
- Dimensions totales : 37 cm x 32 cm x 8 cm
- Masse : env. 0,8 kg

524 068 | Appareil à force centrifuge S



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.4 GYROSCOPES

### 1.6.4 Gyroscopes

#### 1.6.4.1 Roue gyroscopique / Tabouret tournant

##### Plateau tournant de Prandtl avec tabouret

Plate-forme robuste facile à mettre en rotation même en cas de forte sollicitation. Permet à l'aide d'une personne volontaire de réaliser par ex. des expériences pour l'étude du moment d'inertie, du moment cinétique et des lois qui les relient. Comprend un axe monté sur roulement à billes et un trépied robuste avec vis calantes de réglage. Livré avec un tabouret à fixer sur le plateau tournant ; améliore la stabilité et le confort de la personne assise pendant les expériences de rotation ; avec trépied et siège rond.

Caractéristiques techniques :

- Plateau tournant  
Diamètre du plateau : 45 cm  
Hauteur : 30 cm
- Tabouret  
Diamètre de l'assise : 40 cm  
Hauteur totale : 48 cm
- Masse : env. 22 kg

331 661 | Plateau tournant de Prandtl avec tabouret

##### Roue gyroscopique

Pour la démonstration de la conservation du moment cinétique en association avec le tabouret tournant de Prandtl, moment d'inertie important occasionné par la jante dotée de masses, poignées antiglissantes, cordon inclus pour l'accélération du gyroscope.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : env. 50 cm
- Longueur de l'axe : 45 cm
- Masse : 5 kg

331 711 | Roue gyroscopique

#### 1.6.4.2 Grand gyroscope

##### Précession du grand gyroscope

L'objet de l'expérience P1.4.4.1 est l'étude de la précession d'un gyroscope symétrique qui ne repose pas sur son centre de gravité. On mesure avec une barrière lumineuse et un compteur numérique la fréquence de précession  $f_p$  de l'axe de symétrie autour de la verticale par rapport au sol, pour différents écartements  $d$  entre le point d'appui et le centre de gravité, en fonction de la fréquence  $f$  à laquelle le gyroscope tourne autour de son axe. La relation

$$\omega_p = \frac{d \cdot G}{I \cdot \omega}$$

valable pour les vitesses angulaires correspondantes  $\omega_p$  et  $\omega$  est vérifiée quantitativement pour un poids  $G$  connu, et un moment d'inertie connu  $I$  du gyroscope autour de son axe de symétrie.

##### Gyroscope, grand

Pour l'étude des mouvements circulaires uniformes et uniformément accélérés, ainsi que pour l'étude du mouvement gyroscopique (précession, nutation). Roue à rayons équilibrée, de grande inertie, avec moyeu sur roulement à billes. La position du point d'appui est ainsi réglable à volonté pour ce qui est de son centre de gravité. Livré avec pied support, deux tiges à pointe ou à coussinet en acier trempé et une plus grande tige pour l'étude du moment cinétique.

Caractéristiques techniques :

- Moment d'inertie : env. 0,111 kg·m<sup>2</sup>
- Diamètre : 50 cm
- Longueur des tiges d'appui : 25 cm, l'une
- Longueur de la grande tige : 50 cm
- Diamètre des tiges : 12 mm

348 18 | Gyroscope, grand



### 1.6.4.3 Gyroscopie

#### Précession du gyroscope

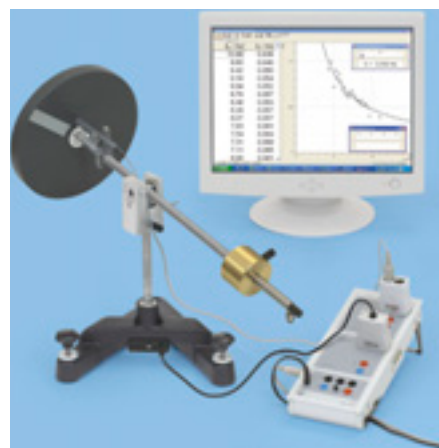
L'objet de l'expérience P1.4.4.3 est l'analyse de la précession d'un gyroscope. La fréquence de précession  $f_p$  est saisie à l'aide du capteur de rotation, celle de rotation  $f$  du disque du gyroscope par la barrière lumineuse à réflexion. Les données sont enregistrées par CASSY.

La fréquence de précession  $f_p$  est déterminée quantitativement en fonction de la force attaquante, c'est-à-dire du couple de rotation  $M$  et de la fréquence de rotation  $f$ .

La relation

$$\omega_p = \frac{M}{I} \cdot \frac{1}{\omega}$$

est valable pour les vitesses angulaires correspondantes  $\omega_p$  et  $\omega$  pour un moment d'inertie / connu du gyroscope autour de son axe de symétrie.



#### Gyroscope

Pour l'observation des phénomènes gyroscopiques ainsi que pour la démonstration et la mesure de mouvements de précession et nutation, avec trois axes à double roulement à billes très maniables

- pour axe vertical
- pour axe horizontal
- dans disque gyroscopique.

Montage dans pied ajustable, support avec échelle angulaire pour axe horizontal pour la détermination de l'amplitude de nutation ou de l'angle de la force appliquée et l'ajustage de l'amortissement pour observer le mouvement précessionnel sans nutation, avec masse à tarer mobile et masse additionnelle pour générer des moments d'inertie. Possibilité de montage d'un deuxième disque gyroscopique (348 21) ainsi que de logement de capteurs de rotation (524 082) sur deux axes et d'une barrière de lumière à réflexion (337 468).

Caractéristiques techniques :

- Arbre vertical : 22 cm
- Axe horizontal : 54 cm
- Échelle angulaire : 50° à 130°
- Disque gyroscopique
  - Masse : 1,6 kg
  - Diamètre : 23 cm
- Masse de tarage : 1 kg
- Masse additionnelle : 50 g
- Masse totale : 8 kg

348 20 Gyroscope



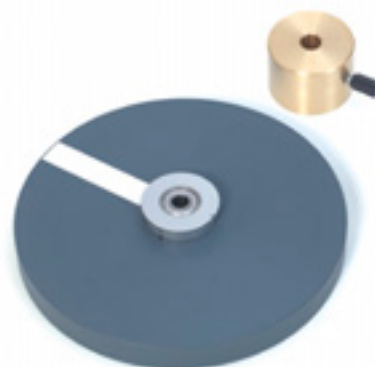
#### Disque gyroscopique supplémentaire

Avec masse de tarage (il y en a déjà une de fournie avec le gyroscope (348 20)), pour l'étude des phénomènes gyroscopiques avec des disques gyroscopiques tournant dans le même sens et en sens contraire.

Caractéristiques techniques :

- Disque gyroscopique
  - Masse : 1,6 kg
  - Diamètre : 23 cm
- Masse de tarage : 1 kg

348 21 Disque gyroscopique supplémentaire



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.4 GYROSCOPES



### Capteur de rotation S

Pour la mesure sans frottement de mouvements de rotation, de déplacements linéaires, d'amplitudes, de périodes et de fréquences de rotation avec le Sensor-CASSY (524 013), le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) ou l'Instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Grandeurs mesurées : angle, distance, amplitude et période d'oscillation, fréquence de rotation
- Grandeurs dérivées : vitesse, accélération (avec CASSY Lab)
- Gamme de mesure : sans guide mécanique (capteur incrémentiel)
- Résolution angulaire : 0,18°
- Résolution de déplacement : 0,08 mm
- Résolution de temps : 0,001 s
- Résolution de fréquence : 0,001 Hz
- Axe : monté sur roulement à billes double

Matériel livré :

- Capteur de rotation
- Roue pour la mesure de déplacements linéaires
- Tige pour la fixation du capteur au matériel support
- Coupleur enfichable pour le montage sur plaque à réseau ou sur le moteur à air chaud

524 082 Capteur de rotation S



### Barrière lumineuse à réflexion

Utilisation avec des appareils de comptage, CASSY (524 013, 524 006, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). L'émetteur et le récepteur de lumière sont placés côte à côte. Permet la détection d'un objet blanc ou réfléchissant devant la barrière lumineuse. Fonctionne quel que soit l'environnement lumineux grâce à la lumière modulée. Permet par ex. de mesurer la fréquence de rotation d'un gyroscope et s'utilise aussi pour les expériences où il est difficile de monter une barrière lumineuse en U.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 12 mm
- Longueur : 10 cm
- Connexion : connecteur DIN 6 broches
- Débit de comptage max.: > 1000/s
- Distance de détection : 5 à 40 mm

337 468 Barrière lumineuse à réflexion

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 034	Adaptateur timer
1	524 074*	Timer S

\* alternative

## 1.6.5 Axe de torsion (moment d'inertie)

### Axe de torsion

Pour l'étude des oscillations de torsion et la détermination des moments d'inertie de différents corps d'essai à partir de la période d'oscillation. Comprend un arbre monté sur roulement à billes, un ressort spiral et un corps d'essai en forme d'haltère avec masses mobiles. Livré avec tige support.

Caractéristiques techniques :

- Couple de torsion du ressort spiral : env. 0,025 Nm/rad
- Longueur de la tige du corps d'essai : 60 cm
- Masses mobiles : 0,24 kg, l'une
- Période d'oscillation : 0,5 s à 5 s (suivant la position des masses)
- Hauteur de l'axe de torsion : 20 cm

347 80 Axe de torsion

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand



### Cylindres pour l'axe de torsion, jeu

Pour déterminer expérimentalement les moments d'inertie. Les cylindres ont quasiment tous la même masse mais elle n'est pas répartie de la même façon.

Caractéristiques techniques :

- Cylindre en bois et cylindre en métal  
Diamètre : 9 cm, l'un  
Hauteur : 9 cm, l'un  
Masse : env. 0,35 kg, l'un
- Disque en bois :  
Diamètre : 22,5 cm  
Hauteur : 1,5 cm  
Masse : env. 0,35 kg

Matériel livré :

- 1 cylindre en bois plein
- 1 cylindre métallique creux
- 1 socle pour fixer les cylindres sur l'axe de torsion
- 1 disque en bois avec douille pour l'enfichage sur l'axe de torsion

347 81 Cylindres pour l'axe de torsion, jeu



### Sphère pour l'axe de torsion

Pour déterminer expérimentalement le moment d'inertie. Avec douille pour l'enfichage sur l'axe de torsion.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : bois
- Diamètre : 14,5 cm
- Masse : env. 0,96 kg

347 82 Sphère pour l'axe de torsion



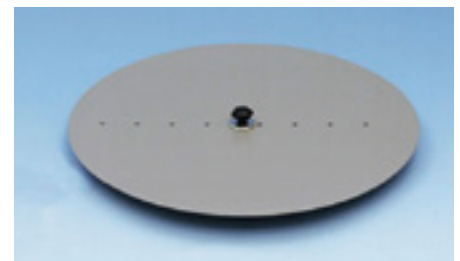
### Disque pour l'axe de torsion

Permet de réaliser des mesures du moment d'inertie également pour des axes excentriques et de vérifier le théorème de Steiner. Avec rangée diamétrale de perforations et dispositif pour la fixation sur l'axe de torsion.

Caractéristiques techniques :

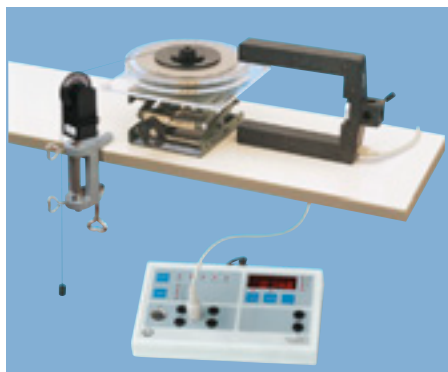
- Diamètre : 40 cm
- Nombre de perforations : 9
- Écartement des perforations : 20 mm
- Masse : env. 0,74 kg

347 83 Disque pour l'axe de torsion



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.6 MODÈLE DE ROTATION



### 1.6.6 Modèle de rotation

#### Diagrammes distance-temps de mouvements de rotation – chronométrage avec le compteur

Durant l'expérience P1.4.1.1, la vitesse angulaire  $\omega$  et l'accélération angulaire  $\alpha$  sont introduites par analogie avec la vitesse et l'accélération de mouvements de translation. Pour cela, on étudie des mouvements de rotation uniformes et uniformément accélérés. Les résultats sont portés dans un diagramme vitesse – temps  $\omega(t)$ . L'accélération angulaire se déduit de la relation

$$\omega = \alpha \cdot t$$

pour un mouvement uniformément accéléré d'un disque rotatif partant d'une position de repos.

#### Modèle de rotation

Pour initier aux lois fondamentales des mouvements circulaires uniformes ou accélérés et pour mettre en évidence la conservation du moment cinétique. Le dispositif est conçu pour être utilisé avec le rétroprojecteur (démonstration) mais il peut aussi être utilisé seul.

Caractéristiques techniques :

- Plateaux tournants :  
Moment d'inertie : env.  $10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup>, l'un  
Échelle de mesure angulaire : 360° graduée tous les 1°
- Moment d'inertie des masses additionnelles : env.  $10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup>, l'une
- Poulie à 3 gorges : moment d'inertie : env.  $10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup>
- Poulie de renvoi :  
Diamètre : 50 mm  
Dimensions de la tige : 45 cm x 10 mm Ø
- Masses d'entraînement : 1 g, l'une
- Plage angulaire parcourue par les lamelles interruptrices : 10°, l'une
- Phototransistor :  
Dimensions du boîtier : 6,5 cm x 3,5 cm x 3 cm  
Dimensions de la tige : 8 cm x 10 mm Ø

Matériel livré :

- 1 plaque de base avec axe central et plateau tournant inférieur
- 1 plateau tournant supérieur avec échelle de mesure
- 3 plateaux supplémentaires
- 1 poulie à trois gorges
- 1 poulie de renvoi sur tige
- 10 masses d'entraînement
- 1 rouleau de fil de perlon
- 1 paire d'aimants enfichables pour l'étude des chocs
- 1 paire de lamelles interruptrices
- 1 phototransistor sur tige support pour le balayage des marques de mesure
- 1 plateau de rangement (55 cm x 29 cm)

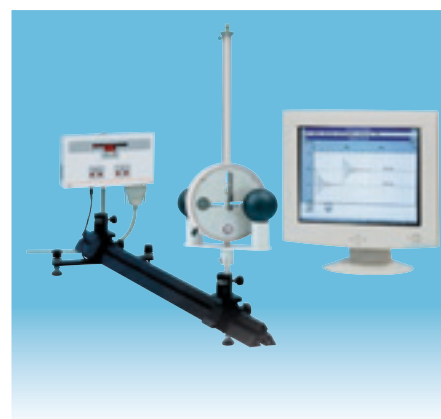
347 23

Modèle de rotation

### 1.6.7 Balance de gravitation

Détermination de la constante de gravitation avec la balance de gravitation de Cavendish – relevé des déviations et exploitations avec un détecteur de position à infrarouge et un ordinateur personnel

Le mouvement des sphères de plomb dans la balance de gravitation peut être suivi automatiquement avec le détecteur de position à infrarouge (IRPD: IR Position Detector). A l'intérieur de l'IRPD, quatre diodes IR émettent un faisceau infrarouge qui est renvoyé par le miroir concave du pendule à torsion vers une ligne de détection constituée de 32 phototransistors juxtaposés. Un microcontrôleur connecte les quatre diodes IR les unes après les autres et détermine quel phototransistor est éclairé. Le barycentre S de l'éclairage est calculé d'après les quatre mesures isolées. L'IRPD est livré avec la version de démonstration de CASSY Lab nécessaire à l'identification dans l'expérience P1.1.3.2 pour un ordinateur ayant un système d'exploitation à partir de Windows XP. On dispose de la méthode de la pleine déviation ou de la méthode de l'accélération pour les mesures et l'exploitation.



### Balance de gravitation

Pour mettre en évidence l'attraction universelle et pour définir la constante de gravitation. Torsiomètre très sensible dont les déviations sont visualisées par un spot lumineux (méthode classique) ou bien automatiquement avec le détecteur de position à infrarouge (332 11). Le système comprend un ruban de torsion en bronze, une barre en forme d'haltère (avec des petites sphères de plomb de chaque côté) et un miroir. Le système est placé dans un boîtier métallique avec une fenêtre à l'avant et à l'arrière pour le protéger des courants d'air perturbateurs. Ce boîtier est monté sur une tige à support orientable pour les grandes sphères de plomb afin d'influencer le système de torsion. Lorsque les sphères changent de position, le système se met tout d'abord à osciller lentement. Aussi bien l'oscillation que la nouvelle position d'équilibre caractérisent la force qui s'exerce entre les masses. Livrée avec deux grandes sphères en plomb et deux échelles autocollantes ; sans matériel support ni dispositif d'éclairage.

Caractéristiques techniques :

- Système de torsion :
  - Constante de torsion : env.  $8,5 \times 10^{-9} \text{ Nm}\cdot\text{rad}^{-1}$
  - Masse des petites sphères de plomb : 15 g l'une
  - Distance axe-centre de gravité : 50 mm
  - Période d'oscillation : env. 10 min
- Grandes sphères de plomb :
  - Diamètre : 64 mm l'une
  - Masse : 1,5 kg l'une
- Diamètre du boîtier : 148 mm
- Profondeur du boîtier : 30 mm
- Hauteur totale : 500 mm
- Longueur des échelles autocollantes : 1 m l'une
- Graduation des échelles autocollantes : en dm, cm et mm

332 101 Balance de gravitation

### Détecteur de position à infrarouge

Appareil de mesure opto-électronique pour l'enregistrement des oscillations de balances de gravitation. Principe de mesure : quatre diodes à infrarouge émettent successivement de la lumière infrarouge sur le miroir concave de la balance de gravitation. Cette lumière est ensuite réfléchiée sur une rangée de phototransistors. Un micro-contrôleur détermine le phototransistor qui a capté la lumière. À partir de ces mesures, on calcule le centre de gravité de l'éclairage. La position est enregistrée avec un enregistreur TY ou via le raccord série RS 232. Livré avec la version de démonstration du programme CASSY Lab qui permet l'enregistrement avec un ordinateur fonctionnant sous Windows XP ou toute version plus récente.

Caractéristiques techniques :

- Émetteur : 4 diodes à infrarouge
- Récepteur : 32 phototransistors
- Résolution du déplacement : 0,64 mm/18,5 mV  $\pm 2\%$
- Tension de sortie : 0...2,3 V  $\pm 1,5\%$  (avec douilles de 4 mm ou fiche à cliquet de 3,5 mm)
- Courant de sortie : 5 mA max., résiste aux courts-circuits
- Raccord série : RS 232/Sub D25
- Alimentation en tension : 12 V CA (incluse au matériel livré) ou par douilles de 4 mm
- Puissance absorbée : env. 3 VA
- Dimensions : 21 cm x 11 cm x 6,5 cm
- Masse : 320 g

332 11 Détecteur de position à infrarouge



# 1.6 MOUVEMENTS DE ROTATION

## 1.6.7 BALANCE DE GRAVITATION



### Adaptateur, USB – série

Pour la connexion d'appareils LD à port série à un ordinateur avec ports USB. Il convient notamment pour un fonctionnement sans problème avec CASSY et COM3LAB. Livré avec CD driver (pilotes) pour Windows et MacOS.

524 004    Adaptateur, USB – série

## 1.6.8 Mécanique céleste

### Planétaire de Baader®

Pour la représentation modélisée des phénomènes suivants :

- Révolution de la Terre autour du soleil
- Rotation de la Terre autour de son axe
- Orientation de l'axe terrestre
- Révolution de la lune autour de la Terre
- Orientation de l'orbite de la lune par rapport à celle de la Terre
- Projection de la sphère céleste grâce à l'ampoule de forte puissance placée dans le soleil

Globe transportable posé sur un pied pourvu de boutons de commande électrique. Formé de deux hémisphères en plastique translucide, solide, avec constellation, voie lactée et repère céleste représentés à l'intérieur. Hémisphère sud avec tellurium (système Terre-lune-soleil). Soleil équipé d'une lampe de projection et d'un moteur de commande. Terre et lune actionnées par deux engrenages miniatures. Les orbites planétaires de Mercure, Vénus et Mars sont réalisées par des anneaux en fil, les autres sérigraphiées dans les constellations.

Caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : 230 V, 50 - 60 Hz par câble secteur
- Diamètre du globe : 49,5 cm
- Masse : env. 2,8 kg

383 95    Planétaire de Baader®

### Tellurium

Pour la démonstration des phénomènes célestes, du jour et de la nuit, des saisons, des éclipses de soleil et de lune, des phases lunaires. Soleil monté de manière fixe avec ampoule interchangeable. Terre et lune respectivement montées sur un bras rotatif. Avec index pour déterminer l'angle d'éclairage.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre :
  - Soleil : 20 cm
  - Terre : 12 cm
  - Lune : 3,5 cm
- Distance soleil-lune : 80 cm
- Hauteur : 33 cm
- Source lumineuse : 40 W, E 14
- Alimentation électrique : 230 V~

383 99    Tellurium





## 1.7 Étude des oscillations

### 1.7.1 Pendules

#### Sphère à suspension pour pendule

Pour réaliser l'expérience du pendule de Foucault et d'autres expériences avec un pendule ainsi que pour expérimenter sur le moment d'inertie. Sphère munie de deux œillets et d'une vis moletée perforée pour la fixer au fil. Frottement négligeable grâce à la suspension à pivot.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la sphère : 60 mm
- Masse : 0,8 kg
- Fil d'acier : 20 m

Matériel livré :

- 1 sphère pour pendule
- 1 crochet à vis avec crapaudine
- 1 anneau de métal avec pointe de fixation dans la crapaudine et perforation pour fixer le fil
- 1 fil d'acier

346 39 | Sphère à suspension pour pendule



#### Pendule à accélération de la pesanteur variable (pendule à g variable)

Dans l'expérience P1.5.1.6 on monte et étudie un pendule à accélération de la pesanteur variable (pendule g variable). En renversant le plan d'oscillation de la verticale, seulement une partie de l'accélération de la pesanteur fait de l'effet au pendule. Conformément aux inclinaisons on reçoit des périodes d'oscillation plus ou moins longues. L'expérience consiste à l'étude de la période d'oscillation en fonction de l'angle d'inclinaison. En plus, on simule l'accélération de la pesanteur sur des corps célestes différents.

#### Pendule composé

Tige ronde avec deux masses déplaçables pour l'étude des oscillations d'un pendule composé ou d'un pendule réversible à l'aide d'un capteur de rotation S (524 082).

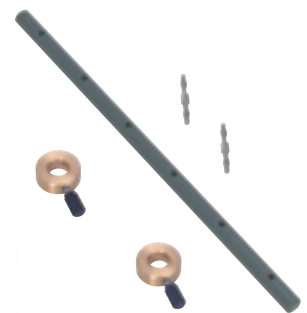
Caractéristiques techniques :

- Longueur : 30 cm
- Perçages : 5 perçages pour la fixation universelle ou l'assemblage de plusieurs pendules

Matériel livré :

- Tige ronde
- Masses, 2 x 50 g
- Vis moletée

346 20 | Pendule composé



#### Pendule réversible

Pour déterminer l'accélération de la pesanteur. Barre pesante avec deux disques métalliques coulissants pour ajuster la période d'oscillation et deux couteaux de suspension. Bien réglé, le pendule oscille dans les deux modes de fonctionnement comme un pendule battant la seconde. Livré avec support mural et palier.

Caractéristiques techniques :

- Période d'oscillation : 2 s (ajustée)
- Écartement des couteaux : 99,4 cm
- Longueur du pendule : 165 cm
- Masse : 3,8 kg

346 111 | Pendule réversible



# 1.7 ÉTUDE DES OSCILLATIONS

## 1.7.1 PENDULES



### Capteur de rotation S

Pour la mesure sans frottement de mouvements de rotation, de déplacements linéaires, d'amplitudes, de périodes et de fréquences de rotation avec le Sensor-CASSY (524 013), le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) ou l'Instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Grandeurs mesurées : angle, distance, amplitude et période d'oscillation, fréquence de rotation
- Grandeurs dérivées : vitesse, accélération (avec CASSY Lab)
- Gamme de mesure : sans guide mécanique (capteur incrémentiel)
- Résolution angulaire : 0,18°
- Résolution de déplacement : 0,08 mm
- Résolution de temps : 0,001 s
- Résolution de fréquence : 0,001 Hz
- Axe : monté sur roulement à billes double

Matériel livré :

- Capteur de rotation
- Roue pour la mesure de déplacements linéaires
- Tige pour la fixation du capteur au matériel support
- Coupleur enfichable pour le montage sur plaque à réseau ou sur le moteur à air chaud

524 082 Capteur de rotation S



### Pendule double

Pour étudier la nature des oscillations de systèmes couplés. Formé de deux pendules réglables à œillets de suspension, de crochets de couplage coulissants et d'une masse additionnelle pour le couplage. Période d'oscillation des pendules simples modifiée à l'aide de corps de pendule ajustables. Livré sans matériel support.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de chacun des pendules : 85 cm
- Masse : 325 g, l'un
- Masse du corps de couplage : 20 g

346 45 Pendule double



### Pendules couplés – tracé et exploitation avec CASSY

Deux pendules (P1.5.4.4) couplés oscillent en phase avec la fréquence  $f_1$  s'ils ont été déviés avec le même écartement de leur position de repos. Si le deuxième pendule est dévié dans la direction opposée, les pendules oscillent alors en opposition de phase avec la fréquence  $f_2$ . Si on ne dévie qu'un seul pendule, une oscillation couplée avec la fréquence

$$f_n = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

est alors créée, l'énergie d'oscillation étant transmise ici dans un mouvement de va-et-vient entre les deux pendules. Le premier pendule s'immobilise après un certain temps alors qu'au même instant, le second pendule atteint son amplitude la plus importante. Le temps qui s'écoule d'un point d'arrêt d'un pendule au suivant est appelé  $T_s$ . Pour la fréquence de battement correspondante, on a

$$f_s = |f_1 - f_2|$$

### Pendule à barre, paire

Pour des essais d'oscillations, avec 2 axes pour la fixation sur le bloc de noix (301 25) ou pour la fixation sur des noix.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du pendule à barre : 40 cm
- Axes : 10 cm x 4 mm Ø

346 03 Pendule à barre, paire

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5
1	340 85	Masses marquées de 50 g, jeu de 6



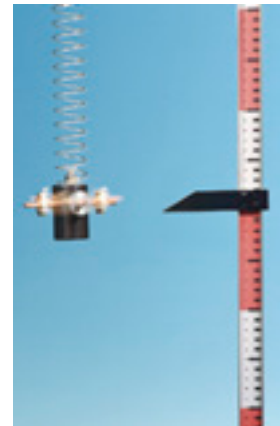
### Pendule à ressort de Wilberforce

Pour les oscillations couplées ; ressort à boudin avec cylindre métallique dont le moment d'inertie est réglable autour de l'axe vertical. Ce système masse-ressort peut accomplir des oscillations longitudinales et de torsion couplées entre elles de façon à occasionner des battements pour un ajustage approprié du moment d'inertie. Avec tige de fixation à l'extrémité supérieure du ressort, l'idéal étant de fixer le pendule au plafond.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur :  $2,7 \text{ Nm}^{-1}$
- Charge maximale : env. 5 N
- Longueur : 40 cm
- Diamètre : 3 cm
- Masse du cylindre : 465 g

346 51 Pendule à ressort de Wilberforce



### 1.7.2 Pendule de torsion

#### Pendule de Pohl

Pour étudier les oscillations libres plus ou moins amorties (régime pseudo-périodique, régime apériodique, régime critique) et les oscillations forcées (courbes de résonance, déphasage entre bras excitateur et disque résonateur). Système oscillant formé d'un disque sur roulement à billes relié au bras excitateur par un ressort spiral. Le bras excitateur est mis en mouvement à une vitesse réglable (grossièrement et finement) par un moteur électrique avec une bielle. Un frein électromagnétique à courants de Foucault permet de régler l'effet d'amortissement. Avec échelle circulaire et pointeurs sur l'excitateur et le résonateur. Convient aussi pour la projection d'ombres. Livré avec moteur électrique monté sur plaque support.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence propre : env. 0,5 Hz
- Fréquence d'excitation : 0 ... 1,3 Hz (réglable en continu)
- Connexions :
  - Moteur : 24 V CC, 0,7 A, par douilles de 4 mm
  - Frein à courants de Foucault : max. 2 A (env. 0 ... 24 V CC par douilles de 4 mm)
- Dimensions : 40 cm x 14 cm x 27 cm
- Masse : 4 kg

346 00 Pendule de Pohl



#### Adaptateur secteur pour pendule de Pohl

Caractéristiques techniques :

- Primaire : 230 V/50 Hz
- Secondaire : max. 24 V CC, 1000 mA
- Connexion : fiches de sécurité de 4 mm

562 793 Adaptateur secteur pour pendule de Pohl



#### Capteur de rotation S

Pour la mesure sans frottement de mouvements de rotation, de déplacements linéaires, d'amplitudes, de périodes et de fréquences de rotation avec le Sensor-CASSY (524 013), le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) ou l'Instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Grandeurs mesurées : angle, distance, amplitude et période d'oscillation, fréquence de rotation
- Grandeurs dérivées : vitesse, accélération (avec CASSY Lab)
- Gamme de mesure : sans guide mécanique (capteur incrémentiel)
- Résolution angulaire :  $0,18^\circ$
- Résolution de déplacement : 0,08 mm
- Résolution de temps : 0,001 s
- Résolution de fréquence : 0,001 Hz
- Axe : monté sur roulement à billes double

Matériel livré :

- Capteur de rotation
- Roue pour la mesure de déplacements linéaires
- Tige pour la fixation du capteur au matériel support
- Coupleur enfichable pour le montage sur plaque à réseau ou sur le moteur à air chaud

524 082 Capteur de rotation S





### 1.7.3 Résonance

#### Modèle de résonance mécanique

Pour illustrer les phénomènes de résonance. Châssis en plastique sur quatre roues avec suspension, garde-boue et antenne. Excitation de la résonance par un moteur électrique fixe avec volant et excentrique.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 0 à 12 V CC (réglable en continu) par douilles de 4 mm
- Consommation : 0,15 A max.
- Dimensions : env. 30 cm x 14 cm x 15 cm
- Masse : 550 g

346 55 | Modèle de résonance mécanique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S



#### Modèle de résonance à ressorts à lame

Pour démontrer les phénomènes de résonance avec plusieurs ressorts à lame de longueur différente. Possibilité d'excitation de différents modes d'oscillation. À fixer sur l'oscillateur (587 09).

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : env. 3 ... 100 Hz
- Dimensions : 60 cm x 25 cm
- Masse : 230 g

346 54 | Modèle de résonance à ressorts à lame



#### Oscillateur

Permet d'étudier les sons basse fréquence et de faire vibrer des cordes (dispositif expérimental de Melde) ainsi que des ressorts à boudin. Avec plaque pour la génération de fronts d'ondes planes ainsi que goujon fileté permettant par ex. de fixer un crochet. Support avec douilles filetées pour la tige support (inclus au matériel livré).

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 0 ... 5 kHz
- Impédance : 8  $\Omega$
- Puissance : 100 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 19 cm x 19 cm x 8 cm
- Tige : 22,3 cm x 10 mm  $\varnothing$ , M6
- Masse : 1,7 kg

587 09 | Oscillateur



#### Ressort à boudin 2,7 N/m

Convient notamment pour l'étude des ondes longitudinales stationnaires.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 2,7 N/m
- Charge max. : 5 N
- Longueur : 15 cm
- Diamètre : 3 cm

352 11 | Ressort à boudin 2,7 N/m

## 1.8 Étude des ondes

### 1.8.1 Modèles d'ondes / Appareil à ondes transversales

#### Ressorts à boudin longs, jeu de 6

Pour les expériences de démonstration sur la propagation des ondes, par ex. pour la représentation d'ondes progressives et stationnaires ainsi que d'ondes à polarisation rectiligne et circulaire. Ressorts à raccorder l'un à l'autre.

Caractéristiques techniques :

- Constante de raideur : 33 N/m, l'un
- Charge max. : 12 N
- Longueur individuelle : env. 75 cm
- Diamètre : 2 cm

401 01 | Ressorts à boudin longs, jeu de 6

#### Ressort Slinky

Pour faire la démonstration des ondes progressives et stationnaires.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : env. 7 cm
- Longueur : extensible de 7 cm à env. 300 cm

401 012 | Ressort Slinky

#### Appareil à ondes transversales

Pour illustrer la formation des ondes transversales stationnaires ou à polarisation circulaire et pour étudier leurs longueurs d'onde en fonction de la tension de la corde et de la masse spécifique à fréquence constante (expérience de Melde). Convient également pour les expériences de polarisation (comparaison entre les ondes polarisées circulaires et rectilignes). Appareil compact avec moteur, excentrique, poulie de renvoi, support réglable en hauteur, dynamomètre (314 44) et corde.

Caractéristiques techniques :

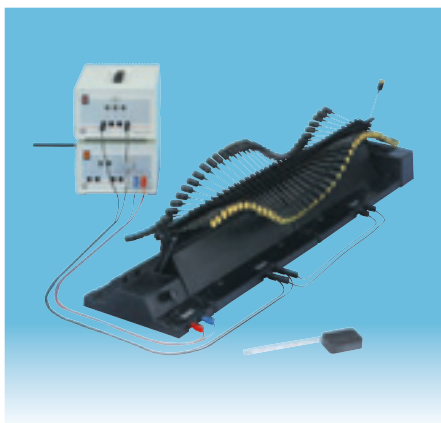
- Longueur effective de la corde : 48,5 cm
- Fréquence : 44 Hz
- Plage de mesure de la force : 1 N
- Hauteur max. du support : 55 cm max.
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 23 VA
- Dimensions (sans support) : 70 cm x 15 cm x 14 cm
- Masse : 2,5 kg

401 03 | Appareil à ondes transversales



# 1.8 ÉTUDE DES ONDES

## 1.8.2 SCOPONDE-GÉNÉRATEUR D'ONDES MODULAIRE



### 1.8.2 Scoponde-générateur d'ondes modulaire

#### Longueur d'onde, fréquence d'oscillation et vitesse de phase pour des ondes progressives

Au cours de l'expérience P1.6.2.1, la relation

$$v = \lambda \cdot f$$

liant longueur d'onde  $\lambda$ , fréquence  $f$  et vitesse de phase  $v$  est vérifiée explicitement. On mesure pour cela avec un chronomètre et pour différentes longueurs d'onde le temps  $t$  mis par une phase quelconque de l'onde pour se propager sur une distance définie. La vitesse de phase

$$v = \frac{s}{t}$$

est ensuite calculée. L'onde est ensuite «gelée» à l'aide d'un frein électromagnétique pour mesurer la longueur d'onde  $\lambda$ . La fréquence se déduit de la période d'oscillation déterminée avec le chronomètre. Le matériel proposé permet de démontrer les principaux phénomènes de propagation d'ondes linéaires transversales. Parmi ces phénomènes, on compte notamment la formation d'ondes stationnaires par réflexion sur une extrémité attachée ou libre.

#### Équipement Scoponde (simulateur d'ondes)

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	401 193	LIT: Scoponde en version modulaire, français
3	401 20	Scoponde, module de base 1
1	401 22	Module d'excitation pour le scoponde
1	401 23	Module amortisseur pour le scoponde
3	401 24	Frein pour le scoponde

401 20P	Équipement Scoponde (simulateur d'ondes)
---------	--



#### Scoponde, module de base 1

Pour illustrer la propagation, la réflexion, et la superposition d'ondes transversales. Le simulateur d'ondes est formé d'une chaîne de pendules doubles montés sur des lames, couplés par des cordes élastiques et oscillant sur un axe horizontal commun. Possibilité de monter un frein (401 24) pour l'arrêt simultané de tous les pendules dans une position quelconque. Plusieurs modules de base peuvent être assemblés les uns aux autres pour ainsi obtenir un plus grand simulateur d'ondes. Livré avec une plaque de fixation pour le pendule d'extrémité, une paire d'étriers de raccordement et une paire de coupleurs courts.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de pendules doubles : 21
- Dimensions totales : 42 cm x 24 cm x 16 cm
- Masse : 1,6 kg

401 20	Scoponde, module de base 1
--------	----------------------------

#### Scoponde, module de base 2

S'utilise avec le module de base 1 (401 20) pour étudier la propagation des ondes dans des milieux de densité différente ; identique à (401 20) si ce n'est que les pendules ont un moment d'inertie quatre fois moins grand.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de pendules doubles : 21
- Dimensions totales : 42 cm x 24 cm x 16 cm
- Masse : 1,6 kg

401 21	Scoponde, module de base 2
--------	----------------------------



### LIT: Scoponde en version modulaire, français

11 expériences de démonstration d'après A. Lindberg, pour l'enseignement secondaire, 30 pages, DIN A4, 30 illustrations.

Thèmes :

- Formation d'ondes transversales
- Propagation des ondes
- Réflexion aux extrémités fixes et libres
- Superposition
- Ondes stationnaires
- Vitesse de propagation
- Rapport entre la fréquence d'excitation, la vitesse de propagation et la longueur d'onde
- Propagation des ondes dans des milieux de densité différente
- Vérification expérimentale de la théorie sur le générateur d'ondes

401 193 LIT: Scoponde en version modulaire, français

### Frein pour le scoponde

Permet d'arrêter simultanément la totalité des pendules du module de base (401 20/21) pour ainsi visualiser l'état instantané (figé) d'une onde. Système de freinage électromagnétique alimenté par une source de tension externe. Livré avec une paire d'étriers pour le branchement au module.

Caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : 12 V
- Consommation : 3 A
- Dimensions : 27 cm x 15 cm x 8 cm
- Masse : 0,6 kg

401 24 Frein pour le scoponde

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 25	Transformateur 2... 12 V, 120 W

### Module d'excitation pour le scoponde

À coupler aux modules de base (401 20/21) afin de les exciter par un mouvement oscillatoire de fréquence variable. Doté d'un potentiomètre pour l'ajustage précis de la fréquence. Livré avec une paire d'étriers de raccordement, une paire de coupleurs courts et une paire de coupleurs longs.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,1 ... 1,1 Hz
- Connexion : 5 ... 12 V CC
- Consommation : max. 0,5 A
- Dimensions : 12 cm x 24 cm x 16 cm
- Masse : 0,6 kg

401 22 Module d'excitation pour le scoponde

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 231	Alimentation TBT

### Module amortisseur pour le scoponde

S'utilise avec les modules de base (401 20/21) pour étudier la propagation des ondes. Pendule complémentaire pour amortir la réflexion à l'extrémité du module, immergé avec sa plaquette perforée dans un bac rempli d'eau.

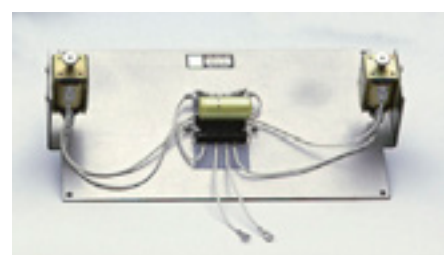
Caractéristiques techniques :

- Longueur total du pendule : 22 cm
- Dimensions du bac : 8 cm x 24 cm x 8 cm

Matériel livré :

- 1 pendule d'amortissement avec roulement et plaque de fixation
- 1 bac à eau

401 23 Module amortisseur pour le scoponde





### 1.8.3 Cuve à ondes

#### Cuve à ondes D

Pour illustrer la propagation des ondes, la réflexion, la diffraction, les interférences, la réfraction et l'effet Doppler sur l'exemple des ondes à la surface de l'eau. Les oscillations d'une membrane dans l'alimentation sont transmises à la surface de l'eau sous forme de variations de la pression de l'air grâce à différents excitateurs d'ondes couplés différemment. L'excitation d'un paquet d'ondes se fait au moyen d'un bouton poussoir. Grâce à un miroir plan, les ondes peuvent être projetées sur un écran transparent (la cuve peut être posée sur un rétroprojecteur). Obtention d'une image fixe par le biais du dispositif d'éclairage stroboscopique synchronisé avec le générateur d'ondes.

Caractéristiques techniques :

- Cuve avec écran et miroir :  
Surface projetable de la cuve : 30 cm x 19 cm  
Dimensions de l'écran : 50 cm x 32,5 cm  
Dimensions : 50 cm x 32,5 cm x 32 cm
- Stroboscope :  
Caractéristiques de l'ampoule : 12 V/55 W  
Dimensions : 18 cm x 10 cm x 25 cm
- Distance cuve-stroboscope : 43 cm
- Alimentation :  
Plage de fréquence : 8 ... 80 Hz (réglable en continu)  
Alimentation : 115/230 V, 50/60 Hz, par câble secteur  
Puissance absorbée : 70 VA  
Fusibles :  
pour 230 V : T 0,63 B  
pour 115 V : T 1,25 B  
Dimensions : 30 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse totale : 12 kg

Matériel livré :

- 1 cuve à ondes avec miroir, écran de projection, dispositif d'éclairage et stroboscope.
- 1 alimentation pour générateur d'ondes et stroboscope
- 2 excitateurs pour ondes circulaires
- 1 excitateur pour ondes rectilignes
- 1 jeu d'obturateurs (paroi de réflexion, obstacles à grande fente et à 4 fentes individuelle, réseau, coulisse de recouvrement)
- 1 jeu d'objets de réfraction (grande plaque transparente à plans parallèles, lentille biconvexe, lentille biconcave, prisme)
- 1 pince pour tuyau
- 1 flacon plastique
- 1 compte-gouttes pour liquide vaisselle
- 1 niveau à bulles
- tuyaux

401 501	Cuve à ondes D
---------	----------------



#### LIT : Cuve à ondes D, français

12 expériences pour la démonstration et les travaux pratiques de la série « LD Feuilles d'expérience Physique », d'après Clemens Braun, enseignement secondaire.

Thèmes :

- Excitation d'ondes circulaires et rectilignes à la surface de l'eau
- Principe de Huygens
- Propagation d'ondes à la surface de l'eau dans deux profondeurs d'eau différentes
- Calcul des ondes à la surface de l'eau
- Effet Doppler
- Réflexion d'ondes à la surface de l'eau sur un obstacle rectiligne et des obstacles curvilignes
- Interférence à deux ondes
- Expérience de Lloyd
- Diffraction d'ondes à la surface de l'eau sur une fente, sur un autre obstacle et sur une fente multiple
- Ondes stationnaires à la surface de l'eau devant une paroi réfléchissante

401 493	LIT : Cuve à ondes D, français
---------	--------------------------------



## 1.9 Acoustique

### 1.9.1 Diapasons

#### Diapason avec stylet inscripteur

Pour illustrer et enregistrer sur une plaque de verre enduite de suie les oscillations produites par un diapason. Stylet métallique fixé sur une des branches. Livré avec plaque de verre.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence propre : 128 Hz
- Longueur totale : env. 28 cm

414 76 Diapason avec stylet inscripteur



#### Diapason en métal léger

Source sonore intense de haute fréquence, par ex. pour l'excitation d'ondes stationnaires dans le tube de Kundt (413 01) (résonance).

Caractéristiques techniques :

- Fréquence propre : 1 700 Hz
- Longueur : env. 10 cm

411 81 Diapason en métal léger



#### Modèle de diapason

Pour mettre en évidence et relever l'oscillation d'un diapason.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : env. 8,5 Hz
- Longueur du diapason : env. 60 cm

411 844 Modèle de diapason



#### Diapason 435 Hz

662 432 Diapason 435 Hz



#### Diapason 440 Hz

662 431 Diapason 440 Hz



# 1.9 ACOUSTIQUE

## 1.9.1 DIAPASONS



### Diapasons, jeu de 8 (gamme de do majeur)

Dans valise de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Fréquences (accord physique) :  
c' : 256 Hz  
d' : 288 Hz  
e' : 320 Hz  
f' :  $341\frac{1}{3}$  Hz  
g' : 384 Hz  
a' :  $426\frac{2}{3}$  Hz  
h' : 480 Hz  
c'' : 512 Hz

411 842 Diapasons, jeu de 8 (gamme de do majeur)



### Battements acoustiques – tracé avec CASSY

Durant l'expérience P1.7.1.3, les battements acoustiques sont tracés puis exploités avec un ordinateur à l'aide de l'interface CASSY. Les fréquences  $f_1$  et  $f_2$ , la fréquence d'oscillation  $f$  et la fréquence de battement  $f_s$  sont déterminées automatiquement puis comparées avec les valeurs calculées

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

$$f_s = f_2 - f_1$$

### Diapason de résonance

Sert à produire la note-repère pour l'accord des orchestres, soit le « la ». Avec caisse de résonance en bois, masselotte d'accord et marteau. Également utilisable pour déterminer la vitesse de rotation du miroir tournant pour la mesure de la vitesse de la lumière.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence propre : 440 Hz
- Longueur du diapason : 20 cm env.
- Dimensions de la caisse de résonance : 18 cm x 9 cm x 5 cm

414 42 Diapason de résonance

### Diapasons de résonance, paire

Pour produire la note-repère pour l'accord des orchestres, soit le « la », mettre en évidence la propagation du son dans l'air et réaliser des essais sur les battements. Livré avec des masselottes d'accord et un marteau (684 255).

Caractéristiques techniques :

- Fréquence propre : 440 Hz
- Longueur du diapason : env. 20 cm
- Dimensions de la boîte de résonance : 18 cm x 9 cm x 5 cm

414 72 Diapasons de résonance, paire

### Marteau pour diapason et 2 masselottes d'accord

684 255 Marteau pour diapason et 2 masselottes d'accord



## 1.9.2 Sources sonores mécaniques

### Détermination de la fréquence d'oscillation d'une corde en fonction de la longueur et de la tension de la corde

Au cours de l'expérience P1.7.2.1, on détermine la fréquence de vibration de la corde en fonction de sa longueur et de sa tension. Les mesures sont effectuées avec une barrière lumineuse et le système d'ExAO CASSY, utilisé ici comme chronomètre électronique extrêmement précis. Le but de l'exploitation est de vérifier les relations

$$f \propto \sqrt{F}$$

et

$$f \propto \frac{1}{s}$$

### Sonomètre (monocorde)

Pour étudier les phénomènes liés à la vibration des cordes comme par exemple les variations de tonalité en fonction de la longueur, de la tension et de l'épaisseur de la corde. Formé de trois cordes tendues sur une caisse de résonance. La longueur de la corde peut être modifiée par le chevalet et sa tension par la cheville. Échelle graduée avec indication des rapports de longueur. Une des cordes est enroulée sur une poulie de renvoi et tendue à un crochet éventuellement remplaçable par un dynamomètre pour mesurer la tension de la corde. Livré avec cordes (684 23), chevalet et clef de tension.

Caractéristiques techniques :

- Longueur utile des cordes : 120 cm
- Graduation : cm et mm
- Dimensions : 135 cm x 12 cm x 10 cm
- Masse : 4,8 kg

414 01	Sonomètre (monocorde)
--------	-----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	314 201	Dynamomètre de précision, 100 N
1	414 97	Archet

### Archet

Pour faire vibrer des cordes et des plaques. Livré avec colophane.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 75 cm

414 97	Archet
--------	--------

### Cordes pour sonomètre (monocorde), jeu de 3

Cordes de rechange pour le sonomètre (414 01).

684 23	Cordes pour sonomètre (monocorde), jeu de 3
--------	---

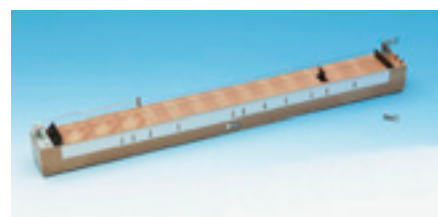
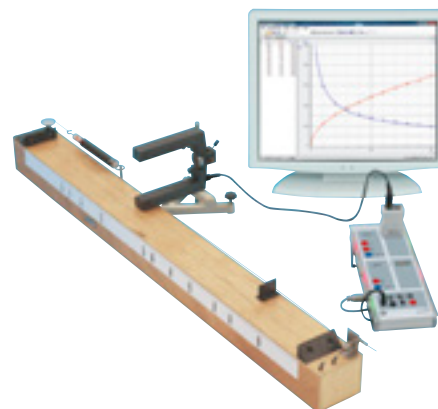
### Disque perforé avec porte-disque

Disque en métal à perforations circulaires pouvant être mis en rotation et capable de produire des sons lorsque de l'air est soufflé à travers chacune des rangées de trous. À vitesse constante, les fréquences des huit rangées de perforations correspondent aux huit notes de la gamme de do majeur. Livré avec un porte-disque.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du disque : 30 cm
- Dimensions du porte-disque : 2,5 cm x 10 mm Ø

347 731	Disque perforé avec porte-disque
---------	----------------------------------





Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	307 70	Tuyau souple en plastique, Ø 8 mm, 1 m
1	337 53	Alimentation en air
1	347 35	Moteur d'expériences
1	347 36	Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences
1	604 510	Raccord, 4...15 mm
1	665 238	Tuyère en verre, coudée à 90°
1	667 271	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm
1	667 823	Unité de réglage de la puissance

### Tambourin

Pour créer un son sec et claquant. Cadre avec peau naturelle tendue, livré avec une baguette.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 15 cm
- Matériau :  
Cadre : plastique  
Baguette : bois

414 32	Tambourin
--------	-----------

## 1.9.3 Haut-parleurs

### Haut-parleur d'aigus

Cornet piézo-électrique d'aigus pour les expériences en acoustique par ex. sur la propagation du son, la diffraction d'ondes sonores et l'effet Doppler dans la gamme des fréquences audibles et des ultrasons. L'effet combiné du rendement élevé et de la grande résistance interne permet de raccorder le haut-parleur directement aux générateurs de signaux (sans amplificateur). Sa limite de surcharge élevée le rend quasiment indestructible du point de vue électrique.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 4 ... 40 kHz  $\pm$  3 dB
- Pression acoustique pour 4 V<sub>eff</sub> à 0,5 m de distance : 100 dB
- Caractéristique directionnelle : lobe
- Impédance du système de haut-parleurs :  
pour 1 kHz : 1 k $\Omega$   
pour 40 kHz : 20  $\Omega$
- Charge admissible : durée : 15 V<sub>eff</sub> max
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 30 cm x 13 cm Ø
- Tige : 15 cm x 10 mm Ø

587 07	Haut-parleur d'aigus
--------	----------------------



### Haut-parleur à large bande

Pour les expériences en électro-acoustique telles que l'excitation d'ondes stationnaires dans le tube de Kundt ou pour étudier les figures acoustiques de Chladni. Système électrodynamique avec résistance de protection incorporée.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,1 ... 20 kHz
- Impédance : 4  $\Omega$
- Résistance de protection : 10  $\Omega$
- Puissance : 25 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 13 cm Ø
- Tige : 15 cm x 10 mm Ø

587 08	Haut-parleur à large bande
--------	----------------------------



## Haut-parleur à chambre de pression

Source sonore quasiment ponctuelle et donc particulièrement appropriée pour des expériences en acoustique, par ex. pour la génération d'ondes stationnaires dans un tube de Kundt ou pour exciter la plaque vibrante utilisée pour l'étude des figures de Chladni.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,4 ... 8 kHz
- Impédance : 8  $\Omega$
- Puissance : 10 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 13 cm  $\emptyset$
- Tige : 15 cm x 10 mm  $\emptyset$
- Masse : 0,5 kg

587 191 Haut-parleur à chambre de pression

## Oscillateur

Permet d'étudier les sons basse fréquence et de faire vibrer des cordes (dispositif expérimental de Melde) ainsi que des ressorts à boudin. Avec plaque pour la génération de fronts d'ondes planes ainsi que goujon fileté permettant par ex. de fixer un crochet. Support avec douilles filetées pour la tige support (inclus au matériel livré).

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 0 ... 5 kHz
- Impédance : 8  $\Omega$
- Puissance : 100 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 19 cm x 19 cm x 8 cm
- Tige : 22,3 cm x 10 mm  $\emptyset$ , M6
- Masse : 1,7 kg

587 09 Oscillateur

## Connecteur adaptateur seuil d'audition S

Pour étudier l'aptitude d'une personne à percevoir des sons, il est possible d'étudier la fréquence maximale audible et le seuil d'audition subordonné à la fréquence à l'aide de CASSY (524 013, 524 006, 524 018) ou de l'instrument de mesure universel Biologie (531 837).

Le connecteur adaptateur seuil d'audition S comprend un générateur de son de fréquence et d'amplitude réglables. Le signal est délivré à un raccord pour casque d'écoute. En cas d'utilisation du haut-parleur intégré de l'instrument de mesure universel Biologie, le connecteur adaptateur seuil d'audition S permet l'expérimentation avec des groupes importants.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 21 Hz ... 29 834 Hz par demi-tons
- Volume : -64 ... 0 dB de niveau relatif, soit un niveau de pression acoustique d'env. -14 ... 50 dB suivant le casque d'écoute
- Raccordement du casque : prise stéréo de 3,5 mm
- Niveau maximal au casque d'écoute : 30 mV<sub>ec</sub>
- Taux de distorsion : <0,5 %
- Dimensions : 65 mm x 51 mm x 27 mm
- Masse : 43 g

524 085 Connecteur adaptateur seuil d'audition S

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 085	Casque audio



## 1.9.4 Microphones

### Microphone

Capsule à electret, pour étudier le son à l'appui d'expériences simples, dans monture, avec douilles de raccordement, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence : 20 ... 20 000 Hz
- Sensibilité : 5 mV/Pa
- Impédance de sortie : 2,2 kΩ
- Condensateur de couplage : 0,1 ... 4,7 μF
- Alimentation : 1,5 ... 10 V CC / 0,5 mA
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions :  
Monture : 13 cm Ø  
Tige : 17 cm x 10 mm Ø

586 291 | Microphone

### Microphone universel

Pour toutes les expériences dans la gamme des fréquences audibles et ultrasonores. Avec gain réglable en continu, signal de sortie commutable (analogique, niveau, TTL) et coupure automatique de l'alimentation électrique. Livré avec pile et tige support à visser.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence :  
30 à 20 000 Hz  
15 à 40 000 Hz (pour une sensibilité réduite)
- Gain : jusqu'à 16 fois
- Signal de sortie : « Signal », « Niveau », « Trigger »
- Câble de connexion avec fiches de 4 mm : L = 2 m
- Dimensions de la sonde : 25 cm x 8 mm Ø
- Tige : 10 mm Ø
- Longueur totale (sans câble) : 45 cm
- Masse : 250 g

586 26 | Microphone universel

### Microphone S

Avec capsule de microphone très sensible, intégrée, à caractéristique de directivité sphérique ; se branche directement à CASSY, avec connecteur femelle pour le branchement de microphones usuels à prise jack de 3,5 mm.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence : 50 à 20 000 Hz
- Grandeurs mesurées  
Tension : microphone interne/externe  
Fréquence : microphone interne/externe  
Temps de propagation : du microphone externe au microphone interne  
Niveau de son : microphone interne (pas calibré)
- Dimensions : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 75 g

524 059 | Microphone S

### Tête artificielle

Réplique de la tête humaine pour démontrer l'audition binaurale, c.-à-d. par les deux oreilles, et les différences de temps de propagation du son. Dotée de deux microphones dans les oreilles et d'un câble.

529 0591 | Tête artificielle

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013	Sensor-CASSY 2
2	524 059	Microphone S



## Microphone universel pour PC

Pour la mesure du temps de propagation du son avec le microphone S (524 059) ou à raccorder au compteur numérique (575 48).

586 281 | Microphone universel pour PC



## Câble rallonge, à 15 pôles

Pour brancher les capteurs S à CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 2 m

501 11 | Câble rallonge, à 15 pôles



## 1.9.5 Vitesse du son

### Tube de Kundt

Pour enregistrer et mesurer les ondes sonores dans l'air. Tube en verre monté horizontalement dans lequel coulisse un piston. Une fine poudre de liège sert à indiquer la répartition des nœuds et des ventres résultant de l'excitation avec une source sonore intense. Livré avec supports, poudre de liège (692 88), sifflet (env. 2 400 Hz) et entonnoir en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du tube : 60 cm x 2 cm  $\varnothing$

413 01 | Tube de Kundt



### Tube de résonance

Pour mettre en évidence les ondes sonores stationnaires et mesurer la longueur d'onde dans l'air. Tube en verre vertical relié par un tuyau en caoutchouc à un vase de niveau. Lors de l'excitation par une source sonore à fréquence fixe, on observe des points de résonance pour des niveaux d'eau déterminés grâce auxquels on peut déduire la valeur de la longueur d'onde. Avec anneau-support réglable en hauteur pour le vase de niveau.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du tube : 84 cm x 2,5 cm  $\varnothing$
- Volume du vase de niveau : 500 ml
- Volume total : env. 650 ml
- Ouverture des noix : 14 mm

415 10 | Tube de résonance

Complément nécessaire :

Matériel support pour la fixation et source sonore



### Tiges métalliques, 1,5 m, jeu de 3

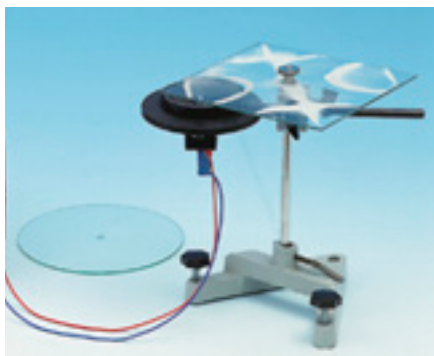
Pour déterminer la vitesse du son dans les solides par la mesure du temps de propagation ou par la détermination de la fréquence des ondes longitudinales stationnaires.

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : Al, Cu, laiton
- Longueur : 1,5 m, l'une
- Diamètre : 12 mm, l'une

413 651 | Tiges métalliques, 1,5 m, jeu de 3





### Plaques vibrantes, paire

Servent à reproduire les figures dites de Chladni. Chacune de ces plaques est saupoudrée de sable fin et sec puis frottée en un point de son pourtour au moyen d'un archet (414 97) ou d'une source sonore intense. La plaque ainsi mise en vibration émet un son et agite les grains de sable qui se répartissent sur la plaque pour former une figure géométrique également projetable.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions des plaques : 20 cm x 20 cm et 20 cm Ø
- Dimensions de la tige : 17,5 cm x 10 mm Ø

Matériel livré :

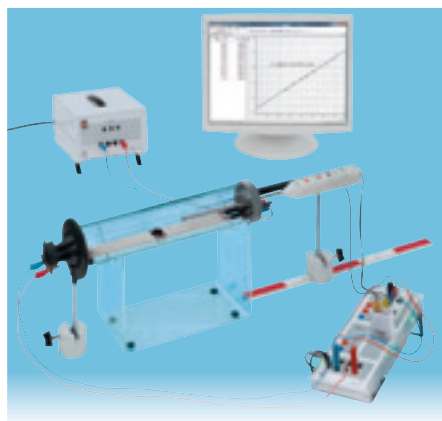
- 1 plaque carrée, en verre, percée au centre
- 1 disque en verre percé au centre
- 1 tige de fixation avec vis moletée

413 71	Plaques vibrantes, paire
--------	--------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 06	Pince de table
1	414 97	Archet
1	300 02*	Pied en V, petit
1	301 01*	Noix Leybold
1	501 46*	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire
1	522 63*	Générateur de fonctions de puissance
1	587 08*	Haut-parleur à large bande

\* alternative



### Détermination de la vitesse du son dans l'air en fonction de la température

Dans l'expérience P1.7.3.3, on mesure la vitesse  $c$  du son dans l'air en fonction de la température  $\vartheta$  puis on la compare avec la fonction linéaire

$$c(\vartheta) = c(0) + 0,6 \cdot \frac{\vartheta}{C} \frac{m}{s}$$

découlant de la subordination à la température de la pression et de la densité. On détermine le coefficient adiabatique  $\kappa$  de l'air selon

$$\kappa = \frac{c(0)^2 \cdot \rho(0)}{p(0)}$$

à l'aide de la valeur  $c(0)$  calculée par régression linéaire et des valeurs connues  $p(0)$  et  $\rho(0)$ .



### Appareil pour la vitesse du son

Sert à mesurer la vitesse du son dans l'air à des températures différentes et dans des gaz différents. Tube en verre acrylique avec couvercle à raccord pour filament chauffant, filament chauffant, conduite d'alimentation en gaz et ouverture pour microphone universel.

Méthodes de mesure :

- compteur numérique
- oscilloscope
- CASSY

Caractéristiques techniques :

- Connexion : douilles de 4 mm
- Filament chauffant : env. 12 V~/5 A
- Dimensions : 40 cm x 9 cm Ø
- Masse : 1 kg

413 60	Appareil pour la vitesse du son
--------	---------------------------------



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 340	Support universel pour tubes et bobines
1	516 249*	Support pour tubes et bobines

\* alternative

## Support pour tubes et bobines

En plexiglas.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (LxlxH) : 30 cm x 15 cm x 23,2 cm
- Hauteur centrale des bobines (80 mm ... 120 mm Ø) : env. 24 cm

516 249	Support pour tubes et bobines
---------	-------------------------------



## Support universel pour tubes et bobines

Plaques d'expérimentation pour la pose de tubes et de bobines, par ex. un tube de Kundt (413 01), des bobines de champ (516 242-244), un tube pour la vitesse du son (413 60). Le tube est fixé à l'aide d'un élastique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 40 cm x 29,7 cm x 23 cm
- Rayon maximal des tubes et bobines : 14 cm

301 340	Support universel pour tubes et bobines
---------	---



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Paire d'embases

\* alternative

## Sonomètre S

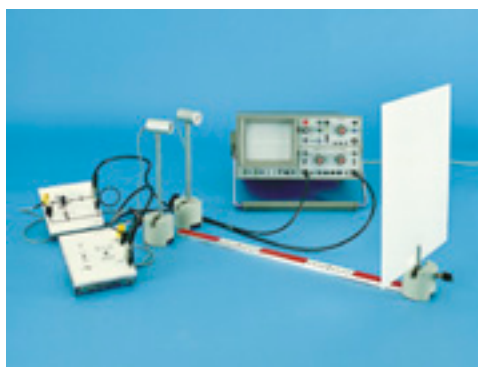
Appareil portable pour la mesure linéaire et les bruits audibles par l'oreille humaine.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : écran LCD à 3 chiffres 1/2
- Plage de fréquence : 300 Hz ... 8 kHz
- Gamme de mesure : 40 ... 130 dB, audible ou linéaire
- Sensibilité : 0,1 dB
- Microphone : capsule à condensateur de 10 mm
- Sortie signal : prise Jack 3,5 mm, min. 0,707 V<sub>cc</sub>
- Pile : 9 V, type CEI 6F22 (incluse au matériel livré)
- Dimensions : 180 x 70 x 30 mm

666 2315	Sonomètre S
----------	-------------





## 1.9.6 Ultrasons dans l'air

### Principe de l'écho-sonde

On utilise au cours de l'expérience P1.7.4.2 le principe de l'écho-sonde pour déterminer la vitesse du son dans l'air et également pour déterminer des distances. On envoie depuis l'écho-sonde des signaux ultrasonores pulsés puis on mesure le temps mis par le signal réfléchi à la surface de séparation pour atteindre le récepteur. Pour des raisons de facilité, émetteur et récepteur se trouvent si possible au même endroit. On détermine d'après la différence de temps  $t$  entre le récepteur et l'émetteur et à l'aide de la relation

$$c = \frac{2s}{t}$$

d'une part la distance  $s$  au réflecteur en connaissant la vitesse du son ou d'autre part la vitesse du son en connaissant la distance.

### Équipement Ultrasons

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	311 902	Table tournante avec moteur d'entraînement
1	389 241	Miroir concave
2	416 000	Transducteur d'ultrasons 40 kHz
1	416 014	Générateur 40 kHz
1	416 015	Amplificateur CA
1	416 020	Support de détecteur pour miroir concave
1	416 021	Cadre avec support
1	416 030	Réseau et fentes pour expériences sur les ultrasons
2	562 791	Bloc-secteur enfichable 12 V CA
416 000P	Équipement Ultrasons	

### Transducteur d'ultrasons 40 kHz

Transducteur piézo-électrique d'ultrasons dans l'air pour des expériences en acoustique (identiques à celles réalisées en optique géométrique et mécanique ondulatoire). Le transducteur s'utilise aussi bien en émetteur qu'en récepteur. Dans un boîtier, sur tige, avec câble coaxial de connexion.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence de résonance : 40 kHz
- Bande passante : 6 kHz env.
- Capacité : 2000 pF
- Connexion : câble coaxial de 1 m de long avec fiches de 4 mm
- Boîtier : 48 mm x 27 mm Ø
- Tige : 20 cm x 10 mm Ø

416 000	Transducteur d'ultrasons 40 kHz
---------	---------------------------------

### Générateur 40 kHz

Générateur de signaux rectangulaires servant de module d'alimentation pour le transducteur d'ultrasons 40 kHz (416 000). Peut fonctionner en mode continu ou pulsé. Boîtier avec emplacement pour pile et douille avec détrompeur pour raccorder l'adaptateur secteur (562 791). Livré avec pile.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 9 ... 12 V CA
- Alimentation : pile 9 V ou adaptateur secteur (562 791)
- Courant absorbé : env. 7,5 mA
- Mise hors-circuit automatique : délai d'env. 45 min
- Plage de fréquence : 40 kHz, réglable de 35 kHz à 50 kHz
- Mode de fonctionnement pulsé :  
durée de l'impulsion : 0,2 ms env.  
intervalles : env. 80 ms
- Tension de sortie transducteur : 18 V<sub>cc</sub>
- Tension de sortie trigger : 9 V<sub>cc</sub>
- Douilles de raccordement : 4 mm Ø
- Dimensions : 11,5 cm x 11,5 cm x 3 cm

416 014	Générateur 40 kHz
---------	-------------------



## Amplificateur CA

Amplificateur microphone sensible pour mettre en évidence les ondes ultrasonores. S'utilise avec un transducteur d'ultrasons (416 000) servant de récepteur. Boîtier avec emplacement pour pile et douille avec détrompeur pour raccorder l'adaptateur secteur (562 791). Livré avec pile.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 9 ... 12 V CA
- Alimentation : pile 9 V ou adaptateur secteur (562 791)
- Courant absorbé : env. 7,5 mA
- Mise hors-circuit automatique : délai d'env. 45 min
- Gain : 10 ... 1000 fois, réglable en continu
- Gamme de fréquence : 20 ... 50 kHz
- Sorties : signal, déclencheur et niveau, résistent aux courts-circuits
- Sortie signal : régime maximal :  $4 V_{cc}$
- Sortie déclencheur : régime maximal : TTL compatible
- Sortie niveau : régime maximal : 4 V
- Entrée et sortie du signal : douilles de 4 mm
- Dimensions : 11,5 cm x 11,5 cm x 3 cm

416 015 Amplificateur CA



## Plaque réfléchissante

Pour les expériences avec des ondes acoustiques et des ondes électromagnétiques centimétriques (micro-ondes). Convient pour la réflexion en optique géométrique d'ondes progressives et pour la génération d'ondes stationnaires. Utilisée avec une deuxième plaque réfléchissante, elle permet également de réaliser un dispositif à fente pour des expériences de diffraction. Avec noix de fixation pour le matériel support.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 cm x 50 cm

587 66 Plaque réfléchissante



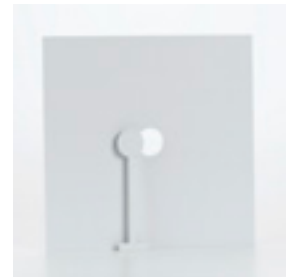
## Diaphragme et disque pour expériences sur les ultrasons

Pour étudier la diffraction des ondes ultrasonores.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 5 cm, l'un

416 034 Diaphragme et disque pour expériences sur les ultrasons



## Effet Doppler acoustique, accessoires

Matériel livré :

- 1 insert en mousse de 0,5 m pour le rail métallique de précision
- 1 bande velcro pour fixer le transducteur d'ultrasons sur le chariot à entraînement électrique (337 07)

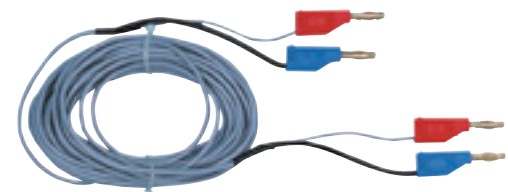
416 031 Effet Doppler acoustique, accessoires



## Câble de raccordement, blindé, 8 m

Avec deux fiches de 4 mm à chaque extrémité.

501 031 Câble de raccordement, blindé, 8 m





### Table tournante avec moteur d'entraînement

Pour les expériences qui nécessitent une rotation régulière et dont les angles doivent être mesurés sur un enregistreur ou une interface (CASSY), par exemple lors d'expériences sur la diffraction (ultrasons) ou sur la distribution des angles (micro-ondes). La table est actionnée par un moteur à courant continu à engrenage et une roue à friction ; le mouvement rotatif est enregistré par une seconde roue à friction et un potentiomètre hélicoïdal 5 tours. L'angle de rotation est proportionnel à la variation de la résistance. La table est graduée tous les 5° et présente une perforation centrale de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du plateau : 25 cm
- Épaisseur du plateau : 16 mm
- Matériau : aluminium
- Tension du moteur : max. 6 V -
- Courant du moteur : max.  $\pm 140$  mA
- Potentiomètre :  $10\text{ k}\Omega \pm 1\%$   
Linéarité :  $\pm 0,25\%$
- Angle de rotation max. :  $380^\circ$
- Charge max. (axe) : 15 kg
- Charge max. (sur les bords) : 5 kg
- Dimensions : 29 cm x 10 cm
- Masse : 1,7 kg

311 902 Table tournante avec moteur d'entraînement



### Miroir concave

Pour les expériences sur les ondes sonores, ultrasonores et relatives au rayonnement thermique. Surface métallique brillante. Possibilité de déterminer le foyer et de réaliser un ajustage aussi sur un chemin optique. Noix au dos du miroir pour la fixation à une tige support.

Caractéristiques techniques :

- Distance focale : env. 16 cm
- Diamètre : 39 cm

389 241 Miroir concave



### Support de détecteur pour miroir concave

Pour simplifier le montage du transducteur d'ultrasons (416 000) dans le foyer du miroir concave (389 241) lors d'expériences sur les ondes ultrasonores planes. Trépied pliant à fixer sur le miroir concave (389 241).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (replié) : 27 cm x 5,5 cm x 5,5 cm
- Support de détecteur : 38 mm  $\varnothing$

416 020 Support de détecteur pour miroir concave



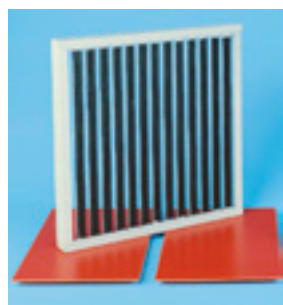
### Cadre avec support

Cadre pour fixer le miroir concave (389 241) et l'élément réseau et fentes (416 030). Se place sur la table tournante avec moteur d'entraînement (311 902) pour des expériences sur la diffraction des ultrasons.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 34 cm x 20 cm x 25 cm

416 021 Cadre avec support



### Réseau et fentes pour expériences sur les ultrasons

Pour des expériences sur la diffraction avec des ondes ultrasonores parallèles produites par le transducteur d'ultrasons (416 000) et le miroir concave (389 241). À installer dans le cadre avec support (416 021) ; avec des écrans coulissants pour régler la largeur des fentes ou recouvrir des fentes du réseau fixé magnétiquement dans le cadre.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des fentes : 30 mm
- Nombre de fentes : 14
- Dimensions du réseau : 43,5 cm x 43,5 cm
- Dimensions du cadre : 44 cm x 44 cm x 4,2 cm

416 030 Réseau et fentes pour expériences sur les ultrasons

## 1.9.7 Ultrasons dans les liquides

### Détermination optique de la vitesse du son dans des liquides

Dans l'expérience P1.7.8.1, on étudie la longueur d'onde d'une onde ultrasonore stationnaire dans des liquides différents. De plus, la fluctuation de densité dans un liquide est représentée par projection géométrique sur un écran et mesurée.

### Générateur d'ultrasons 4 MHz

Générateur d'ultrasons avec transducteur acoustique pour la production d'une oscillation mécanique continue (4 - 5 MHz) ou d'impulsions individuelles.

L'onde sonore transmise dans les liquides peut servir à étudier la propagation du son et avec l'établissement d'une onde stationnaire, aussi bien la diffusion de la lumière que la diffraction de la lumière cohérente peuvent être mises en évidence à l'appui des différences de densité de puissance de l'onde acoustique. Ceci permet d'une part de déterminer avec une très grande précision la vitesse du son dans les liquides, d'autre part de montrer le phénomène de diffraction de la lumière selon Debye et Sears sur des réseaux acoustiques (modulateur acousto-optique).

Caractéristiques techniques :

- Commandé par microprocesseur
- Affichage de la fréquence : 4 chiffres, 20 mm de haut
- Mode de fonctionnement continu :  
Fréquence 4 ... 5 MHz, réglable librement  
Amplitude environ  $6 V_{cc}$  ...  $20 V_{cc}$
- Mode de fonctionnement pulsé :  
Durée d'une impulsion  $1 \mu s$   
Taux de répétition des impulsions 2 kHz  
Sortie de déclenchement TTL
- Dimensions :  
Sonde acoustique : 36 mm x 31 mm x 31 mm  
(avec câble BNC de 0,7 m)  
Tige 12 mm  $\varnothing$   
Boîtier : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse (totale) : 2,15 kg

417 11 Générateur d'ultrasons 4 MHz



## 1.10 Mécanique des fluides

### 1.10.1 Hydrostatique

#### Vases communicants

Éprouvette avec deux tubes en verre de forme différente, sur pied en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 21 cm

361 411 Vases communicants



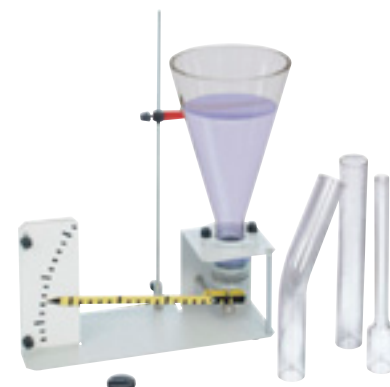
#### Appareil de Masson Pascal

Pour mettre en évidence le paradoxe hydrostatique ; livré avec quatre vases en verre de forme différente.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur des vases : 22 cm
- Diamètre du fond : 2,6 cm
- Hauteur totale : 35 cm
- Dimensions de la plaque de base : 26 cm x 10 cm
- Masse : 0,8 kg

361 492 Appareil de Masson Pascal





### Appareil de propagation de la pression

Pour montrer la répartition uniforme et en tout point de la pression dans les liquides. Boule en verre avec cylindre et piston.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 23,5 cm
- Diamètre de la boule : 6,4 cm
- Orifices d'évacuation : 5

361 25 | Appareil de propagation de la pression

### La pression hydrostatique comme grandeur scalaire

La pression hydrostatique

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$\rho$  : densité,  $g$  : accélération de la pesanteur

dans une colonne d'eau soumise à la pesanteur fait l'objet de l'expérience P1.8.1.2. Elle est mesurée en fonction de la profondeur d'immersion  $h$  avec un manoscope. La pression indiquée reste constante lorsque le manoscope est tourné dans tous les sens à profondeur constante. La pression est donc une grandeur scalaire.



### Manoscope à membrane avec manomètre en U

Pour mettre en évidence que la pression dans l'eau ne dépend que de la profondeur et pas de la direction et pour étudier l'influence de la masse volumique du liquide sur la pression. La pression est proportionnelle à la masse volumique et augmente donc au fur et à mesure que la profondeur augmente. Capsule coiffée d'une membrane et reliée par un tube métallique au manomètre en U. Livré avec crochet pour tourner la capsule immergée.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la capsule : 8 cm
- Longueur du tube : 30 cm

361 57 | Manoscope à membrane avec manomètre en U

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	361 575	Récipient en verre pour le manoscope
1	664 134*	Bécher, 3 000 ml

\* alternative



### Appareil pour montrer la pression hydrostatique

Tube en verre et disque en verre métallique suspendu par une ficelle pour fermer l'ouverture inférieure. Si on plonge l'appareil dans un liquide, le disque s'élève à cause de la pression et ne retombe au fond du tube que lorsque celui-ci est rempli d'eau.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 22 cm
- Diamètre : env. 4,5 cm

361 61 | Appareil pour montrer la pression hydrostatique



### Récipient en verre pour le manoscope

Récipient en verre stable avec noix, pour la fixation du manoscope (361 57) à différentes profondeurs d'immersion.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 12 cm x 12 cm x 25 cm

361 575 | Récipient en verre pour le manoscope

### Bécher, 3 000 ml

Avec échelle graduée.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : TPX transparent

664 134 Bécher, 3 000 ml

### Cylindre d'Archimède

Pour démontrer le principe d'Archimède. Récipient cylindrique avec anse et crochet dans lequel s'emboîte exactement un cylindre creux avec anneau.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du cylindre : 7,5 cm x 5 cm Ø
- Force de pesanteur : 2 N
- Matériau : métal

362 01 Cylindre d'Archimède

### Cylindre d'Archimède

Pour démontrer le principe d'Archimède. Récipient cylindrique avec anse et crochet dans lequel s'emboîte exactement un cylindre creux avec anneau.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du cylindre : 7,5 cm x 5 cm Ø
- Force de pesanteur : 2 N
- Matériau : plastique

362 02 Cylindre d'Archimède

### Ludion, set

Pour démontrer le changement de position d'un objet dans un liquide en le faisant couler, flotter et remonter. Le set se compose d'une éprouvette à pied, d'un bouchon en caoutchouc et d'un plongeur creux en verre coloré avec petite ouverture pour le passage de l'eau.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'éprouvette : 17 cm x 2,8 cm Ø
- Dimensions du ludion : env. 7 cm x 12 mm Ø

362 13 Ludion, set

### Plongeurs en verre, paire

En verre coloré avec petite ouverture. Plongeurs de rechange pour le ludion (362 13) (ou diablotin de Descartes).

683 62 Plongeurs en verre, paire

### Appareil de distribution de la pression

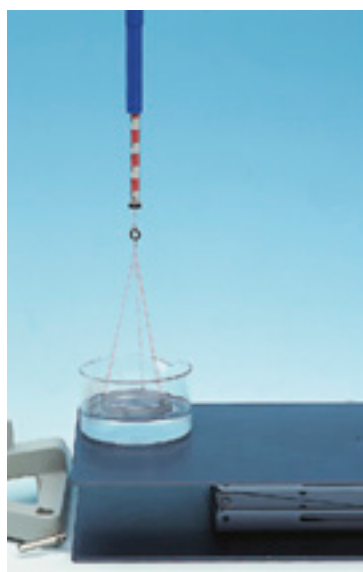
Pour faire la démonstration de la répartition de la pression dans les liquides, avec pied et poire en caoutchouc pour modifier la pression.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des 4 petits tubes : 5 mm
- Hauteur : 30 cm
- Masse : 180 g

361 45 Appareil de distribution de la pression





### 1.10.2 Capillarité

#### Cuve cunéiforme

Pour mettre en évidence les forces de capillarité et déterminer la tension superficielle de liquides mouillants et non mouillants. La cuve est en verre plat et projetable. Convient pour l'eau et les solvants, mais pas pour les acides.

Caractéristiques techniques :

- Angle de la cuve : 7° env.
- Dimensions des côtés : 10,5 cm x 4 cm

367 14	Cuve cunéiforme
--------	-----------------

#### Cuve cunéiforme

Pour mettre en évidence les forces de capillarité et déterminer la tension superficielle de différents liquides. Cuve en plastique transparent. Convient pour l'eau mais pas pour les acides.

Caractéristiques techniques :

- Angle de la cuve : 5,5° env.
- Dimensions : 11 cm x 4 cm x 1,7 cm

367 141	Cuve cunéiforme
---------	-----------------

#### Tubes capillaires, jeu de 5

Pour mettre en évidence les forces de capillarité et déterminer la tension superficielle des liquides selon la méthode de la montée capillaire. Livré avec support et récipient en verre.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des tubes : 1/1,5/2/3/4 mm
- Longueur des tubes : 110 mm
- Diamètre du récipient : 9,5 cm

367 16	Tubes capillaires, jeu de 5
--------	-----------------------------

#### Dispositif de mesure de la tension superficielle

Anneau de métal léger à bord biseauté suspendu à trois fils. La mesure de la force nécessaire pour sortir l'anneau du liquide permet de déterminer la tension superficielle.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'anneau : 6 cm

367 46	Dispositif de mesure de la tension superficielle
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	314 111	Dynamomètre de précision, 0,1 N



## 1.10.3 Presse hydraulique

### Presse hydraulique

Pour la démonstration et l'étude quantitative de la transmission hydraulique des forces. Presse conçue pour des essais de traction et de compression de manière à pouvoir montrer les principaux essais de matériaux avec des résultats exploitables ; il peut s'agir de la résistance des matériaux de construction, de la dureté des matériaux et de l'allongement jusqu'au point de rupture d'éprouvettes. Montée sur une plaque de base et livrée avec manomètre, huile, robinet d'arrêt, système de circulation par reflux, mini-entonnoir et vis moletée.

Caractéristiques techniques :

- Rapport de force : 1:100
- Affichage de la force :  
Gamme de mesure : 7,25 kN  
Échelle : graduations tous les 0,2 kN  
Diamètre du cadran : 10 cm
- Volume d'huile : 1 l
- Plaque de base : 40 cm x 23 cm

361 10	Presse hydraulique
--------	--------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	361 12	Éprouvettes cylindriques, jeu
1	361 13	Billes Brinell avec loupe
1	361 14	Moules pour éprouvettes cubiques, jeu de 3
1	361 151	Comparateur avec support

### Comparateur avec support

Pour mesurer les allongements. Le support permet la fixation sur le pyromètre à cadran (381 341). S'utilise aussi avec la presse hydraulique (361 10) pour l'étude quantitative de l'allongement d'éprouvettes (361 12).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 10 mm
- Échelle : graduation 0,01 mm
- Diamètre de l'échelle : 14 cm

361 151	Comparateur avec support
---------	--------------------------

### Billes Brinell avec loupe

Billes d'acier montées dans un support à visser pour mesurer la dureté des métaux avec la presse hydraulique (361 10). Livrées avec loupe pour une meilleure mesure de l'empreinte.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des billes : 2,5 mm et 5 mm
- Loupe :  
Grossissement : x 10  
Réglet gradué : 1/10ème mm sur 10 mm

361 13	Billes Brinell avec loupe
--------	---------------------------

### Éprouvettes cylindriques, jeu

Pour l'étude des phénomènes tension-allongement et pour déterminer l'allongement à la rupture avec la presse hydraulique (361 10). Extrémités filetées pour fixation au dispositif de traction de la presse.

Caractéristiques techniques :

- Matériau de la tige : acier (2x), laiton, cuivre, aluminium
- Longueur : 35 mm, l'une
- Diamètre : 3 mm, l'une
- Filetage : M5

361 12	Éprouvettes cylindriques, jeu
--------	-------------------------------



# 1.10 MÉCANIQUE DES FLUIDES

## 1.10.3 PRESSE HYDRAULIQUE



### Moules pour éprouvettes cubiques, jeu de 3

Moules pour réaliser des éprouvettes cubiques de trois tailles différentes en plâtre, béton, etc. pour des essais de compression avec la presse hydraulique (361 10).

Caractéristiques techniques :

- Nombre de moules : 3 moules pour 3 cubes chacun
- Longueur des arêtes : 1 cm, 1,4 cm, 2 cm

361 14 Moules pour éprouvettes cubiques, jeu de 3

### Presse hydraulique, modèle

Modèle en verre avec pompe refulante, piston et deux soupapes à bille en caoutchouc pour expliquer le principe de fonctionnement de la presse hydraulique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 29 cm x 15 cm

361 311 Presse hydraulique, modèle

## 1.10.4 Hydrodynamique

### Appareil d'écoulement

Pour mettre en évidence la variation de pression statique d'un liquide s'écoulant en régime laminaire lorsque la vitesse varie (Bernoulli). La pression est indiquée par le niveau du liquide dans les tubes verticaux.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'éprouvette : 40 cm x 7 cm Ø
- Taille des tubes : 8 mm Ø, l'un, en partie resserré à 5 mm Ø

Matériel livré :

- 1 éprouvette en verre acrylique à orifice d'écoulement
- 3 éléments en verre, chacun d'eux formé d'un tube d'écoulement de diamètre différent et de tubes manométriques verticaux
- 1 modèle de trompe à eau en verre
- 4 bouchons percés en caoutchouc
- 1 support pour les éléments en verre

366 12 Appareil d'écoulement

### Vase de décharge

Vase en plastique avec tubulures. Avec échelle de niveau ainsi que perforations pour fixation à une tige.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 1 l
- Tubulures :
  - Alimentation : 8 mm Ø
  - Évacuation : 8 mm Ø
- Température admissible du liquide : max. 80 °C

362 05 Vase de décharge

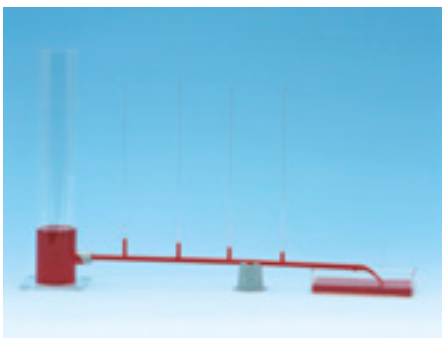
### Récipient d'écoulement

Pour étudier l'influence de la profondeur d'eau sur la pression en observant les jets qui s'écoulent. Récipient en verre avec trois orifices sur le côté, livré avec cuve de récupération.

Caractéristiques techniques :

- Récipient d'écoulement : 2 l
- Cuve : 300 mm x 115 mm x 80 mm

362 061 Récipient d'écoulement



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 76	Laborboy II (support élévateur)

### Tube cylindrique pour le frottement visqueux

Pour examiner le frottement visqueux dû à l'écoulement laminaire d'un fluide, par ex. lors des oscillations d'un ressort.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 100 mm
- Hauteur : 80 mm
- Masse : 0,4 kg

342 11	Tube cylindrique pour le frottement visqueux
--------	--



## 1.10.5 Viscosité

### Viscosimètre à chute de bille d'Höppler

Le viscosimètre à chute de bille permet une mesure précise de la viscosité de liquides newtoniens transparents et de gaz. Il satisfait aux exigences spécifiées par la norme DIN 53 015 et a été étalonné par un organisme certifié.

**Principe de mesure**

Roulement et glissement d'une bille dans un tube cylindrique incliné, rempli du liquide à étudier. On mesure le temps mis par la bille pour parcourir une distance de mesure définie. En basculant la partie métallique, le retour de la bille peut également être pris en compte pour la mesure.

Le résultat de la mesure est donné sous forme de viscosité dynamique dans l'unité mécanique SI millipascal par seconde [mPa s].

**Régulation thermique**

Étant donné que la viscosité dépend fortement de la température, il est prévu un réglage précis de la température de l'échantillon. L'échantillon est tempéré par ex. avec le thermostat à circulation (666 7701). Le contrôle de la température est assuré par un thermomètre intégré dans le viscosimètre (standard -1 ... + 26 °C, gradué en 0,1 K).

**Exemples d'applications types**

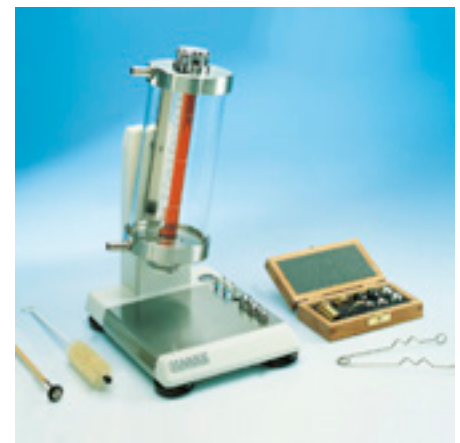
Le viscosimètre à chute de bille est essentiellement utilisé pour des substances à faible viscosité telles que

- huiles, hydrocarbures liquides (industrie pétrolière)
- solvants, solutions de plastiques et résines, encres (industrie chimique)
- glycérine, matières premières (industrie pharmaceutique)
- gélatine, solutions de sucre (industrie alimentaire).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de viscosité : 0,5 ... 10<sup>5</sup> mPa s (cP)
- Gamme de température : -20 ... +120 °C
- Répétabilité : supérieure à 0,5 %
- Comparabilité : supérieure à 1 %
- Matériau :
  - billes 1 et 2 en verre borosilicaté
  - billes 3 et 4 en fer
  - billes 5 et 6 en acier
- Dimensions : 33,5 cm x 20 cm x 26,5 cm
- Masse : 5,7 kg

665 906	Viscosimètre à chute de bille d'Höppler
---------	---



# 1.11 MÉCANIQUE DES GAZ

## 1.11.1 MODÈLES DE POMPES ET SERINGUES À GAZ



### 1.11 Mécanique des gaz

#### 1.11.1 Modèles de pompes et seringues à gaz

##### Pompe aspirante

Modèle en verre avec deux vannes à bille de caoutchouc.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 35 cm

375 06	Pompe aspirante
--------	-----------------

##### Pompe aspirante/refoulante

Modèle en verre avec piston en plastique et vannes à bille de caoutchouc

Caractéristiques techniques :

- Longueur : env. 30 cm

375 111	Pompe aspirante/refoulante
---------	----------------------------



##### Seringues à gaz avec support, jeu de 2

Pour initier à la notion de pression, créer des surpressions ou des dépressions et pour les expériences sur la compressibilité des gaz. Montées sur une plaque pour la fixation sur un support. Avec plateaux pour poser les masses marquées, œillets pour accrocher un dynamomètre et un fil de retenue du piston. Livrées avec raccord pour tuyau, élément en T et pince pour flexible.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 25 ml et 100 ml
- Échelles : graduées tous les 0,5 ml et 1 ml
- Rapport des sections : 1 : 4
- Rapport des masses des seringues (plateaux inclus) : 1 : 4
- Dimensions : 22 cm x 30 cm x 7 cm
- Ouverture des noix de maintien : 14 mm

361 30	Seringues à gaz avec support, jeu de 2
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 02	Pied en V, petit
1	300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø



##### Seringues avec plateau

Pour initier à la notion de pression. Avec plateau pour masses et œillet pour la fixation d'un dynamomètre.

N° de cat.	Volume	Longueur
361 32	25 ml	31 cm
361 33	100 ml	32 cm

### Seringues à gaz

Pour mesurer et prélever un volume de gaz défini. Le corps cylindrique est gradué tous les 1 ml.

N° de cat.	Volume	Robinet
665 910	25 ml	
665 911	50 ml	
665 912	100 ml	
665 913	100 ml	1 voie
665 914	100 ml	3 voies



### Support pour seringue à gaz

Pour seringue à gaz 100 ml. En plastique parfaitement transparent qui permet une lecture complète de l'échelle graduée de la seringue. La butée arrête le piston avant qu'il ne sorte de la seringue.

665 918	Support pour seringue à gaz
---------	-----------------------------



## 1.11.2 Mesure de la pression

### Baromètre anéroïde

Pour mesurer la pression atmosphérique et expliquer le fonctionnement d'un baromètre anéroïde. Système de mesure formé de deux coupelles métalliques aplaties sous vide d'air (capsules de Vidie) qui subissent les mêmes déformations sous les variations de pression atmosphérique. Les déformations sont transmises à un index. Avec poire en caoutchouc pour modifier la pression.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 940 mbars à 1070 mbars  
Graduation : tous les mbars
- Diamètre de l'échelle : 12 cm
- Diamètre du boîtier : 13 cm

317 19	Baromètre anéroïde
--------	--------------------



### Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa

Pour la mesure de la pression absolue avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837). Il peut de cette manière être utilisé pour le relevé de la pression d'air ou de la dépression dans un appareil à vide. Branchement par petite bride DN 16 KF.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 15 hPa, 45 hPa, 150 hPa, 450 hPa, 1500 hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 85 mm x 50 mm x 35 mm
- Masse : 90 g

524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



# 1.11 MÉCANIQUE DES GAZ

## 1.11.2 MESURE DE LA PRESSION



### Baromètre à siphon

Pour mesurer la pression atmosphérique avec précision et calibrer les baromètres anéroïdes. Baromètre à mercure avec échelle différentielle réglable et petit thermomètre fixés à la même planchette support.

Caractéristiques techniques :

- Baromètre :  
Gamme de mesure : 640 mbars à 1060 mbars  
Graduation : tous les mbars
- Thermomètre :  
Gamme de mesure : -10 °C à +50 °C  
Graduation : tous les 1 K
- Planchette support : 100 cm x 10 cm

317 14	Baromètre à siphon
--------	--------------------



### Manomètre en U à échelle graduée

S'utilise ouvert ou fermé pour mesurer la pression ainsi que pour comparer la densité de liquides non miscibles. Tube en verre avec raccords pour tuyaux, scellé sur un support en métal.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 28 cm
- Échelle : graduée en cm et en mm
- Diamètre des olives : 8 mm

362 41	Manomètre en U à échelle graduée
--------	----------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	309 42	Colorant

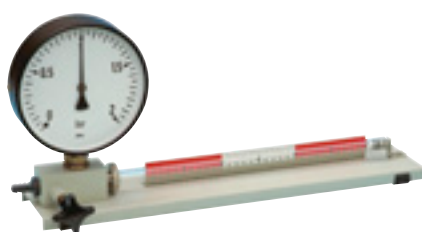
## 1.11.3 Lois des gaz

### Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte

Appareil compact, sans mercure, constitué d'un tube de précision en verre avec une bille parfaitement ajustée, d'une échelle graduée, d'un manomètre et d'une vanne à pointeau ; se branche à une pompe.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 2 bars
- Longueur de l'échelle : 30 cm
- Graduation : dm, cm, mm
- Diamètre du manomètre : 16 cm
- Connexion : embout de 8 mm
- Dimensions : 55 cm x 13 cm x 25 cm
- Masse : 3,1 kg



371 57	Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	375 57	Pompe à membrane pour vide et compression
1	667 186	Tuyau pour vide

### Thermomètre à gaz

Pour étudier le comportement thermique des gaz (dilatation, augmentation de la pression), aborder la notion d'échelle des températures absolues et déterminer le zéro absolu. Tube capillaire ouvert à une extrémité contenant un volume de gaz fermé par une gouttelette de mercure. Renflement en verre fritté rempli de gel de silice pour protéger le tube contre l'humidité. Livré avec grand tube en verre pour bain-marie.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 48 cm
- Diamètre externe du capillaire : 8 mm
- Diamètre interne du capillaire :  $2,7 \pm 0,2$  mm
- Échelle : entièrement graduée en mm
- Raccordement : par olive de 8 mm
- Grand tube en verre :
  - Longueur : 44 mm
  - Diamètre : 30 mm

382 00	Thermomètre à gaz
--------	-------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Matériel support

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	375 58	Pompe manuelle pour vide



## 1.12 Vide

### 1.12.1 Postes de pompage

#### Poste de pompage 1 pour expériences dans le vide

Dispositif compact, pratique et facilement transportable pour réaliser les expériences dans le vide. Les composants montés sont prêts à l'emploi.

Caractéristiques techniques :

- Bâti en acier, dimensions : 40 cm x 30 cm x 40 cm avec poignées incorporées pour le transport
- Platine en métal pour cloche à vide, diamètre : 240 mm intégrée à la plaque de recouvrement, avec disque d'étanchéité (Perbunan), perçage fileté, bride pour l'aspiration DN 16 KF et douilles bipolaires de 4 mm pour l'arrivée du courant électrique (450 V~, 380 V~/15 A).
- Matériel d'assemblage pour les expériences sous la cloche à vide :
  - tige, 25 cm x 10 mm Ø, fileté
  - bloc de noix
  - fiche à ressort
- Cloche à pompe à vide (378 561), 20 cm Ø, H = 29 cm
- Petite bride DN 16 KF avec rodage mâle RN 19/38
- Manomètre à tube-ressort
- Petite bride DN 16 KF à rodage mâle avec olive sur tubulure
- Tuyau d'échappement : 2 m
- Vanne à soufflet à fermeture rapide
- Vanne de dosage
- Raccords divers à petite bride
- Pompe à vide à palettes monoétagée S 1,5 (378 73)
- Pression finale totale dans le récipient :  $3 \cdot 10^{-1}$  mbar (30 Pa)
- Masse : 26 kg

378 86	Poste de pompage 1 pour expériences dans le vide
--------	--



## 1.12 VIDE

### 1.12.1 POSTES DE POMPAGE



#### Poste de pompage 2 pour expériences dans le vide

Dispositif compact, pratique et facilement transportable pour réaliser les expériences dans le vide. Les composants montés sont prêts à l'emploi.

Caractéristiques techniques :

- Bâti en acier, dimensions : 40 cm x 30 cm x 40 cm, avec poignées incorporées pour le transport
- Platine en métal pour cloche à vide, diamètre : 240 mm, intégrée à la plaque de recouvrement, avec disque d'étanchéité (Perbunan), perçage fileté, bride pour l'aspiration DN 16 KF et douilles bipolaires de 4 mm pour l'arrivée du courant électrique (450 V~, 380 V~/15 A).
- Matériel d'assemblage pour les expériences sous la cloche à vide :
  - Tige filetée, 25 cm x 10 mm Ø
  - Bloc de noix
  - Fiche à ressort
- Cloche à pompe à vide (378 561), 20 cm Ø, H = 29 cm
- Petite bride DN 16 KF avec rodage mâle RN 19/38
- Manomètre à tube-ressort
- Petite bride DN 16 KF à rodage mâle avec olive sur tubulure
- Tuyau d'échappement, 2 m de long
- Vanne à soufflet à fermeture rapide
- Vanne de dosage
- Raccords divers à petite bride
- Pompe vide à palettes biétagée D 2,5 E (378 752) avec filtre d'échappement AF 8 (378 764) et séparateur AK8
- Pression finale totale dans le récipient :  $1 \cdot 10^{-1}$  mbar (1 Pa)
- Masse : 28 kg

378 91 | Poste de pompage 2 pour expériences dans le vide

### 1.12.2 Pompes à vide

#### Pompe à vide à palettes S 1,5

La pompe S 1,5 est un modèle monoétagé à joint d'huile avec vanne de lest. Le moteur et la pompe sont accouplés directement et constituent une unité facile à transporter.

Thèmes :

- Détermination de la densité de l'air
- Évacuation des hémisphères de Magdebourg
- Chute libre
- Propagation du son
- Influence de la pression sur le point d'ébullition

Caractéristiques techniques :

- Pression finale partielle sans ballast de gaz :  $3 \cdot 10^{-2}$  mbars (3 Pa)
- Pression finale totale avec ballast de gaz :  $5 \cdot 10^{-1}$  mbars (50 Pa)
- Tolérance à la vapeur d'eau :  $> 15$  mbars ( $> 1500$  Pa)
- Débit nominal : 1,9 m<sup>3</sup>/h
- Débit : 1,75 m<sup>3</sup>/h
- Pompe remplie d'huile spéciale pour pompe à vide
- Charge d'huile, min./max. : 110/140 cm<sup>3</sup>
- Raccords :
  - côté vide : petite bride DN 16 KF
  - côté pression : olive DN 6
- Moteur :
  - Puissance : 150 W
  - Vitesse nominale : 1500 tr/min
  - Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 29 cm x 19 cm x 20 cm
- Masse : 10 kg

378 73 | Pompe à vide à palettes S 1,5

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	378 031	Embout DN 16 KF



## Pompe à vide à palettes D 2,5 E

La pompe 2,5 E est une pompe à vide biétagée à joint d'huile. L'huile injectée dans la chambre d'aspiration sert à l'étanchéisation, au graissage et au refroidissement.

- Grande fiabilité
- Construction compacte et peu encombrante
- Fonctionnement silencieux
- Respectueuse de l'environnement (faible consommation d'huile, compatibilité électromagnétique, protection IP 54)
- Faible reflux d'huile
- Protection fiable et intelligente pour le vide (parfaite étanchéité)
- Exempte de métaux non ferreux
- Conformité aux standards internationaux (CE, UL et CSA)
- Convient pour le fonctionnement permanent avec 1000 hPa
- Performance améliorée par un dispositif à ballast de gaz à 3 étages
- Bonne tolérance à la vapeur d'eau

Caractéristiques techniques :

- Pression finale partielle sans ballast de gaz :  $5 \cdot 10^{-4}$  mbar (0,05 Pa)
- Pression finale totale avec ballast de gaz :  $5 \cdot 10^{-2}$  mbar (3 Pa)
- Tolérance à la vapeur d'eau :  
position 1 : 10 mbars (1000 Pa)  
position 2 : 20 mbars (2000 Pa)  
position 3 : 30 mbars (3000 Pa)
- Débit nominal : 3,2 m<sup>3</sup>/h
- Débit : 2,7 m<sup>3</sup>/h
- Huile spéciale pour pompe à vide (jointe séparément)
- Charge d'huile, min./max. : 400/700 cm<sup>3</sup>
- Raccords : DN 16 KF
- Moteur :  
Puissance : 250 W  
Vitesse nominale : 1400 tr/min  
Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 38 cm x 23 cm x 13 cm
- Masse : 15 kg

378 752	Pompe à vide à palettes D 2,5 E
---------	---------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	378 764	Filtre d'échappement AF 8

## Suggestion d'équipement

N° de cat.	Quantité	Désignation
378 752	1	Pompe à vide à palettes D 2,5 E
378 510	1	Manomètre à tube-ressort DN 16 KF
378 771	1	Vanne d'aération DN 10 KF
378 015	1	Élément en croix DN 16 KF
378 045ET2	2	Anneaux de centrage DN 16 KF, jeu de 2
378 040ET2	1	Anneaux de centrage DN 10/16 KF, jeu de 2
378 050	4	Anneau de serrage DN 10/16 KF
378 764	1	Filtre d'échappement AF 8

## Huile spéciale pour pompe à vide, 1 l

378 691	Huile spéciale pour pompe à vide, 1 l
---------	---------------------------------------





### Filtre d'échappement AF 8

Ce filtre retient les gouttelettes d'huile sous forme de brume ou d'aérosol.

- Filtrage des particules de lubrifiant entraînées avec l'air sortant
- Vidange par le biais d'une vis de décharge
- Taux de séparation > 99%
- Éléments de filtrage interchangeables (en fibres de verre).

Caractéristiques techniques :

- Hauteur maximale de remplissage : 60 ml
- Dimensions : env. 17 cm x 11,5 cm

Matériel livré :

- 1 filtre d'échappement AF 8
- 1 raccord coudé à 90° DN 16 KF
- 2 anneaux de centrage DN 16 KF
- 2 anneaux de serrage DN 10/16 KF

378 764 | Filtre d'échappement AF 8



### Trompe à eau

Pour les expériences dans le vide grossier. La pression finale qu'il est possible d'obtenir dépend de la température de l'eau. Clapet de non retour pour empêcher le reflux d'eau. En plastique, démontable.

Caractéristiques techniques :

- Débit pour une pression d'eau de 3 bars : 250 l/h
- Pression finale totale pour une eau à 15 °C : 15 mbars
- Temps de pompage pour évacuer un récipient de 5 l : 6 à 10 min
- Raccord au vide : olive
- Raccord fileté : R 1/2" avec écrous-raccords pour R 3/8" et R 3/4"

375 56 | Trompe à eau



### Pompe manuelle pour vide

Pompe mécanique simple à lest d'air pour évacuer l'air de petits récipients, par ex. la cloche à vide (378 88), et créer un vide grossier. Avec vanne d'aération et manomètre à cadran incorporés.

Caractéristiques techniques :

- Débit : 16 ml par cycle
- Pression finale : env. 100 hPa
- Temps de pompage (jusqu'à la pression finale) pour un récipient de 4 l : 3 à env. 4 min
- Raccord : olive 7 mm Ø
- Tuyau en plastique : 60 cm x 6,5 mm Ø
- Dimensions : 27 cm x 16 cm x 4 cm
- Masse : env. 0,2 kg

375 58 | Pompe manuelle pour vide



### Pompe à pied de surpression

Caractéristiques techniques :

- Manomètre : 0 ... 6/10 bars

738 998 | Pompe à pied de surpression

## Pompe à membrane pour vide et compression

Pour toutes les expériences en mécanique, en acoustique et en calorimétrie nécessitant une dépression ou une surpression (ne convient pas pour les expériences de décharge électrique dans les gaz). Fonctionne sans huile, quel que soit le condensat ; modèle compact avec moteur accouplé directement par bride ; transportable, légère et pratique ; silencieuse et prête à l'emploi.

Caractéristiques techniques :

- Pression finale : 13 mbars (1300 Pa)
- Surpression : max. 1 bar (100 000 Pa)  
(limitée par la vanne de surpression incorporée)
- Débit : 1,6 m<sup>3</sup>/h (correspond à 26 l/min)
- Raccords :  
Côté vide : par embout  
Côté pression : par tubulure de couplage rapide avec embout (inclus au matériel livré)
- Alimentation : 230 V, 50 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 120 VA
- Dimensions : 34 cm x 26 cm x 23 cm
- Masse : 12 kg



375 57 Pompe à membrane pour vide et compression

## 1.12.3 Accessoires pour les pompes

### Élément en T DN 16 KF

Pour la ramification de systèmes de pompes à vide

378 005 Élément en T DN 16 KF

### Élément en croix DN 16 KF

378 015 Élément en croix DN 16 KF

### Bride pleine DN 16 KF

Pour la terminaison étanche au vide de la petite bride DN 16 KF.

378 065 Bride pleine DN 16 KF

### Embout DN 16 KF

Assure la jonction entre des composants à petite bride et le tuyau à vide

378 031 Embout DN 16 KF

### Rodage mâle RN 19/26, DN 16 KF

Pour raccorder des composants à rodage femelle (par ex. tubes de décharge 554 161)

378 023 Rodage mâle RN 19/26, DN 16 KF

### Anneau de serrage DN 10/16 KF

Pour la fixation mécanique de raccords à petite bride DN 10 KF et DN 16 KF

378 050 Anneau de serrage DN 10/16 KF



## 1.12 VIDE

### 1.12.3 ACCESSOIRES POUR LES POMPES



#### Anneaux de centrage DN 16 KF, jeu de 2

Pour relier deux petites brides DN 16 KF

378 045ET2 Anneaux de centrage DN 16 KF, jeu de 2



#### Anneaux de centrage DN 10/16 KF, jeu de 2

Anneau de centrage et de jonction avec joint. Pour relier une petite bride DN 10 KF à une petite bride DN 16 KF.

378 040ET2 Anneaux de centrage DN 10/16 KF, jeu de 2



#### Tubulure de prolongement pour l'aspiration DN 16 KF, 62 cm

Nécessaire pour installer une pompe à vide sur l'étagère intermédiaire de la table roulante pour pompe (598 131).

379 202 Tubulure de prolongement pour l'aspiration DN 16 KF, 62 cm



#### Tuyau pour vide

En caoutchouc naturel rouge selon DIN 128 65.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 8 mm
- Épaisseur de la paroi : 5 mm
- Longueur : 1 m
- Matériau : caoutchouc

667 186 Tuyau pour vide



#### Tuyau métallique DN 16 KF

378 075 Tuyau métallique DN 16 KF



#### Vanne d'aération DN 10 KF

Pour aérer le récipient pour l'étude du vide.

378 771 Vanne d'aération DN 10 KF



#### Robinet à boisseau sphérique pour le vide poussé DN 16 KF

378 777 Robinet à boisseau sphérique pour le vide poussé DN 16 KF



#### Vanne de dosage DN 16 KF

Réglable par vis micrométrique.

378 776 Vanne de dosage DN 16 KF



#### Graisse Leybold pour vide poussé

50 g, s'utilise à faible pression pour étanchéifier les rodages et les robinets ; convient pour les expériences de décharge dans les gaz.

378 701 Graisse Leybold pour vide poussé

## Table roulante pour pompe

Pour la réalisation d'un stand mobile de pompage à vide avec la pompe à vide D 2,5 E (378 752) ou la pompe à vide S 1,5 (378 73) et la tubulure de prolongement (379 202). Avec suffisamment de place sur le plateau supérieur pour réaliser des montages expérimentaux.

Avec 1 étagère et 4 roues orientables, dont 2 blocables ; revêtement plastique. Option : connecteur multiple sur support métallique pour alimentation en courant alternatif (598 141).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du plateau supérieur : 75 cm x 50 cm
- Hauteur : 90 cm

598 131 | Table roulante pour pompe



## Connecteur multiple sur support métallique pour alimentation en courant alternatif

Plastifié, avec trois prises à contact de protection (Schuko), à revêtement protecteur de tous côtés. Câble de connexion avec prise à contact de protection (Schuko). Livré avec vis pour la fixation sur les tables roulantes (598 111, 598 115, 598 121 et 598 131).

598 141 | Connecteur multiple sur support métallique pour alimentation en courant alternatif



## 1.12.4 Mesure de la pression

### Manomètre en U

La pression est indiquée en pression relative, c.-à-d. par rapport à la pression atmosphérique. Les valeurs mesurées doivent par conséquent se référer à la pression donnée par un baromètre. Sur support avec une échelle colorée lisible de loin. Facile à remplir, conçu pour éviter les retours de mercure du côté vide. Olive de raccordement. Livré sans mercure.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 1,3 ... 2000 mbars (hPa)
- Hauteur : env. 90 cm

379 04 | Manomètre en U

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	674 5020	Mercure, pur, 1 kg



### Vacuomètre de Pirani avec affichage

Vacuomètre fonctionnant selon le principe de la conduction thermique avec compensation de la température.

Comprend :

- un transmetteur Thermovac TTR91
- un affichage
- un câble

Caractéristiques techniques :

- Transmetteur
  - Gamme de mesure :  $5 \cdot 10^{-4}$  ... 1000 mbars
  - Plage de température nominale : 5 ... 60 °C
  - Raccordement : DN 16 KF
  - Dimensions : 9 cm x 3,5 cm x 2,5 cm
- Affichage
  - Gamme d'affichage :  $5 \cdot 10^{-4}$  ... 1000 mbars
  - Unité de mesure : mbar, Pa, Torr (commutable)
  - Alimentation : 100 ... 250 V, 50/60 Hz
  - Dimensions : 11 cm x 9 cm x 11 cm
- Câble
  - Longueur : 5 m
  - Raccordement : FCC 68
- Masse : env. 1,2 kg

378 5131 | Vacuomètre de Pirani avec affichage



## 1.12 VIDE

### 1.12.4 MESURE DE LA PRESSION



#### Manomètre à tube-ressort DN 16 KF

Pour déterminer la pression dans les dispositifs dont il est possible d'évacuer l'air. Avec une échelle claire et facile à lire.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 1020 mbars
- Raccord : DN 16 KF
- Diamètre de l'échelle : 8 cm

378 510	Manomètre à tube-ressort DN 16 KF
---------	-----------------------------------

#### 1.12.5 Matériel expérimental pour l'étude du vide

##### Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)

Pour déterminer la masse volumique de l'air en faisant le vide (vide grossier). Sphère en verre avec robinets en verre et olives de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Contenance : env. 1 l
- Diamètre : env. 12 cm.
- Diamètre des olives : 8 mm

379 07	Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)
--------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 072	Support pour ballon rond 250 ml, liège

##### Support pour ballon rond 250 ml, liège

Caractéristiques techniques :

- Diamètre (extérieur) : 11 cm

667 072	Support pour ballon rond 250 ml, liège
---------	--

##### Bidons métalliques, jeu de 3

Pour initier à la notion de pression atmosphérique. On chauffe un bidon rempli d'un peu d'eau puis on le referme bien. En refroidissant, la pression extérieure déforme les parois du bidon qui se pressent l'une contre l'autre.

379 27	Bidons métalliques, jeu de 3
--------	------------------------------

##### Tube de Newton

Pour étudier la chute libre d'un objet dans le vide grossier et donc sans frottement, avec une résistance de l'air négligeable. Tube en verre fermé d'un côté, avec bouchon et robinet à olive. Livré avec une lame de plomb et une plume.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : env. 75 cm
- Diamètre : 5 cm
- Olive de raccordement : 8 mm Ø
- Masse : env. 0,65 kg

379 001	Tube de Newton
---------	----------------



## Hémisphères de Magdebourg, paire

Pour montrer l'action de la pression atmosphérique. Les deux hémisphères sont accolés de façon hermétique grâce à un joint en caoutchouc. L'usage de graisse est superflu. Avec robinet de fermeture et d'aération et une poignée sur chaque hémisphère. Livrés sans tuyau (vide grossier).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : env. 12 cm
- Diamètre des olives : 11 mm

379 09 Hémisphères de Magdebourg, paire

Complément nécessaire :

Pompe à vide avec tuyau souple

## Cloche pour pompe à vide, avec revêtement

En verre ; bord lisse et prise sphérique. Avec revêtement plastique de protection contre l'implosion.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 20 cm
- Hauteur : 29 cm

378 561 Cloche pour pompe à vide, avec revêtement

## Platine d'expérience à vide

Platine pour la pompe à vide avec raccord latéral pour raccorder la pompe, robinet d'aération, disque d'étanchéité pour la cloche à vide (378 561), passage électrique et tige support.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre approprié de la cloche en verre : 20 à 21,5 cm
- Raccord de vide : tubulure, 6,5 ... 8,5 mm
- Alimentation : bipolaire par douilles de 4 mm
- Limites de tension et courant : 230 V max. et 5 A max.

378 89 Platine d'expérience à vide

## Baroscope

S'utilise sous la cloche pour pompe à vide (378 561) ou avec la platine à vide avec cloche (378 88). À pression normale, l'équilibre du montage est établi, dans le vide, la balle descend car la poussée d'Archimède qui la soutenait a disparu ; fléau de balance avec une boule en polystyrène et un contrepoids ; sur une tige avec pied (vide grossier).

Caractéristiques techniques :

- Largeur (avec sphère) : 15 cm
- Hauteur : env. 18 cm

379 10 Baroscope

## Platine à vide avec cloche

Pour réaliser des expériences dans le vide grossier, par ex. avec le baroscope (379 10). Comprend une platine en plastique à raccord latéral pour la pompe, un disque d'étanchéité et une cloche cylindrique en polycarbonate transparent munie d'un crochet central permettant d'accrocher des objets à l'intérieur.

Caractéristiques techniques :

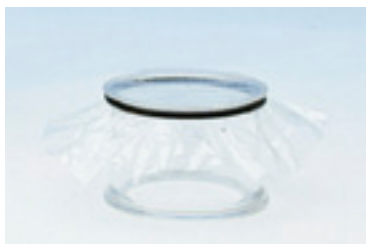
- Volume : 3,8 l
- Raccord de vide : olive de 6,5 mm Ø
- Dimensions de la cloche : 23,5 cm x 16,5 cm Ø

378 88 Platine à vide avec cloche



## 1.12 VIDE

### 1.12.5 MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL POUR L'ÉTUDE DU VIDE



#### Crève-vessie

Pour démontrer l'existence de la pression atmosphérique et ses effets. On retire l'air en dessous de la membrane avec une pompe. La pression diminue à l'intérieur mais elle ne change pas à l'extérieur, la membrane s'enfonce pour finalement éclater avec un grand bruit. Manchon de verre à bords lisses, élastique et lot de membranes en cellophane. À poser sur une platine à vide.

379 01 Crève-vessie



#### Sonnnette électrique

Pour étudier l'interruption de la propagation du son dans le vide (pression inférieure à 1 mbar). Avec câbles et connecteurs pour le branchement à l'alimentation électrique.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : 4,6 ... 8 V CA / 0,5 ... 1 A

561 05 Sonnette électrique

## 1.13 Aérodynamique

### 1.13.1 Veine d'écoulement ouverte

Coefficient de traînée : influence de la forme de l'objet sur la résistance de l'air – mesure de la pression avec le manomètre de précision

Durant les expériences P1.8.6.2 et P1.8.6.5, on détermine le coefficient de traînée de plusieurs corps ayant la même section. La vitesse du courant est mesurée avec une sonde manométrique de Prandtl et la traînée aérodynamique avec un dynamomètre.

#### Veine d'essais pour l'aérodynamique

Pour des expériences aérodynamiques avec le ventilateur aspirant/refoulant (373 04). Constitué d'une buse, d'un rail métallique de précision et d'une pince de fixation pour le dynamomètre sectoriel (373 14).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'ouverture de la buse : 150 mm
- Longueur du rail métallique : 50 cm

373 06 Veine d'essais pour l'aérodynamique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 02	Pied en V, petit
1	300 11	Socle
1	300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø
1	301 01	Noix Leybold

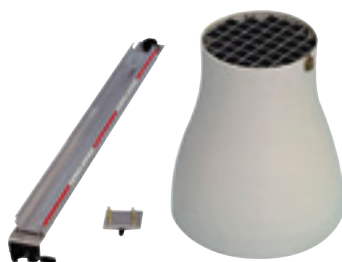
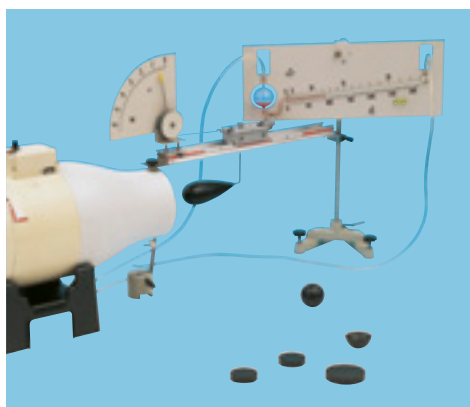
#### Ventilateur aspirant/refoulant

Ventilateur à réglage électronique continu de la vitesse de rotation. Utilisation comme ventilateur refoulant avec la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou comme ventilateur aspirant avec le tunnel aérodynamique (373 12). Constitué d'un bloc ventilateur, d'un socle pour montage horizontal ou vertical, d'une buse étroite et d'une bille en polystyrène.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du bloc ventilateur : 20,5 cm x 25,5 cm Ø
- Niveau sonore audible à une distance de 1 m : max. 70 dB
- Connexion : 230 V, 50 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 300 VA
- Diamètre de l'ouverture de la buse : 100 mm
- Diamètre de la bille : 7,5 cm

373 04 Ventilateur aspirant/refoulant





### Accessoires de mesure 1

Corps de différentes formes et tailles à fixer de différentes façons pour déterminer la résistance aérodynamique avec la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou dans le tunnel aérodynamique (373 12).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des disques : 40, 56 et 80 mm
- Modèles aérodynamiques :  
Diamètre : 56 mm, l'un  
Longueur du modèle à ligne aérodynamique : 150 mm

Matériel livré :

- 1 jeu de 3 disques
- 1 jeu de 3 modèles aérodynamiques (sphère, demi-sphère, modèle à ligne aérodynamique)
- 2 tiges supports pour le modèle aérodynamique
- 1 support pour modèle d'automobile
- 1 peigne à fils pour visualiser des lignes aérodynamiques

373 071 Accessoires de mesure 1



### Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique

Avec masse marquée et crochet.

373 075 Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique



### Dynamomètre sectoriel 0,65 N

Dynamomètre de précision pour la mesure de la résistance à l'écoulement de l'air dans la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou dans le tunnel aérodynamique (373 12).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0,65 N  
Graduation de l'échelle : 0,01 N  
Longueur de l'arc gradué : 200 mm
- Fixation mécanique : deux fiches de 4 mm
- Dimensions : 20 cm x 20 cm x 5 cm
- Masse : 0,3 kg

373 14 Dynamomètre sectoriel 0,65 N



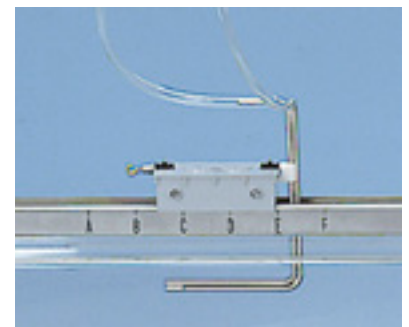
### Sonde manométrique de Prandtl

Pour mesurer la pression statique, la pression totale et la pression dynamique d'un gaz en écoulement. S'utilise avec le manomètre de précision (373 10). Tube double coudé dont les ouvertures (pour la sonde) sont orientées différemment. Livré avec deux tuyaux en plastique à raccorder au manomètre.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des tuyaux : 8 mm
- Dimensions de la sonde : 18 cm x 13 cm x 5 cm
- Masse : 0,1 kg

373 13 Sonde manométrique de Prandtl



### Manomètre de précision

Manomètre à tube incliné pour mesurer les dépressions, les surpressions et les pressions différentielles d'un gaz en écoulement avec la sonde manométrique (373 13). Avec échelle supplémentaire pour relever directement la vitesse de l'air en cas de mesures de la pression différentielle. Niveau à bulle intégré pour la mise à l'horizontale du dispositif de mesure. Livré avec tuyau de raccordement, liquide pour le manomètre et seringue avec tuyau pour l'injection du liquide.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
Pression : 0 ... 310 Pa  
Vitesse du vent : 0 ... 22 m/s
- Graduations de l'échelle :  
Pression : 5 Pa  
Vitesse du vent : 1 m/s
- Raccord pour le tuyau : 8 mm Ø
- Dimensions : 49 cm x 19 cm
- Masse : 0,9 kg

373 10 Manomètre de précision



# 1.13 AÉRODYNAMIQUE

## 1.13.1 VEINE D'ÉCOULEMENT OUVERTE



### Liquide manométrique

Charge de recharge pour le manomètre de précision (373 10) ; coloré.

Caractéristiques techniques :

- Quantité : 100 ml dans flacon en plastique

391 15	Liquide manométrique
--------	----------------------

### Tube de Venturi avec multimanoscope

Pour l'étude de la pression statique à l'intérieur d'un tube à étranglement. Avec multimanoscope permettant de relever simultanément cinq pressions ; constitué de cinq tubes d'ascension inclinés avec réservoir à liquide commun. Les 7 prises latérales du tube de Venturi permettent aussi de connecter le manomètre de précision (373 10) ou le capteur de pression (524 066) au CASSY (524 013, 524 009, 524 006) ou à l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Le tube de Venturi se place sur la buse du ventilateur aspirant/refoulant (373 04).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 cm
- Diamètre maximal : 100 mm
- Diamètre minimal : 50 mm

373 091	Tube de Venturi avec multimanoscope
---------	-------------------------------------

### Profil d'aile

Permet d'étudier la pression qui règne à proximité d'un profil d'aile placé dans un écoulement d'air. Faces inférieure et supérieure percées en neuf endroits pour raccorder les tubulures latérales et effectuer des mesures de la pression. Angle d'incidence réglable, déflecteurs pour réduire les tourbillons le long du profil. Livré avec olive de raccordement et tige support.

Caractéristiques techniques :

- Plage angulaire :  $-50^\circ \dots +50^\circ$
- Graduation : tous les  $5^\circ$
- Dimensions : 20 cm x 10 cm x 8 cm

373 70	Profil d'aile
--------	---------------

## 1.13.2 Tunnel aérodynamique

### Relevé de la polaire d'une aile dans le tunnel aérodynamique

Au cours de l'expérience P1.8.7.1, on mesure la traînée aérodynamique  $F_w$  et la poussée verticale  $F_A$  d'une surface portante en fonction de l'angle d'attaque  $\alpha$  de l'aile par rapport à la direction du courant. On reporte dans un diagramme polaire  $F_w$  en fonction de  $F_A$  avec l'angle d'attaque  $\alpha$  comme paramètre. On peut par exemple déduire de ce diagramme polaire l'angle d'attaque optimal.

### Tunnel aérodynamique

Veine d'essais fermée à parois latérales transparentes et plaque de fond interchangeable pour des expériences quantitatives en aérodynamique et en physique du vol avec le ventilateur aspirant/refoulant (373 04). Dispose d'une buse d'aspiration pour empêcher la formation de tourbillons et d'une buse d'évacuation à raccorder au ventilateur. Élément supplémentaire cunéiforme pour la plaque de fond (« rampe de Bernoulli ») conçu pour l'étude quantitative de la chute de pression causée par un étranglement.

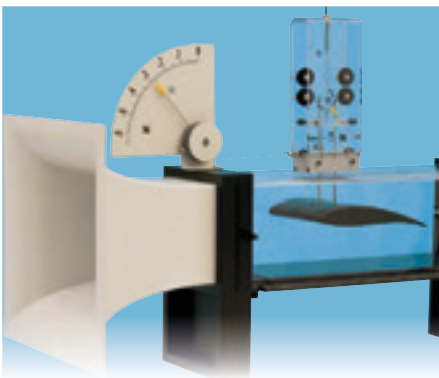
Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la veine d'essais fermée : 15 cm x 15 cm x 50 cm
- Dimensions totales : 36 cm x 42 cm x 113 cm
- Masse : 6 kg

Matériel livré :

- 1 buse d'aspiration
- 1 diffuseur pour fixer le ventilateur aspirant/refoulant (373 04)
- 1 fond plat pour les expériences en physique du vol et sur la résistance de l'air
- 1 filtre de tranquillisation pour protéger contre les impuretés aspirées et obtenir un écoulement laminaire de l'air
- 1 rampe de Bernoulli (graduée)
- 1 barre d'étanchéité (graduée)
- 1 couvercle en plastique transparent
- 1 paroi arrière (noire) avec lignes d'orientation
- 1 tige support, 12 mm de diamètre, 75 cm de long, filetée
- 1 housse de protection anti-poussière

373 12	Tunnel aérodynamique
--------	----------------------



### Ventilateur aspirant/refoulant

Ventilateur à réglage électronique continu de la vitesse de rotation. Utilisation comme ventilateur refoulant avec la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou comme ventilateur aspirant avec le tunnel aérodynamique (373 12). Constitué d'un bloc ventilateur, d'un socle pour montage horizontal ou vertical, d'une buse étroite et d'une bille en polystyrène.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du bloc ventilateur : 20,5 cm x 25,5 cm Ø
- Niveau sonore audible à une distance de 1 m : max. 70 dB
- Connexion : 230 V, 50 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 300 VA
- Diamètre de l'ouverture de la buse : 100 mm
- Diamètre de la bille : 7,5 cm

373 04 Ventilateur aspirant/refoulant



### Accessoires de mesure 2

Profil d'aile et baroscope avec éléments de fixation pour la réalisation d'expériences sur la physique du vol dans la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou le tunnel aérodynamique (373 12).

Caractéristiques techniques :

- Profil d'aile :
  - Surface effective : 145 mm x 223 mm
  - Épaisseur : env. 34 mm
- Gamme de mesure du baroscope : -0,2 ... +0,4 N
- Gamme de mesure angulaire : -10° ... +15°

Matériel livré :

- 1 profil d'aile en mousse dure
- 1 jeu d'éléments pour la fixation des profils réalisés soi-même
- 1 baroscope à placer sur le chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique
- 1 échelle de mesure de l'angle d'incidence. Se fixe sur la veine d'essais pour l'aérodynamique et le tunnel aérodynamique
- 1 pince pour tube à essai. Facilite la fixation des profils d'aile

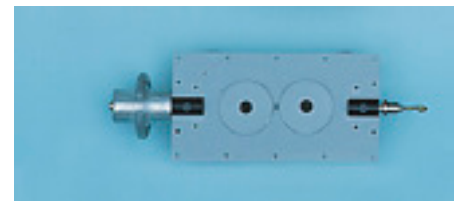
373 08 Accessoires de mesure 2



### Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique

Avec masse marquée et crochet.

373 075 Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique



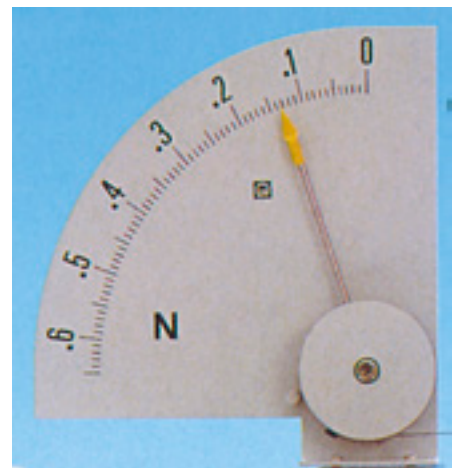
### Dynamomètre sectoriel 0,65 N

Dynamomètre de précision pour la mesure de la résistance à l'écoulement de l'air dans la veine d'essais pour l'aérodynamique (373 06) ou dans le tunnel aérodynamique (373 12).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0,65 N
- Graduation de l'échelle : 0,01 N
- Longueur de l'arc gradué : 200 mm
- Fixation mécanique : deux fiches de 4 mm
- Dimensions : 20 cm x 20 cm x 5 cm
- Masse : 0,3 kg

373 14 Dynamomètre sectoriel 0,65 N





### 1.13.3 Jeux de physique

#### Ballon solaire

Pour démontrer la poussée d'Archimède par simple réchauffement de l'air dans un ballon. En film plastique noir de fine épaisseur. Livré complet avec ficelle de 50 m.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 10 x 30 cm

374 401	Ballon solaire
---------	----------------

#### Maquette de fusée

Pour la démonstration du principe de propulsion par réaction d'une fusée. La propulsion est assurée avec de l'eau et de l'air sous pression, la hauteur d'ascension dépend du niveau d'eau initial.

Matériel livré :

- Tuyau avec vanne
- Support de raccordement pour la bouteille en plastique
- Rampe de lancement

374 403	Maquette de fusée
---------	-------------------

Complément nécessaire :

Pompe à air, par ex. pompe à surpression (738 998)

Bouteille en plastique

### 1.14 Documentation pédagogique

#### LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais

Classeur avec 185 descriptions d'expériences pour le premier cycle de l'enseignement secondaire, dans les domaines

- mécanique
- chaleur
- électricité
- optique
- radioactivité

539 501EN	LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais
-----------	--

#### LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais

50 descriptions d'expériences pour l'enseignant, complémentaires à 539 501EN. 70 pages. À ranger dans le classeur de 539 501EN.

Thèmes :

- Oscillations mécaniques
- Acoustique
- Transmission de chaleur
- Changement d'état
- Travail, énergie et puissance
- Conversion et transmission de l'énergie
- Moteur et générateur
- Opérations logiques de base
- Propriétés des rayons radioactifs

539 502en	LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais
-----------	---

#### LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P1 – mécanique, anglais

Env. 94 fiches de travaux pratiques en mécanique pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 331 pages ; dans classeur.

597 5151EN	LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P1 - mécanique, anglais
------------	---

# CHALEUR

- 2.1 SOURCES DE CHALEUR
- 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE
- 2.3 DILATATION THERMIQUE
- 2.4 CALORIMÉTRIE
- 2.5 COMPORTEMENT THERMIQUE DES GAZ
- 2.6 ÉTATS PHYSIQUES ET TRANSITIONS DE PHASE
- 2.7 TRANSFERT DE CHALEUR
- 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL
- 2.9 MÉTÉOROLOGIE
- 2.10 PROBLÉMATIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE
- 2.11 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 2.1 SOURCES DE CHALEUR

### 2.1.1 BRÛLEURS ET ACCESSOIRES



## 2.1 Sources de chaleur

### 2.1.1 Brûleurs et accessoires

#### Brûleur à alcool, en verre

Avec bouchon rodé pour éteindre la flamme.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 100 ml

666 692 Brûleur à alcool, en verre



#### Brûleur à alcool, en métal

Avec vis moletée pour faire sortir la mèche et bouchon pour éteindre la flamme.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 60 ml
- Dimensions : 65 mm x 70 mm Ø

303 22 Brûleur à alcool, en métal



#### Alcool à brûler, 1 l

670 9990 Alcool à brûler, 1 l

#### Brûleur à cartouche, modèle DIN

Avec virole de réglage de l'admission d'air et pointeau de réglage de l'arrivée du gaz, T = 1640 °C. Livré avec une cartouche de gaz (666 715), 400 ml (propane/butane).

Caractéristiques techniques :

- Masse : 0,5 kg

666 714 Brûleur à cartouche, modèle DIN



#### Vanne pour cartouche de gaz

Avec embout olivaire, pour cartouche de gaz 666 715

666 716 Vanne pour cartouche de gaz

#### Cartouche de gaz

À valve de sécurité, pour le brûleur (666 714) ou pour la vanne (666 716).

Caractéristiques techniques :

- Autonomie : 3 heures
- Contenu :
  - 220 g / 400 ml
  - 70 % de gaz butane, 30 % de gaz propane
- Masse : 350 g

666 715 Cartouche de gaz



#### Becs Bunsen

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 695	145 mm	160 g	17 mm	Gaz naturel
666 693	145 mm	240 g	17 mm	Propane



#### Becs Bunsen

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air et pointeau de réglage.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 6971	145 mm	250 g	17 mm	Gaz naturel
666 6972	145 mm	250 g	17 mm	Propane
656 016	160 mm	350 g	17 mm	Tous types de gaz



#### Becs Bunsen

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air, pointeau de réglage et veilleuse.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 6961	150 mm	250 g	17 mm	Gaz naturel
666 6941	150 mm	250 g	17 mm	Propane



#### Becs Bunsen

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air, robinet d'arrivée du gaz et veilleuse.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 6975	150 mm	280 g	17 mm	Gaz naturel
666 6976	150 mm	280 g	17 mm	Propane



#### Becs Teclu

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air et pointeau de réglage.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 7051	165 mm	285 g	17 mm	Gaz naturel
666 7031	165 mm	285 g	17 mm	Propane
656 017	165 mm	280 g	17 mm	Tous types de gaz



#### Becs Teclu

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air, pointeau de réglage et veilleuse.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 7061	165 mm	290 g	17 mm	Gaz naturel
666 7062	165 mm	290 g	17 mm	Propane



## 2.1 SOURCES DE CHALEUR

### 2.1.1 BRÛLEURS ET ACCESSOIRES



#### Brûleurs de sécurité

Modèles conformes à la norme DIN avec virole de réglage de l'admission d'air, pointe de réglage et veilleuse. Les brûleurs de sécurité coupent automatiquement l'arrivée du gaz si la flamme s'éteint involontairement. Pour remettre les brûleurs en marche, il suffit d'appuyer sur le bouton rouge.

N° de cat.	Hauteur	Masse	Tête	Type de gaz
666 709	180 mm	745 g	20 mm	Gaz naturel
666 708	180 mm	745 g	20 mm	Propane
666 7089	180 mm	745 g	20 mm	Tous types de gaz

#### Buse large en éventail

Pour tête de brûleur de 17 mm Ø.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : laiton, nickelé
- Ouverture : 50 mm

666 724	Buse large en éventail
---------	------------------------

#### Allume-gaz, mécanique

666 731	Allume-gaz, mécanique
---------	-----------------------

#### Pierres pour allume-gaz, lot de 3

Pour allume-gaz 666 731.

666 7321	Pierres pour allume-gaz, lot de 3
----------	-----------------------------------

#### Allume-gaz piezo

Pour tous les types de gaz.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 220 mm

666 733	Allume-gaz piezo
---------	------------------

#### Triangles en fil métallique

Avec tubes d'argile, pour les creusets.

N° de cat.	Longueur des tubes d'argile
666 687	50 mm
666 688	60 mm
666 689	80 mm

#### Trépieds, galvanisés

N° de cat.	Diamètre	Hauteur
666 681	140 mm	220 mm
608 010	140 mm	240 mm
666 683	140 mm	260 mm



#### Toiles calorifuges

En fibre céramique, sans amiante.

N° de cat.	Dimensions
608 120	120 mm x 120 mm
608 121	150 mm x 150 mm
666 685	160 mm x 160 mm
608 122	180 mm x 180 mm
608 123	200 mm x 200 mm



#### Support à quatre pieds

Galvanisé, pour la plaque calorifuge en vitrocéramique Ceran (666 686).

Caractéristiques techniques :

- Surface d'appui : 15,5 cm x 15,5 cm
- Hauteur jusqu'à la surface d'appui : 22 cm

608 020	Support à quatre pieds
---------	------------------------



#### Plaque calorifuge en vitrocéramique Ceran®

En vitrocéramique d'une excellente résistance aux chocs thermiques et aux fortes variations de température, à placer sur le support à quatre pieds (608 020).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 15,5 cm x 15,5 cm
- Épaisseur : 4 mm

666 686	Plaque calorifuge en vitrocéramique Ceran®
---------	--



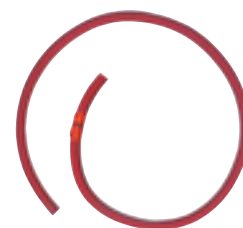
#### Tuyau à gaz de sécurité, 1 m

Conforme à la norme DIN 306 64 et à la réglementation de l'organisme allemand DVGW, pour tous les brûleurs utilisés en laboratoire et tous les types de gaz. Souple, ne risque pas de se couder.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Épaisseur de paroi : 2,0 mm
- Diamètre intérieur : 10 mm

666 729	Tuyau à gaz de sécurité, 1 m
---------	------------------------------



#### Colliers de serrage 10...16 mm, jeu de 10

Pour tuyaux à gaz.

667 184	Colliers de serrage 10...16 mm, jeu de 10
---------	---



#### Tuyaux à gaz de sécurité avec manchon terminal

Conformes à la norme DIN 306 64 et à la réglementation de l'organisme allemand DVGW, pour tous les brûleurs utilisés en laboratoire et tous les types de gaz. Souples, ne risquent pas de se couder. Avec manchon terminal élastique minimisant le risque de pliure. Aucun collier de serrage nécessaire.

- Épaisseur de paroi : 2,0 mm
- Diamètre intérieur : 10 mm

N° de cat.	Désignation
607 020	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 0,5 m
667 187	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 1 m



## 2.1 SOURCES DE CHALEUR

### 2.1.2 CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE



#### 2.1.2 Chauffage électrique

##### Thermoplongeur

Avec protection contre la surchauffe (conforme aux normes VDE 0720).

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 230 V/50 Hz, par câble secteur
- Puissance absorbée : 1 000 W

303 25 Thermoplongeur



##### Générateur de vapeur

Produit la vapeur nécessaire, par exemple, pour les expériences de dilatation thermique. Petite plaque chauffante avec protection thermique contre la surcharge, montée sur une base en céramique. Récipient en aluminium avec couvercle, joint en caoutchouc et dispositif de serrage.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 300 ml
- Raccord de tuyau : 8 mm Ø
- Alimentation : 230 V, 50 Hz, par câble secteur
- Puissance absorbée : 550 W
- Dimensions : 12,5 cm x 12,5 cm x 14 cm
- Masse : 2 kg

303 28 Générateur de vapeur



##### Plaque chauffante, 1500 W

Plaque de cuisson rapide avec bouton de réglage à 7 positions.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 180 mm
- Puissance de chauffage : 1 500 W
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Masse : 2,3 kg

666 767 Plaque chauffante, 1500 W



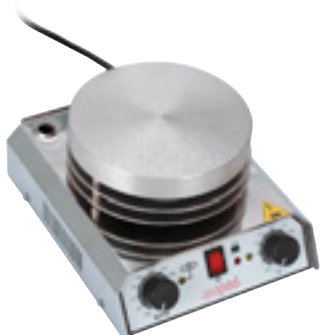
##### Plaque chauffante Ceran®, 1800 W

Avec table de cuisson carrée.

Caractéristiques techniques :

- Puissance : 1800 W
- Alimentation : 230 V/50 Hz
- Dimensions : 300 mm x 300 mm
- Masse : 3,5 kg

607 070 Plaque chauffante Ceran®, 1800 W



##### Agitateur magnétique chauffant

Agitateur magnétique (jusqu'à 2 litres) avec plaque chauffante en aluminium, pour des exercices de chauffage et d'agitation simples ; à régulation électronique de la plaque chauffante et de la température des milieux chauffés jusqu'à 350 °C. Protection contre la surchauffe, raccord pour thermomètre à contact, conforme à la norme DIN 12878, possibilité de fixer une tige. Livré complet avec câble et prise secteur.

Caractéristiques techniques :

- Puissance de chauffage : 350 W
- Température max. : 350 °C
- Quantité d'agitation (H<sub>2</sub>O) : jusqu'à 2 l
- Gamme de vitesse de rotation : 0 ... 1500 tr/min
- Surface chauffante : 135 mm Ø
- Alimentation : 230 V
- Dimensions : 16 cm x 22 cm x 10 cm
- Masse : 2,0 kg

666 839 Agitateur magnétique chauffant

#### Thermomètre à contact

Pour la régulation et le maintien de bains ou autres à température constante. Modèle droit, avec échelle blanche en verre opaque et charge de mercure. La température prescrite se règle par un aimant tournant. Avec câble de raccordement selon DIN 12878, convient pour l'agitateur magnétique 666 839.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -10 ... 250 °C
- Graduation : 2 K
- Longueur : 46 cm
- Diamètre : 9 mm

666 8392 Thermomètre à contact



#### Barreaux aimantés

- ronds
- avec noyau encapsulé dans du PTFE

N° de cat.	Longueur	Diamètre
666 850	15 mm	5 mm
666 851	25 mm	6 mm
666 854	50 mm	8 mm



#### Séchoir à main

Avec deux puissances de soufflage et protection contre la surcharge. Livré complet avec embout directionnel et câble secteur.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 230 V
- Puissance absorbée : 1200 W

666 735 Séchoir à main



CHALEUR

## 2.2 Mesure de la température

### 2.2.1 Thermomètres

#### Thermomètre de démonstration, -60...+160 °C/5 K

Avec une graduation sur fond en couleur tous les 50 °C pour une meilleure lecture à distance ; rempli de pétrole bleu.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -60 ... +160 °C
- Graduation : 5 K
- Longueur : 50 cm
- Diamètre : 24 mm
- Charge : pétrole
- Profondeur d'immersion : 60 mm

382 41 Thermomètre de démonstration, -60...+160 °C/5 K

#### Thermomètres agitateurs

Avec capillaire sur fond blanc.

N° de cat.	Désignation	Longueur	Ø	Charge
382 21	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C/1 K	27 cm	6 mm	Alcool
382 20	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C, non gradué	27 cm	6 mm	Alcool



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.1 THERMOMÈTRES



#### Thermomètres chimiques

Sur fond coloré, échelle à graduations inaltérables, avec étui protecteur.

N° de cat.	Désignation	Longueur	Ø	Charge
666 160	Thermomètre chimique, -10...+110 °C/1 K	26 cm	7 mm	Alcool
666 161	Thermomètre chimique, -10...+220 °C/1 K	30 cm	7 mm	Alcool

#### Thermomètres à immersion partielle

Thermomètres à échelle blanche interne en verre opaque, dans gaine de protection.

- Profondeur d'immersion : 100 mm

N° de cat.	Désignation	Longueur	Ø	Charge
666 156	Thermomètre à immersion partielle, 0 ... +120 °C/1 K	40 cm	8 mm	Mercure
666 171	Thermomètre à immersion partielle, -10...+160 °C/1 K	34,5 cm	8 mm	Mercure

#### Thermomètres

Avec échelle en verre opaque et capillaire.

N° de cat.	Désignation	Longueur	Ø	Charge
382 35	Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K	45 cm	10 mm	Toluène
382 34	Thermomètre, -10...+110 °C/0,2 K	40 cm	10 mm	Kérosène
382 33	Thermomètre, -10...+150 °C/1 K	25 cm	9 mm	Kérosène
382 50	Thermomètre, -10...+250 °C/1 K	30 cm	7,5 mm	Kérosène

#### Thermomètres de précision

Thermomètres à échelle interne sur fond blanc, à graduations inaltérables.

- Profondeur d'immersion : 50 mm

N° de cat.	Désignation	Longueur	Ø	Charge
666 176	Thermomètre de précision, -10...+50 °C/0,1 K	45 cm	8 mm	Alcool
666 179	Thermomètre de précision, -10...+105 °C/0,2 K	40 cm	7 mm	Alcool

#### Thermomètre de Beckmann

Utilisé pour la méthode du point d'ébullition et point de congélation, zéro en bas.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 5 K
- Graduation : 0,01 K
- Longueur : 61 cm
- Diamètre : 10 mm
- Charge : mercure
- Profondeur d'immersion : 165 mm

666 173	Thermomètre de Beckmann
---------	-------------------------

#### Thermomètre pour basses températures, -110...+30 °C/1 K

Thermomètre à échelle blanche interne en verre opaque, avec capillaire de mesure prismatique.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -110 ... +30 °C
- Graduation : 1 K
- Longueur : 29,5 cm
- Diamètre : 8 mm
- Charge : toluène

666 157	Thermomètre pour basses températures, -110...+30 °C/1 K
---------	---

#### Support, acier inoxydable

Pour la fixation de thermomètres en verre, de flexibles ou autres à un bécher, une éprouvette ou un ballon.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : acier inoxydable
- Ouverture : 8 ... 15 mm
- Longueur : 55 mm

666 169 Support, acier inoxydable



#### Thermomètre médical

Dans un étui en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : +35,2 ... +42 °C
- Graduation : 0,1 K
- Longueur : 13,5 cm
- Diamètre : 10 mm
- Charge : mercure

382 90 Thermomètre médical



#### Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K

Pour illustrer le rapport qui existe entre les degrés Celsius et Kelvin. Sur planchette de bois, avec anneau de suspension.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -40 ... +50 °C / 230 ... 320 K
- Graduation : 1 K
- Longueur : 40 cm
- Charge : alcool

666 180 Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K



#### Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K

Dans boîtier en plastique avec remise à zéro par bouton-poussoir latéral, livré avec brides de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -30 ... +50 °C
- Graduation : 1 K
- Dimensions : 15 cm x 7 cm
- Charge : mercure, créosol

383 19 Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K



#### Modèle de thermomètre en verre

Calibrable, pour étudier le fonctionnement d'un thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Fiole d'Erlenmeyer : 200 ml
- Tube en verre : 50 cm x 3 mm Ø
- Échelle : 1 ... 100
- Graduation : 1

382 02 Modèle de thermomètre en verre



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.1 THERMOMÈTRES



#### Thermomètre pour moteur à air chaud

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +120 °C
- Graduation : 1 K
- Longueur : 27 cm
- Diamètre : 11 mm

388 19 Thermomètre pour moteur à air chaud

#### Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K

Pour les calorimètres (388 01, 388 02, 388 03, 388 04). Livré avec un joint en caoutchouc et deux bagues métalliques.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : +15 ... +35 °C
- Graduation : 0,2 K
- Longueur : 19 cm
- Diamètre : 6 mm
- Charge : alcool

388 05 Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K

### 2.2.2 Thermomètres numériques

#### 2.2.2.1 avec thermocouple de type K

##### Mobile-CASSY

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique.

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données.  
Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB de CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.
- Chargement facile grâce à un accumulateur intégré

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle d'échantillonnage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Capacité de l'accumulateur : 9 Wh
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC
- Accumulateurs intégrés
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Adaptateur secteur
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009A Mobile-CASSY



#### Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K

Permet de raccorder deux thermocouples NiCr-Ni (type K) pour la mesure de la température et de la température différentielle avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure max. (suivant le capteur) :  
-200 ... +200 °C / -200 ... +1200 °C
- Résolution : 0,1 K / 1 K
- Gammes de mesure de la température différentielle :  
-20 ... +20 °C / -200 ... +200 °C
- Résolution : 0,01 K / 0,1 K
- Connexion : prises plates, de type K
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
----------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K
1	666 1261	Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K
1	666 1262	Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K
1	666 1263	Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K
1	666 1264	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K
1	666 1265	Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K

#### Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K

Thermocouple NiCr-Ni dans gaine en acier inoxydable, type K (fiche jaune selon la norme ANSI) avec prise plate normalisée pour une utilisation avec le connecteur adaptateur NiCr-Ni S et l'adaptateur chimie.

Caractéristiques techniques :

- Sonde isolée électriquement de la gaine
- Gamme de mesure : -50 °C ... +1100 °C
- Temps de réponse : 0,9 s
- Précision : ½ DIN CEI 584 classe 2 ( $\pm 1,25$  %)
- Longueur de la sonde : 130 mm
- Diamètre de la sonde : 1,5 mm, embout plat
- Longueur du câble de connexion : 2 m

529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K
---------	--

#### Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K

Thermocouple NiCr-Ni avec connecteur miniature pour la mesure de la haute température dans les liquides et les gaz, avec poignée et câble spiralé.

Caractéristiques techniques :

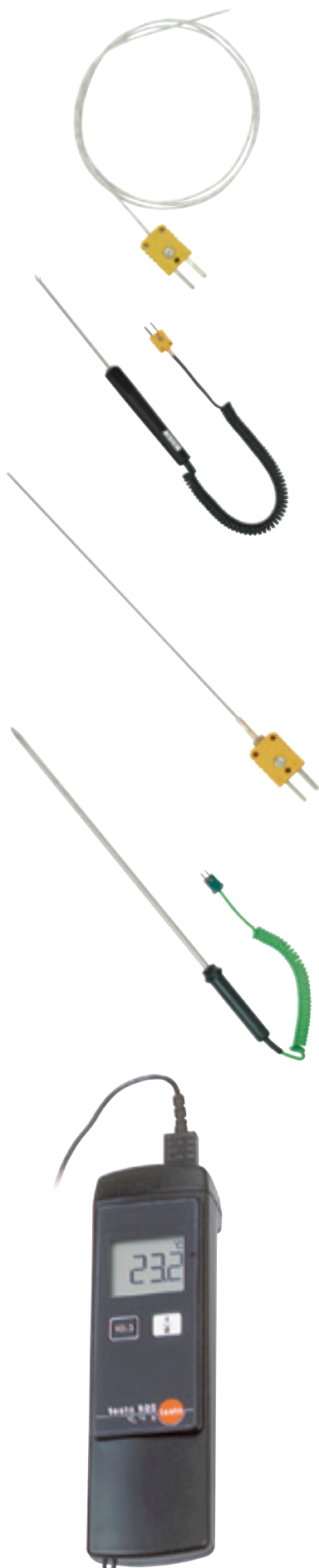
- Gamme de mesure : -50 ... +1150 °C
- Temps de réponse  $T_{90}$  : 5,0 s
- Longueur : 130 mm, 3 mm Ø

666 1263	Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K
----------	--



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.2 THERMOMÈTRES NUMÉRIQUES



#### Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K

Thermocouple NiCr-Ni avec connecteur miniature pour la mesure très rapide dans l'air, les gaz et les liquides, isolé soie de verre, sans poignée.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +400 °C
- Temps de réponse  $T_{90}$  : 0,3 s
- Longueur : 1000 mm, 2,1 mm x 1,2 mm

666 1261 Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K

#### Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K

Thermocouple NiCr-Ni avec connecteur miniature pour la mesure de la température sur des surfaces solides, avec poignée et câble spiralé.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +650 °C
- Temps de réponse  $T_{90}$  : 8,0 s
- Longueur : 130 mm, 4,5 mm Ø

666 1264 Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K

#### Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K

Thermocouple NiCr-Ni avec connecteur miniature, utilisable comme sonde d'immersion et de pénétration, sans poignée ni câble.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +1000 °C
- Temps de réponse  $T_{90}$  : 3,0 s
- Longueur : 175 mm, 1,5 mm Ø

666 1262 Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K

#### Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K

Thermocouple NiCr-Ni avec connecteur miniature, sonde extra longue pour la mesure par ex. dans du compost, avec poignée et câble spiralé.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +250 °C
- Temps de réponse  $T_{90}$  : 10 s
- Longueur : 500 mm, 10 mm Ø

666 1265 Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K

#### Thermomètre électronique testo 925

Thermomètre multi-applications pour une utilisation quotidienne dans les établissements scolaires, l'industrie et les laboratoires. À grande gamme de mesure, pour des capteurs NiCr-Ni (de type K, pas fourni). Avec affichage déroulant des valeurs Min/Max, fonction Hold pour figer les valeurs à l'écran, grand écran LCD rétro-éclairé, alarme acoustique lors de dépassements des valeurs limites. Avec possibilité de raccorder une sonde radio (en option) et une imprimante de rapports.

Caractéristiques techniques :

- Sonde : type K (NiCr-Ni)
- Gamme de mesure : -50 ... +1000 °C
- Précision
  - ±(0,5 °C + 0,3% de la valeur mesurée) (-40 ... +900 °C)
  - ±(0,7 °C + 0,5% de la valeur mesurée) (étendue restante)
- Résolution
  - 0,1 °C (-50 ... +199,9 °C)
  - 1 °C (étendue restante)
- Alimentation électrique : pile de 9 V (fournie avec l'appareil, 685 45ET5)
- Longévité de la pile : jusqu'à 200 heures (alcaline au manganèse)
- Température de service : -20 ... +50 °C
- Dimensions : 182 mm x 64 mm x 40 mm
- Masse : 0,17 kg

606 020 Thermomètre électronique testo 925



#### Sonde de température, NiCr-Ni, étanche, type K

Pour 606 020 avec câble de 1,2 m.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -60 ... +400 °C
- Temps de réponse  $T_{99}$  : 7 s
- Longueur : 110 mm

606 023    Sonde de température, NiCr-Ni, étanche, type K

#### 2.2.2.2 avec connecteur DIN

##### Thermomètre numérique

Le thermomètre de choix en cours de démonstration pour la mesure de températures avec une seule entrée et sans ordinateur.

Principales caractéristiques :

- Affichage à LED rouges de 26 mm de haut, visible de loin, grande étendue de mesure de -50 à +1200 °C avec sonde de température NiCr-Ni (666 193, non fournie)
- Pince au dos pour la fixation à un support
- Pieds rabattables pour un angle d'inclinaison de 15°

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LED à 7 segments, 3 chiffres 1/2 avec indication automatique des valeurs négatives
- Hauteur des chiffres : 26 mm
- Gamme de mesure : -50 ... +1200 °C
- Précision de lecture  
0,1 K (jusqu'à +200 °C)  
1 K (à partir de +200 °C)
- Précision de mesure :  
-50 ... 0 °C : +2 K ±1 point  
0 ... +100 °C : ±1 K ±1 point  
+100 ... +1000 °C : 1 % de la valeur affichée ±1 point  
au-delà de 1000 °C : -2 % ±1 point
- Entrée : connecteur multiple
- Sortie enregistreur : 1 mV/K, par douilles de 4 mm
- Changement automatique de la polarité
- Alimentation : 12 V/580 mA, par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil) sur 230 V/50 Hz
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 1 kg

666 190    Thermomètre numérique

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 193	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm
1	666 212*	Sonde de température CTN, 3 mm
1	666 2121*	Sonde de température CTN, 3 mm, longue
1	666 213*	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface
1	666 216*	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide
1	666 217*	Sonde de température NiCr-Ni à palette

\* alternative



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.2 THERMOMÈTRES NUMÉRIQUES



#### Thermomètre numérique avec 4 entrées

La température est la plus importante et la plus courante des grandeurs physiques mesurées en cours de physique, chimie et biologie. Le thermomètre satisfait parfaitement aux exigences particulières du cours de démonstration tout en bénéficiant des atouts d'un instrument de mesure de haute précision. Le microprocesseur permet la réalisation de nombreuses fonctions utiles aisément activables à l'aide du clavier à effleurement d'une grande clarté :

- Connexion possible de diverses sondes de température
- Grande étendue de mesure de -200 à +1 200 °C
- Haute résolution jusqu'à 0,1 K
- Mesure de températures relatives entre 0 et 199 K avec une résolution de 0,01 K
- Mise en mémoire automatique et rappel de la valeur min/max pour chaque entrée sélectionnée
- Affichage de la température au choix en °C, °F ou K
- Mesure possible de températures différentielles entre les entrées 1 et 2
- Sélection manuelle ou automatique des entrées de mesure : en sélection automatique, intervalle d'affichage 5, 10 ou 30 s au choix (fonction Auto-Scan)
- Enregistreur de données intégré pour la mise en mémoire de jusqu'à 14 400 valeurs mesurées
- Port série (RS 232) pour la connexion à l'ordinateur (logiciel et câble de connexion à 9 pôles fournis avec l'appareil)

#### Caractéristiques techniques :

- Affichage : 4 chiffres 1/2, LED rouges, 26 mm de haut, 7 segments (numérique), 2 chiffres, 14 mm de haut (alphanumérique), avec indication automatique des valeurs négatives
- Entrées : 4 connecteurs DIN femelles, 8 broches
- Gammes de mesure
  - NiCr-Ni : -200 ... +1200 °C
  - CTN : -20 ... +120 °C
- Résolution
  - 200 ... +1200 °C : 0,1 K
  - 0 ... 199,9 K : 0,01 K (mesure de la température relative avec CTN)
- Précision de mesure : 0,2 °C ou 0,2 % de la valeur mesurée
- Sortie analogique : conversion 12 bits
  - 200 .. +200 °C : 0,1 K (1 point = 1 mV)
  - >200 °C : 1 K (10 points = 1 mV), résolution commutable
- Sortie série : RS 232
- Fonction enregistreur de données : mise en mémoire de jusqu'à 14 400 valeurs mesurées
- Alimentation : 12 V~/580 mA, par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 1,2 kg

666 209	Thermomètre numérique avec 4 entrées
---------	--------------------------------------

#### Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	666 193	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm
2	666 212*	Sonde de température CTN, 3 mm
2	666 2121*	Sonde de température CTN, 3 mm, longue
2	666 213*	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface
2	666 216*	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide
2	666 217*	Sonde de température NiCr-Ni à palette

\* alternative

#### Sensor-CASSY 2

Interface connectable en cascade pour l'acquisition de données.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display (524 020USB)
- Sensor-CASSY (524 010), Sensor-CASSY 2 et Power-CASSY (524 011USB) peuvent être connectés en cascade mixte
- Isolée galvaniquement en trois points (entrées de 4 mm A et B, relais R)
- Mesure possible parallèlement aux entrées de 4 mm et slots pour adaptateurs de signaux (système à quatre canaux)
- Avec possibilité de monter en cascade jusqu'à 8 modules CASSY (pour multiplier les entrées et sorties)
- Avec possibilité d'avoir jusqu'à 8 entrées analogiques par Sensor-CASSY moyennant des adaptateurs complémentaires
- Avec reconnaissance automatique (plug & play) des adaptateurs par CASSY Lab 2 (524 220)
- Commandée par microordinateur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour l'optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA/CC par une fiche creuse ou un module CASSY adjacent
- Information pour le développeur et pilote LabVIEW™ disponibles sur Internet

Caractéristiques techniques :

- **5 entrées analogiques**  
2 entrées tension analogiques A et B sur douilles de sécurité de 4 mm (isolées galvaniquement)  
Résolution : 12 bits  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 250$  V  
Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 10 000 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 200 000 valeurs  
Pré-trigger : jusqu'à 50 000 valeurs par entrée
- **1 entrée courant analogique A** sur douilles de sécurité de 4 mm (alternativement à l'entrée tension A)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A  
Erreur de mesure : erreur de mesure de la tension plus 1 %  
Résistance d'entrée : < 0,5  $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension
- **2 entrées analogiques sur slot pour adaptateurs de signaux A et B** (raccordement possible de tous les capteurs et adaptateurs CASSY)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,003/\pm 0,01/\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  V  
Résistance d'entrée : 10 k $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 500 kHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension.  
Les caractéristiques techniques varient en fonction de l'adaptateur enfoncé. La reconnaissance des grandeurs et gammes de mesure est assurée automatiquement par CASSY Lab 2 dès qu'un adaptateur est enfoncé.
- **4 entrées timer** avec compteurs de 32 bits sur slot pour adaptateurs de signaux (par ex. pour l'adaptateur GM, l'adaptateur timer ou le timer S)  
Fréquence de comptage : max. 1 MHz  
Résolution temporelle : 20 ns
- **5 affichages de l'état par LED** pour les entrées analogiques et le port USB  
Couleurs : rouge et vert, suivant l'état  
Clarté : ajustable
- **1 relais commutateur** (indication de la commutation par LED)  
Gamme : max. 250 V / 2 A
- **1 sortie analogique** (indication de la commutation par LED, par ex. pour un aimant de maintien ou une alimentation pour l'expérimentation)  
Tension ajustable : max. 16 V / 200 mA (charge  $\geq 80 \Omega$ )
- **12 entrées numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la reconnaissance automatique de l'adaptateur)
- **6 sorties numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la commutation automatique de la gamme de mesure d'un adaptateur)
- 1 port USB pour la connexion d'un ordinateur
- 1 bus CASSY pour la connexion d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : 1,0 kg

Matériel livré :

- Sensor-CASSY 2
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.2 THERMOMÈTRES NUMÉRIQUES



#### CASSY-Display USB

Affichage bicanal pour la visualisation sans ordinateur des valeurs instantanées avec le Sensor-CASSY (524 013).

- Commandé par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
- La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY ou un adaptateur enfiché (grandeurs et gammes de mesure, voir description du module en question)
- Valeurs commutables et calibrables individuellement. La grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement dès qu'un adaptateur est enfiché
- Avec horloge en temps réel intégrée et centrale de mesure
- Le contenu de la mémoire pour jusqu'à 32 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab (524 220) via le port USB
- Il est possible de raccorder tant le sensor-CASSY (série) que le sensor-CASSY (USB) en cascade mixte
- Alimentation en tension 12 V CA/CC par fiche creuse
- Relevé des valeurs avec la source de tension portable (12 V) également possible indépendamment du réseau

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 215 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1,8 kg

524 020USB CASSY-Display USB

#### Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN

Pour des mesures de la température avec max. 2 sondes de températures NiCrNi ou 2 sondes de température CTN avec CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
NiCr-Ni : -200 ... +1100 °C  
CTN : -20 ... +120 °C
- Connexion : connecteurs DIN
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 045 Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 193	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm
1	666 212*	Sonde de température CTN, 3 mm
1	666 2121*	Sonde de température CTN, 3 mm, longue
1	666 213*	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface
1	666 216*	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide
1	666 217*	Sonde de température NiCr-Ni à palette

\* alternative

#### Adaptateur météorologie

Sert à mesurer l'humidité de l'air, la température, l'éclairement et la pression atmosphérique avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018). Le capteur de pression est intégré à l'adaptateur météorologie, pour les autres grandeurs mesurées, il faut des capteurs externes.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
avec le capteur d'humidité (529 057) :  
humidité relative de l'air : 0 ... 100 %  
température : -40 ... +80 °C  
avec la sonde CTN (666 212) :  
température : -20 ... +120 °C  
avec le capteur lux (666 243) :  
éclairement : 0 ... 200 klx  
Interne :  
pression atmosphérique : 400 ... 1600 hPa
- Embout : 5 mm Ø
- Connexion : connecteurs DIN femelles
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 057 Adaptateur météorologie



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 057	Capteur d'humidité
1	666 212	Sonde de température CTN, 3 mm
1	666 243	Capteur lux
1	666 2121*	Sonde de température CTN, 3 mm, longue

\* alternative

### Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm

Thermocouple NiCr-Ni. Avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -200 ... +1100 °C (temporairement 1200 °C)
- Tolérances : 1/3 DIN (DIN CEI 584 partie 2)
- Longueur du câble : 1,5 m
- Dimensions : 200 mm de long, 1,5 mm Ø

666 193 | Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm

### Sonde de température CTN, 3 mm

Élément à résistance CTN pour des mesures précises, avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -20 ... +120 °C
- Tolérances :  
-20 ... +70 °C : 0,2 K  
+70 ... +120 °C : 0,4 K
- Longueur du câble : 1,5 m
- Dimensions : 280 mm de long, 3 mm Ø

666 212 | Sonde de température CTN, 3 mm

### Sonde de température CTN, 3 mm, longue

Élément à résistance CTN permettant des mesures assez précises dans la gamme allant de -20 à +120°C pour des substances liquides, gazeuses et solides. Avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -20 ... +120 °C
- Tolérances :  
-20 ... +70 °C : 0,2 K  
+70 ... +120 °C : 0,4 K
- Dimensions : 360 mm x 3 mm Ø

666 2121 | Sonde de température CTN, 3 mm, longue

### Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide

Thermocouple à poignée composé de fils isolés, guipés soit de verre pour des mesures rapides dans des gaz ou à la surface de solides, avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +400 °C
- Dimensions : 70 mm de long, 1 mm Ø

666 216 | Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.2 THERMOMÈTRES NUMÉRIQUES



#### Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface

Thermocouple NiCr-Ni, avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -60 ... +700 °C
- Tolérances : 1/3 DIN (DIN CEI 584, partie 2)
- Longueur du câble : 1,2 m
- Dimensions : 150 mm de long, 15 mm Ø

666 213    Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface



#### Sonde de température NiCr-Ni à palette

Avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -40 ... +400 °C
- Classe de tolérance : 2 ( $\pm 2,5$  °C)
- Dimensions du capteur : 40 mm x 7 mm x 0,2 mm

666 217    Sonde de température NiCr-Ni à palette



#### Gainnes de protection pour sondes de température, jeu de 5

Tubes de protection en verre pour mesurer la température dans des milieux agressifs avec les sondes 666 193 et 666 212.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 150 mm x 7 mm Ø

666 194    Gainnes de protection pour sondes de température, jeu de 5



#### Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage

à l'aide de capteurs CASSY interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835    Instrument de mesure universel Physique

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0331	Tube compteur GM S
1	524 0381	Sonde B combinée S
1	524 0382	Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT
1	524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT
1	524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N
1	524 0421	Plaque de forces S
1	524 0424	Capteur d'accélération 3D S
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 060	Capteur de forces S, $\pm 1$ N
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, $\pm 2\ 000$ hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, $\pm 70$ hPa
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 068	Appareil à force centrifuge S
1	524 073	Capteur de déplacement à laser S
1	524 080	Mesure de champ électrique S
1	524 082	Capteur de rotation S

### Capteur de température S, CTN

Se branche directement à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou aux instruments de mesure universels Physique, Chimie, Biologie (531 835, 531 836, 531 837) ; avec sonde de température CTN dans tube en acier inoxydable.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure :  $-20 \dots 120$  °C
- Résolution : 0,1 °C
- Dimensions (sans sonde) : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 100 g

524 044 Capteur de température S, CTN

### Mini-thermomètre, $-50 \dots +150$ °C

Thermomètre électronique d'immersion/pénétration, rapide et économique, idéal pour les mesures de la température dans l'air, les poudres et les liquides.

Caractéristiques techniques :

- Particularités : interrupteur marche/arrêt, arrêt automatique (1 h), commutation °C/°F, indicateur Pile faible
- Gamme de mesure :  $-50 \dots +150$  °C
- Précision
  - $\pm 1$  °C ( $-10 \dots +99,9$  °C)
  - $\pm 2$  °C ( $-30 \dots -10,1$  °C)
  - $\pm 2$  % de la val. mesurée ( $+100 \dots +150$  °C)
- Résolution
  - 0,1 °C ( $-19,9 \dots +150$  °C)
  - 1 °C (étendue restante)
- Temps de réponse :  $t_{99} = 2$  s
- Sonde : L = 133 mm, 3,5 mm Ø

666 185 Mini-thermomètre,  $-50 \dots +150$  °C



## 2.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE

### 2.2.2 THERMOMÈTRES NUMÉRIQUES



#### Mini-thermomètre, -50 ...+ 250 °C

Thermomètre électronique d'immersion/pénétration, rapide et économique, idéal pour les mesures de la température dans l'air, les poudres et les liquides.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +250 °C
- Précision
  - ±1 °C (-10 ... +99,9 °C)
  - ±2 % de la val. mesurée (+100 ... +199,9 °C)
  - ±3 % de la val. mesurée (+200 ... +250 °C)
- Résolution
  - 0,1 °C (-19,9 ... +199,9 °C)
  - 1 °C (étendue restante)
- Temps de réponse :  $t_{99} = 12$  s
- Sonde : L = 213 mm, 3 mm Ø

666 1851 Mini-thermomètre, -50 ...+ 250 °C

## 2.3 Dilatation thermique

### 2.3.1 Dilatomètres

#### Pyromètre à cadran D



Permet la mesure exacte du coefficient de dilatation linéaire des solides en fonction du matériau, de leur longueur et de la température. Se compose d'un palier fixe, d'un palier de guidage, d'un index et d'une échelle projetable. Livré avec trois tubes (éprouvettes).

Caractéristiques techniques :

- Tubes
  - Matériau : acier, laiton, verre
  - Longueur : 65 cm
  - Diamètre : 7 mm
- Longueur effective des tubes : 20/40/60 cm
- Gamme de mesure : 1 mm (directe)
- Précision de lecture : 0,05 mm
- Dimensions : 73 cm x 5 cm x 20 cm
- Masse : env. 2 kg

381 341 Pyromètre à cadran D

#### Comparateur avec support



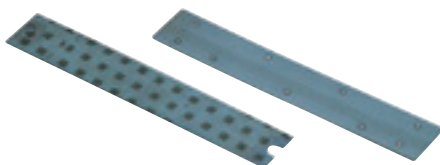
Pour mesurer les allongements. Le support permet la fixation sur le pyromètre à cadran (381 341). S'utilise aussi avec la presse hydraulique (361 10) pour l'étude quantitative de l'allongement d'éprouvettes (361 12).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 10 mm
- Échelle : graduation 0,01 mm
- Diamètre de l'échelle : 14 cm

361 151 Comparateur avec support

#### Bilames, paire



Pour mettre en évidence la dilatation thermique plus ou moins importante de différents métaux et du principe de fonctionnement d'un disjoncteur à bilame.

Caractéristiques techniques :

- Bilame 1 : tôle en fer et tôle en zinc, rivetée
- Bilame 2 : bilame avec contact électrique
- Dimensions : 150 mm x 25 mm

381 32 Bilames, paire



#### Bilames, jeu de 2

Pour mettre en évidence le principe de fonctionnement d'un bilame.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 125 mm x 25 mm x 0,4 mm

381 311ET2	Bilames, jeu de 2
------------	-------------------



#### Anneau de S' Gravesande

Pour illustrer la dilatation thermique des solides. La boule est suspendue à une potence. Froide, elle passe facilement à travers l'anneau mais une fois chaude, le passage devient impossible.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 18 cm

381 01	Anneau de S' Gravesande
--------	-------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN
1	666 715	Cartouche de gaz



#### Appareil de Tyndall

Pour démontrer les forces mises en jeu dans des solides en cas de variation de la température. Comprend un étau en U, une tige de serrage avec vis à oreilles et une tige de fixation pour l'étau. Livré avec 10 boulons (381 17).

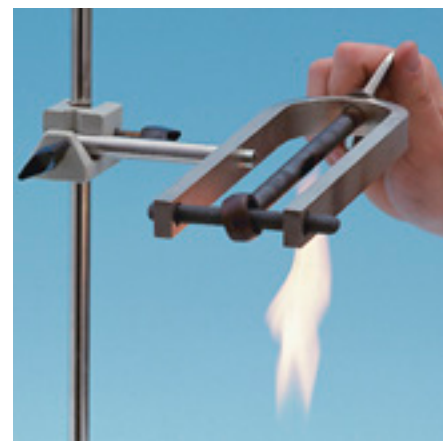
Caractéristiques techniques :

- Longueur du dispositif de serrage : 23 cm
- Diamètre de la tige support : 10 mm

381 16	Appareil de Tyndall
--------	---------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN
1	666 715	Cartouche de gaz



#### Boulons pour 381 16, jeu de 10

Pour l'appareil de Tyndall (381 16).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : fonte
- Longueur : 10 cm
- Diamètre : 8 mm

381 17	Boulons pour 381 16, jeu de 10
--------	--------------------------------



## 2.3 DILATATION THERMIQUE

### 2.3.2 ANOMALIE DE L'EAU



### 2.3.2 Anomalie de l'eau

#### Étude de la densité maximale de l'eau

Au cours de l'expérience P2.1.3.1, on met en évidence la masse volumique maximale de l'eau en mesurant la dilatation dans un récipient avec capillaire. On refroidit tout le dispositif dans un bain d'eau glacée sous agitation permanente en partant de la température ambiante pour l'amener à environ 1 °C ou bien on le réchauffe lentement à température ambiante après un refroidissement dans un réfrigérateur. On mesure la hauteur d'ascension  $h$  en fonction de la température de l'eau  $\vartheta$ . Comme le changement de volume comparé au volume global  $V_0$  est très faible, la masse volumique est alors donnée par

$$\rho(\vartheta) = \rho(=^{\circ}\text{C}) \cdot \left(1 - \frac{A}{V_0} \cdot h(\vartheta)\right)$$

A: section du capillaire

#### Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau

Pour l'étude quantitative de l'anomalie dilatométrique et du maximum de densité de l'eau ainsi que pour la détermination du coefficient de dilatation volumique des liquides. Récipient en verre avec tube de remplissage, capillaire de mesure, bouchons filetés et tige d'agitation.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : env. 50 cm
- Longueur du capillaire : 35 cm
- Diamètre du capillaire : 1,7 mm
- Volume : env. 310 ml
- Raccord du tube de remplissage : embout olivaire de 8 mm
- Bouchons filetés avec ouverture pour sonde de température : 1,5 mm  $\varnothing$
- pour thermomètre : 8 ... 10 mm  $\varnothing$
- Tige d'agitation : 25 mm de long

667 505 Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau

#### Dilatomètre volumétrique

Pour démontrer la variation du volume en fonction de la température et pour déterminer le coefficient de dilatation volumique de liquides. Livré avec tube capillaire rodé et gradué.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 50 ml
- Tube capillaire  
Longueur : 12 cm  
Échelle : graduation en mm

382 15 Dilatomètre volumétrique

#### Modèle de thermomètre en verre

Calibrable, pour étudier le fonctionnement d'un thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Fiole d'Erlenmeyer : 200 ml
- Tube en verre : 50 cm x 3 mm  $\varnothing$
- Échelle : 1 ... 100
- Graduation : 1

382 02 Modèle de thermomètre en verre

#### Boules creuses à bouchon vissé, jeu de 5

Pour mettre en évidence l'augmentation du volume de l'eau quand elle gèle.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : fonte
- Diamètre : 6 cm

387 62 Boules creuses à bouchon vissé, jeu de 5



## 2.4 Calorimétrie

### 2.4.1 Vases de Dewar et calorimètres

#### Détermination de la chaleur spécifique de corps solides

Pour déterminer la capacité thermique spécifique, on pèse au cours de l'expérience P2.3.2.1 différentes matières sous forme de grenaille, on les chauffe à la température  $\vartheta_1$  avec de la vapeur d'eau puis on les jette dans une quantité d'eau pesée de température  $\vartheta_2$ . Après une agitation minutieuse, la grenaille et l'eau atteignent la même température  $\vartheta_m$  par échange de chaleur. La chaleur cédée par la grenaille

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m)$$

$m_1$ : masse de la grenaille

$c_1$ : chaleur massique de la grenaille

est donc égale à la chaleur absorbée par l'eau

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2)$$

$m_2$ : masse de l'eau

La capacité thermique spécifique  $c_2$  de l'eau est supposée connue. La température  $\vartheta_1$  correspond à la température de la vapeur d'eau. A partir de là, on peut donc calculer la grandeur recherchée  $c_1$  d'après les grandeurs mesurées  $\vartheta_2$ ,  $\vartheta_m$ ,  $m_1$  et  $m_2$ .



#### Vase de Dewar, 250 ml

Sert de calorimètre si utilisé avec le couvercle (384 161) ou permet de déterminer l'équivalent électrique de la chaleur si utilisé avec le couvercle avec chauffage (384 20). Vase en verre à double paroi sous vide poussé, intérieur argenté, dans récipient en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 250 ml
- Diamètre intérieur : 7 cm
- Hauteur : 9 cm

386 48	Vase de Dewar, 250 ml
--------	-----------------------

#### Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml

Avec un bouchon en caoutchouc percé pour le passage d'un thermomètre et du porte-échantillon ; à utiliser avec le vase de Dewar (386 48) pour déterminer des quantités de chaleur, notamment la capacité thermique massique d'un solide et d'un liquide ainsi que la chaleur latente, par ex. la chaleur de fusion et la chaleur d'évaporation.

384 161	Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml
---------	--

#### Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage

Pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur en chauffant électriquement des liquides non conducteurs dans le vase de Dewar de 250 ml (386 48). Comprend un couvercle avec deux fils chauffants hélicoïdaux, un agitateur et un bouchon en caoutchouc percé pour le passage d'un thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Résistance des fils chauffants : 1  $\Omega$
- Possibilité de branchement : séparé/en parallèle/en série
- Alimentation (par fil) : max. 3 V, par douilles de 4 mm
- Puissance (totale) : max. 18 W

384 20	Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	386 48	Vase de Dewar, 250 ml
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S

## 2.4 CALORIMÉTRIE

### 2.4.1 VASES DE DEWAR ET CALORIMÈTRES



#### Calorimètre en aluminium

Récipient pour l'étude de l'énergie thermique (par ex. par la méthode des mélanges). S'utilise avec le récipient isolant (384 51).

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 350 ml
- Dimensions : 10 cm x 7 cm Ø

384 52	Calorimètre en aluminium
--------	--------------------------



#### Récipient isolant

Sert à isoler le calorimètre en aluminium (384 52) ou le bécher en verre de 250 ml (664 103) pour les expériences de calorimétrie. Constitué d'une partie inférieure cylindrique et d'un couvercle cloche avec deux trous pour le passage d'un thermomètre, d'un agitateur, d'un tuyau. En mousse calorifuge à pores fermés.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
Partie inférieure : 8,5 cm x 9 cm Ø  
Couvercle : 5 cm x 11 cm Ø

384 51	Récipient isolant
--------	-------------------

#### Couvercle chauffant pour le calorimètre en aluminium

S'utilise comme source de chaleur, thermoplongeur ou générateur de vapeur. Avec deux fils chauffants hélicoïdaux. Livré complet avec agitateur, passage pour thermomètre, deux bouchons en caoutchouc et un cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Résistance par fil chauffant : 2,4 Ω
- Branchement des fils chauffants : séparé/en parallèle/en série
- Alimentation : 12 V, par douilles de 4 mm
- Puissance : max. 120 W

590 50	Couvercle chauffant pour le calorimètre en aluminium
--------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	384 52	Calorimètre en aluminium

#### Thermoplongeur

Pour des études quantitatives sur la conversion de l'énergie et pour la détermination de la capacité thermique massique des liquides.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 12 V/10 W, par câble à fiches de 4 mm
- Matériau résistif : céramique
- Résistance : 15 Ω, ±5 %

590 48	Thermoplongeur
--------	----------------

#### Vase de Dewar, démonstration

Calorimètre de démonstration pour la détermination des enthalpies de dissolution et de neutralisation. Récipient en verre à double paroi, sous vide, transparent et à fond plat pour la réalisation d'expériences sur l'agitateur magnétique. Utilisable avec le couvercle (384 161) ou le couvercle avec chauffage (384 20).

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 280 ml
- Diamètre intérieur : 80 mm
- Hauteur : 100 mm

386 40	Vase de Dewar, démonstration
--------	------------------------------

#### Vase de Dewar, 500 ml

Argenté et gainé, pour maintenir la température constante, par ex. pour la réalisation de mesures calorimétriques.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 500 ml
- Diamètre : 70 mm
- Hauteur : 210 mm
- Masse : 1,0 kg

667 320 | Vase de Dewar, 500 ml

#### Vase de Dewar, 500 ml, à fond plat

Argenté et gainé pour la réalisation d'expériences sur l'agitateur magnétique.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 500 ml
- Diamètre : 70 mm
- Hauteur : 210 mm
- Masse : 1,0 kg

667 319 | Vase de Dewar, 500 ml, à fond plat

#### Couvercle pour le vase de Dewar de 500 ml

Avec agitateur et trou pour l'insertion d'un thermomètre, pour les vases de Dewar (667 320, 667 319). Le couvercle sert à fixer un thermomètre et permet de réduire l'échange de chaleur avec l'air ambiant.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : plastique
- Diamètre : 85 mm
- Masse : 0,2 kg

667 321 | Couvercle pour le vase de Dewar de 500 ml

#### Étuve

Pour amener les solides sous forme de grenaille à la température de l'eau en ébullition. La grenaille chauffée par la vapeur tombe dans le vase de Dewar (386 48) en faisant pivoter la petite manette. Enceinte extérieure pourvue d'une poignée, col de l'étuve muni d'une petite manette et d'un bouchon.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 13 cm
- Diamètre : 8 cm
- Raccords : embouts olivaires de 7 mm

384 34 | Étuve

#### Matériaux sous forme de grenaille

Pour déterminer la capacité thermique massique dans des mélanges-tests.

N° de cat.	Désignation
384 36	Billes de verre, 100 g
384 35	Grenaille de cuivre, 200 g
315 76	Grenaille de plomb, 200 g

#### Cylindres creux, jeu de 3

Caractéristiques techniques :

- Matériau : aluminium, cuivre et acier
- Masse : 100 g l'un
- Dimensions : hauteur env. 5 cm, diamètre env. 4 cm

384 60 | Cylindres creux, jeu de 3



## 2.4 CALORIMÉTRIE

### 2.4.1 VASES DE DEWAR ET CALORIMÈTRES



#### Piège à eau

Pour obtenir des flux de vapeur sans eau de condensation lors de la détermination de la chaleur de condensation. Tube en verre isolé avec deux bouchons en caoutchouc percés et deux petits tubes en verre.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du tube en verre : 18 cm
- Diamètre du tube en verre : 35 mm
- Longueur des petits tubes en verre : 18 cm
- Diamètre des petits tubes en verre : 7,5 mm

384 17 Piège à eau

## 2.5 Comportement thermique des gaz

### 2.5.1 Lois des gaz

#### Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte

Appareil compact, sans mercure, constitué d'un tube de précision en verre avec une bille parfaitement ajustée, d'une échelle graduée, d'un manomètre et d'une vanne à pointeau ; se branche à une pompe.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 2 bars
- Longueur de l'échelle : 30 cm
- Graduation : dm, cm, mm
- Diamètre du manomètre : 16 cm
- Connexion : embout de 8 mm
- Dimensions : 55 cm x 13 cm x 25 cm
- Masse : 3,1 kg

371 57 Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	375 57	Pompe à membrane pour vide et compression
1	667 186	Tuyau pour vide

#### Thermomètre à gaz

Pour étudier le comportement thermique des gaz (dilatation, augmentation de la pression), aborder la notion d'échelle des températures absolues et déterminer le zéro absolu. Tube capillaire ouvert à une extrémité contenant un volume de gaz fermé par une gouttelette de mercure. Renflement en verre fritté rempli de gel de silice pour protéger le tube contre l'humidité. Livré avec grand tube en verre pour bain-marie.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 48 cm
- Diamètre externe du capillaire : 8 mm
- Diamètre interne du capillaire :  $2,7 \pm 0,2$  mm
- Échelle : entièrement graduée en mm
- Raccord : embout olivaire de 8 mm
- Grand tube en verre :
  - Longueur : 44 mm
  - Diamètre : 30 mm

382 00 Thermomètre à gaz

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Matériel support

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	375 58	Pompe manuelle pour vide

## 2.5.2 Détermination du rapport $c_p/c_v$

### Appareil de résonance à colonne à gaz

Permet de déduire l'équation d'état (transformation adiabatique), de déterminer le rapport  $c_p/c_v$  et le frottement intérieur des gaz ainsi que d'étudier la réponse en amplitude et en phase en cas de résonance. Se compose d'un tube en verre avec deux robinets à une voie, de deux pistons magnétiques, d'une bobine avec support, d'une tige à section hexagonale, de tuyaux en PVC et de raccords pour tuyaux.

Caractéristiques techniques :

- Tube en verre  
Diamètre intérieur :  $14 \pm 0,01$  mm  
Diamètre extérieur : 18 mm  
Longueur : 53,5 cm  
Graduations :  $0,2$  m<sup>3</sup>
- Pistons  
Diamètre : 13,9 mm  
Longueur : 20 mm  
Masse :  $8,8 \pm 0,26$  g
- Bobine  
Nombres de spires : 500  
Résistance : env.  $4,2 \Omega$   
Courant max. : 1 A

371 07	Appareil de résonance à colonne à gaz
--------	---------------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Matériel support

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	522 561	Générateur de fonctions P
1	522 621*	Générateur de fonctions S 12
1	575 471*	Compteur S

\* alternative

### Tube à oscillations avec vase de Mariotte

Pour la mesure du rapport  $c_p/c_v$  de l'air et d'autres gaz selon Rüchardt. Convient également pour les expériences relatives au frottement interne des gaz. L'appareil est formé d'un tube en verre dans lequel coulisse une bille d'acier parfaitement ajustée. En installant le tube sur la bonbonne en verre, il est possible d'amener la bille située dans le tube à osciller. C'est à partir de sa période d'oscillation, que le rapport  $c_p/c_v$  pourra être déterminé.

Caractéristiques techniques :

- Tube à oscillations  
Longueur du tube : 60 cm  
Diamètre intérieur : 16 mm  
Masse de la bille : 16,7 g
- Vase de Mariotte  
Avec orifice d'écoulement situé en bas  
Volume : env. 10 l  
Dimensions : 40 cm x 24 cm Ø
- Masse totale : env. 4 kg

Matériel livré :

- 1 tube d'oscillation
- 1 bonbonne en verre
- 2 bouchons en caoutchouc, percé
- 1 robinet en verre

371 051	Tube à oscillations avec vase de Mariotte
---------	---



## 2.5 COMPORTEMENT THERMIQUE DES GAZ

### 2.5.3 EFFET JOULE-THOMSON

#### 2.5.3 Effet Joule-Thomson



##### Appareil pour l'étude de l'effet Joule-Thomson

Pour l'étude quantitative de l'effet Joule-Thomson avec le Sensor-CASSY (524 013). L'appareil se compose d'un cylindre en verre divisé en deux chambres par une paroi de séparation avec pièce frittée. L'amenée et l'évacuation du gaz sont assurées par des raccords GL. Il est ainsi possible de réaliser des mesures sur des gaz critiques qu'il est interdit de mélanger à l'air ambiant. Les capteurs pour la température et la pression sont également connectés par le biais de raccords filetés GL à bagues de serrage. La mesure de la température est effectuée avec deux thermocouples NiCr-Ni très minces sous forme de mesure différentielle avec le Sensor-CASSY. Grâce à ces capteurs de température très rapides, il est possible de renoncer à un équilibrage complexe de la température du gaz. Par ailleurs, on reconnaît les variations adiabatiques de la température à l'établissement et à la réduction de la pression dans la moitié du récipient sollicitée par la pression. La pression est mesurée avec le capteur de pression (524 064). Le relevé de la mesure est effectué par le programme CASSY Lab (524 220). Il est ainsi très facile de juger du réglage de l'équilibrage.

Caractéristiques techniques :

- Tube en verre  
Longueur : env. 240 mm  
Diamètre : 35 mm
- Raccords  
3 filetages GL 14 ISO pour l'amenée du gaz et les thermocouples  
2 filetages GL 18 ISO pour l'évacuation du gaz et le capteur de pression
- Surpression max. : 1000 hPa
- Masse : 120 g

371 56	Appareil pour l'étude de l'effet Joule-Thomson
--------	--

#### 2.5.4 Mouvement moléculaire brownien / Théorie cinétique des gaz

##### Chambre à fumée

Pour observer le mouvement brownien des particules de fumée (éclairage sur fond noir). Constitué d'un boîtier creux pourvu de regards d'éclairage et d'observation, de deux embouts et d'un tuyau.

Caractéristiques techniques :

- Chambre : 25 mm x 25 mm x 15 mm
- Socle : 74 mm x 25 mm
- Embout : 2 mm

372 51	Chambre à fumée
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	662 078	Microscope monoculaire pour l'élève M 805

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	MIK74703	Caméra vidéo USB BMS EcoCam III



#### Appareil pour étudier la théorie cinétique des gaz

Cet appareil sert à montrer l'agitation thermique des molécules et des atomes dans un mélange gazeux soumis au champ de gravité terrestre. Permet aussi d'observer le passage de l'état gazeux à l'état liquide et solide. Le gaz est assimilé à un ensemble de billes de verre placées dans un tube que l'on agite plus ou moins vivement par le biais d'un système vibrant électromagnétique.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence de résonance du socle : 50 Hz
- Diamètre du tube : 6,5 cm
- Longueur du tube : 40 cm

Matériel livré :

- Tube en verre avec couvercle
- Système vibrant électromagnétique
- Assortiment de billes en verre colorées ou transparentes
- Paire d'étriers de fixation
- Tourillon

376 01 | Appareil pour étudier la théorie cinétique des gaz



## 2.5.5 Diffusion et osmose

### Appareil de diffusion des gaz

Pour mettre en évidence les différentes vitesses de diffusion des gaz (hydrogène, CO<sub>2</sub> ou air) à travers un cylindre en terre cuite. Les gaz légers, comme l'hydrogène ou l'hélium (issus par ex. des bouteilles de gaz comprimé Minican) diffusent rapidement à travers le cylindre et créent une surpression signalée par une petite fontaine d'eau dans la fiole d'Erlenmeyer.

Matériel livré :

- Fiole d'Erlenmeyer
- Bouchon en caoutchouc percé de 2 trous
- Tube recourbé en verre, à tuyère
- Tube en verre 180 x 8 mm Ø
- Bouchon en caoutchouc percé d'1 trou
- Bécher, 600 ml
- Cylindre en terre cuite

667 495 | Appareil de diffusion des gaz



### Appareil pour démonstration de l'osmose, petit

Pour mettre en évidence et mesurer la pression osmotique. Le capillaire rempli d'une solution salée ou sucrée trempe dans une éprouvette elle-même remplie d'eau distillée. L'eau pénètre dans le capillaire par le tuyau de dialyse semi-perméable et le niveau dans le capillaire s'élève jusqu'à ce que la pression hydrostatique corresponde à la pression osmotique. Livré complet avec toute la verrerie requise, sans support.

Matériel livré :

- 1 tube à essais Ø int. du col 29, à tubulure latérale
- 1 tube capillaire, 400 mm de long, 8 mm Ø
- 1 bouchon en caoutchouc, Ø int. du col 29, avec 1 trou
- 1 bouchon en caoutchouc, Ø int. du col 19, avec 1 trou
- 1 tuyau de dialyse, prêt à l'emploi
- 2 tuyaux de dialyse de rechange

667 509 | Appareil pour démonstration de l'osmose, petit



### 2.6 États physiques et transitions de phase

#### Autocuiseur avec instruments de mesure



Modèle spécial avec thermomètre et manomètre fixes, montés sur le couvercle pour la mesure de la température et des variations de pression pendant le processus de cuisson. Avec manche de sécurité, verrouillage de sécurité visible et soupape de régulation de pression. Couvercle et éléments fonctionnels en acier inoxydable, corps de l'autocuiseur en métal léger.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 2,5 l
- Plage de température : 0 ... 160 °C
- Plage de pression : 0 ... 2,5 bars
- Diamètre du fond : 22 cm
- Masse : env. 2,5 kg

388 611 Autocuiseur avec instruments de mesure

#### Appareil à vapeur sous haute pression

Pour établir la courbe de pression de la vapeur d'eau jusqu'à env. 250 °C et 50 bars. Cylindre de mesure avec des trous pour le passage d'un thermomètre et d'une sonde de température. Avec manomètre, joints d'étanchéité et tige support.

Caractéristiques techniques :

- Cylindre métallique  
Capacité : env. 15 cm<sup>3</sup>  
Dimensions : 14 cm x 5 cm Ø
- Tige support : 19 cm x 12 cm Ø
- Manomètre  
Échelle : env. 8 cm Ø  
Gamme de mesure : 0 ... 60 bars
- Thermomètre : -10 ... +250 °C

385 16 Appareil à vapeur sous haute pression

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand
1	666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN
1	666 715	Cartouche de gaz

#### Chambre de pression pour mettre en évidence la température critique

Pour observer directement et projeter sur écran les phénomènes suivants :

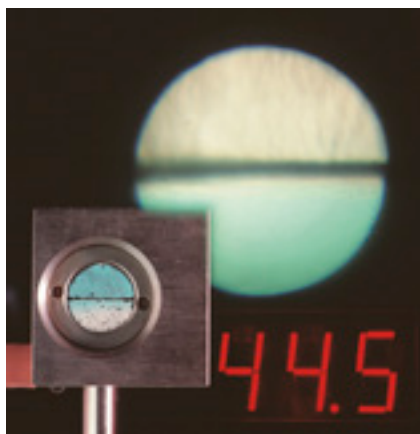
- Disparition de la surface de séparation entre un liquide et un gaz à la température critique
- Phénomène de l'opalescence critique

Chambre de pression avec deux plaques de verre résistant à la pression, un conduit de chauffage pour l'eau chaude et la vapeur d'eau avec raccord pour tuyau et orifice pour le thermomètre. Livrée avec tige de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Charge : SF<sub>6</sub>, hexafluorure de soufre
- Capacité : 4,5 ml
- Température critique : 45,5 °C = 318,7 K
- Pression critique : 37,6 bars = 37 600 hPa
- Raccords : embouts de 8 mm
- Tige : 12 cm x 10 mm Ø
- Dimensions : 5 cm x 5 cm x 6 cm
- Masse : 0,9 kg

371 401 Chambre de pression pour mettre en évidence la température critique



### Alliage de Wood, 50 g

Pour l'étude des phénomènes de fonte et de solidification.

Caractéristiques techniques :

- Point de fusion : env. 70 °C
- Masse : 50 g

675 4200	Alliage de Wood, 50 g
----------	-----------------------

## 2.7 Transfert de chaleur

### 2.7.1 Convection thermique

#### Hélices à 8 pales avec crapaudine, jeu de 2

Pour visualiser les courants d'air produits par exemple par la flamme d'une bougie ou un échappement de vapeur d'eau. En métal léger, avec crapaudine à placer sur une tige pointue.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 7 cm

387 79ET2	Hélices à 8 pales avec crapaudine, jeu de 2
-----------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	686 64ET5	Aiguilles métalliques, jeu de 5

#### Thermosiphon

Pour mettre en évidence la convection thermique produite par l'échauffement irrégulier d'un liquide. Tube en verre coudé en forme de rectangle. Avec orifice de remplissage.

Caractéristiques techniques :

- Verre : Duran
- Hauteur : env. 44 cm
- Largeur : env. 30 cm
- Diamètre : env. 3 cm

389 18	Thermosiphon
--------	--------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	309 42	Colorant
1	666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN
1	666 715	Cartouche de gaz
		Matériel support



## 2.7 TRANSFERT DE CHALEUR

### 2.7.1 CONVECTION THERMIQUE



#### Modèle de chauffage central

Pour mettre en évidence le transfert de chaleur dans un chauffage à eau chaude à circulation par thermosiphon. Chaudière cylindrique montée sur tige, radiateur et thermosiphon en verre acrylique. Livré avec entonnoir de remplissage et sciure de bois.

Caractéristiques techniques :

- Chaudière  
Hauteur : 10,5 cm  
Diamètre : 55 mm
- Tige de fixation : 10 mm  $\varnothing$
- Dimensions : 30 cm x 51 cm x 6 cm

389 20	Modèle de chauffage central
--------	-----------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN
1	666 715	Cartouche de gaz
		Matériel support

### 2.7.2 Conduction thermique

#### Détermination de la conductivité thermique de matériaux de construction selon le principe du capteur de flux thermique

L'objectif des expériences P2.2.1.1 et P2.2.1.2 est de déterminer la conductivité thermique de matériaux de construction. On pose pour cela des plaques de matériaux de construction dans une chambre calorimétrique puis on les chauffe sur la face avant. On mesure les températures  $\vartheta_1$  et  $\vartheta_2$  avec des sondes. On détermine le flux de chaleur soit d'après la tension électrique de la plaque chauffante, soit par mesure de la température sur une plaque de mesure du flux de chaleur, compressée derrière la plaque de matériau de construction et dont la conductivité thermique  $\lambda_0$  est connue.

#### Chambre calorimétrique

« Maison modélisée » pour l'étude qualitative et quantitative du rapport entre la consommation d'énergie pour le chauffage et l'isolation thermique. Chambre en matériau thermiquement isolant avec une ouverture carrée par laquelle on introduit des plaques de matériaux à tester en guise de murs/parois. Une ampoule susceptible au besoin d'être fixée dans la chambre et alimentée par des fils électriques traversant la paroi, sert de chauffage interne. On mesure la température à partir de différents canaux aussi bien à l'intérieur de la chambre que sur les faces intérieure et extérieure des parois.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (extérieures) de la chambre : 28 cm x 28 cm x 20 cm
- Masse de l'accumulateur thermique : env. 500 g
- Chauffage de la chambre  
Alimentation : 24 V par douilles de 4 mm  
Courant : 0,4 A
- Diamètre des trous des bouchons : 1 x 1,5 mm, 1 x 6 mm, 1 x sans trou
- Surface des plaques : 15 cm x 15 cm, l'une
- Épaisseur des plaques  
Céramique : 11 mm  
Polystyrène : 10 mm  
Aluminium : 3 mm
- Tenue en température (permanente) de la chambre de mesure et des échantillons de matériau : 60 °C
- Masse totale : 2,6 kg

Matériel livré :

- 1 chambre de mesure
- 1 accumulateur thermique en aluminium
- 1 ampoule 24 V/10 W, linolite, pour le chauffage
- 1 douille
- 3 bouchons en caoutchouc
- 1 plaque en céramique
- 1 plaque en polystyrène
- 1 plaque en aluminium
- 2 plaques en verre acrylique
- 1 crochet de montage et de retrait des plaques

389 29	Chambre calorimétrique
--------	------------------------

#### Échantillons de matériaux de construction pour la chambre calorimétrique

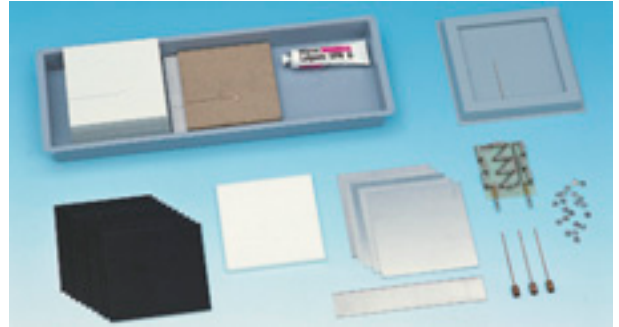
Pour l'étude quantitative de la capacité de divers matériaux à conduire la chaleur (conductivité thermique) et de leur capacité à stocker la chaleur (capacité thermique). Ces plaques s'utilisent avec la chambre calorimétrique (389 29).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions des plaques : 15 cm x 15 cm x 10 mm, l'une
- Chauffe-plaque  
Alimentation : 12 V par fiche de 4 mm  
Courant : 1,8 A

Matériel livré :

- 6 plaques de polystyrène
- 1 plaque de bois aggloméré
- 1 plaque de placoplâtre
- 1 plaque de mousse dure
- 10 plaques d'aluminium, laquées
- 5 plaques d'aluminium, non laquées
- 1 moule pour la fabrication d'échantillons de matériau
- 1 chauffe-plaque
- 3 adaptateurs pour la mesure des températures de surface
- 1 tube de pâte thermoconductrice
- 1 plateau de rangement



389 30 | Échantillons de matériaux de construction pour la chambre calorimétrique

#### Appareil d'Ingenhouz

Pour la comparaison qualitative de la conductivité thermique de différents matériaux. Baguettes avec bandes de papier indicateur de la température, avec réservoir d'eau et couvercle.

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : cuivre, aluminium, laiton, acier, verre, bois
- Température de virage du papier indicateur : 40 °C

389 031 | Appareil d'Ingenhouz



#### Bandes de papier indicateur de la température

Réversibles et autocollantes.

Caractéristiques techniques :

- Température de virage : 40 °C
- Dimensions : 20 mm x 200 mm

684 07 | Bandes de papier indicateur de la température

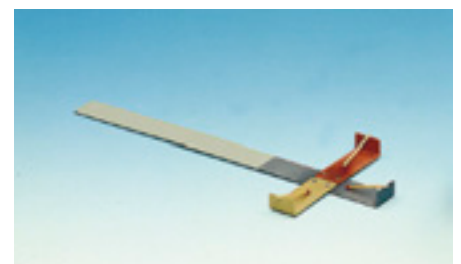
#### Croix trimétallique

Croix en métal avec trois branches dans des matériaux différents. Comparaison qualitative de la conductivité thermique d'après la température à atteindre pour enflammer une allumette.

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : fer, cuivre, laiton
- Longueur des branches : env. 5 cm
- Longueur totale : 33 cm

389 10 | Croix trimétallique



## 2.7.3 Rayonnement thermique

### Pile thermo-électrique de Moll

Sonde sensible permettant de mesurer le rayonnement émis par un corps noir et d'étudier la répartition des raies dans le spectre ou les figures de diffraction. Boîtier métallique pourvu d'un pavillon poli et renfermant des thermocouples branchés en série. Sur tige, avec vitre de protection.

Caractéristiques techniques :

- Sensibilité :  
env. 20 ... 40  $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$  et env. 0,1  $\mu\text{V}/\mu\text{W}$
- Gamme de longueur d'onde :  
sans vitre de protection : 0,3 ... 3  $\mu\text{m}$   
avec vitre de protection : 0,2 ... 50  $\mu\text{m}$
- Impédance : env. 150  $\Omega$
- Durée de réglage (95 %) : 18 s
- Puissance de rayonnement : max. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$
- Fenêtre d'entrée : 12 mm  $\varnothing$
- Dimensions du boîtier : 8 cm x 34 mm  $\varnothing$
- Connexion : par douilles de 4 mm
- Tige : 17 cm x 10 mm  $\varnothing$
- Masse : 0,5 kg

557 36	Pile thermo-électrique de Moll
--------	--------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	531 900	Multimètre de démonstration
1	532 13*	Microvoltmètre

\* alternative

### Radiomètre

Simple et pratique pour illustrer la conversion de l'énergie du rayonnement solaire en énergie cinétique. Constitué d'une sphère de verre sous vide d'air avec à l'intérieur une hélice fixée sur un axe, avec quatre ailettes noircies d'un côté.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 21 cm
- Diamètre de la sphère : 6 cm

389 86	Radiomètre
--------	------------

### Cube de Leslie avec agitateur

Pour étudier le rayonnement thermique d'un corps en fonction de la température et de la nature de la surface rayonnante. Cube creux avec deux ouvertures et quatre faces différentes :

- métallique mate
- métallique polie
- laquée blanc
- laquée noir.

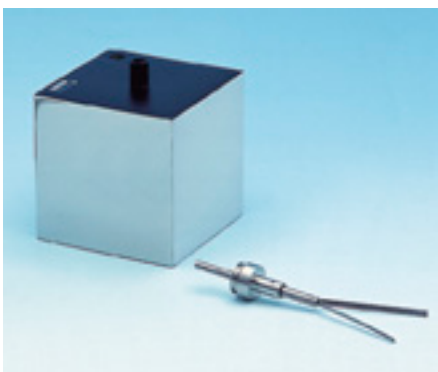
Avec agitateur pour agiter le liquide dans le cube ; entraînement à la main par une poulie à gorge ou bien par un moteur d'expériences.

Pour des mesures de précision, il est conseillé d'utiliser la pile thermo-électrique de Moll (557 36).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : laiton
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 10 cm
- Masse : env. 400 g

389 261	Cube de Leslie avec agitateur
---------	-------------------------------



#### Corps noir

Pour mesurer l'intensité du rayonnement en fonction de la température, de l'éloignement et de l'angle d'incidence (démonstration de la loi de Stefan Boltzmann) et pour comparer avec des corps non teints de même température. Écran-diaphragme refroidi à l'eau et muni de raccords pour tuyau. Livré avec cylindre comme chambre tubulaire pour les fours électriques (555 81/555 82), avec trou pour le passage du thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : laiton
- Diaphragme
  - Diamètre : 120 mm
  - Ouverture : 20 mm
  - Raccords : embouts de 9 mm
- Cylindre
  - Longueur : 100 mm
  - Diamètre : 36 mm
  - Alésage : 13 mm

389 43 Corps noir

#### Four électrique tubulaire, 230 V

Pour chauffer le corps noir (389 43), la résistance en métal précieux ou semi-conductrice (586 80/586 821) et le tube de Franck-Hertz-au mercure (555 854) ainsi que pour la réalisation d'expériences où il importe de maintenir des petits objets à température constante. Four en céramique à chambre cylindrique chauffée électriquement et muni d'un perçage pour l'insertion d'un thermomètre ou d'une sonde de température.

Caractéristiques techniques :

- Température : max. 600 °C
- Dimensions de l'enceinte : 10 cm x 37 mm Ø
- Alimentation : max. 230 V, par câble à conducteur de protection avec fiches de sécurité de 4 mm
- Puissance absorbée : max. 200 VA
- Dimensions : 11 cm x 9 cm x 13 cm
- Masse : 1,4 kg

555 81 Four électrique tubulaire, 230 V

#### Support pour four électrique tubulaire

Pour installer le four électrique tubulaire (555 81) sur un banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 11 cm x 6 cm
- Tige : 10 cm x 10 mm Ø

555 84 Support pour four électrique tubulaire

#### Émetteur infrarouge 230 V/150 W, E27

À utiliser comme source de rayonnement dans les montages expérimentaux pour l'étude de la thermodynamique.

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde : 2 ... 10 µm
- Masse : 170 g

389 250 Émetteur infrarouge 230 V/150 W, E27

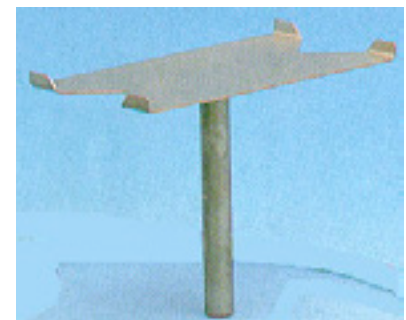
#### Miroir concave

Pour les expériences sur les ondes sonores, ultrasonores et relatives au rayonnement thermique. Surface métallique brillante. Possibilité de déterminer le foyer et de réaliser un ajustage aussi sur un chemin optique. Noix au dos du miroir pour la fixation à une tige support.

Caractéristiques techniques :

- Distance focale : env. 16 cm
- Diamètre : 39 cm

389 241 Miroir concave





### 2.7.4 Énergie solaire

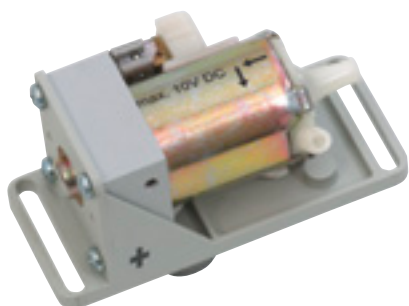
#### Capteur solaire

Permet de chauffer de l'eau par absorption de l'énergie du rayonnement solaire ou de la chaleur ambiante. Modèle de capteur solaire (disponible dans le commerce) à inertie thermique très faible. Surface d'absorption en aluminium. Possibilité de placer des capteurs pour déterminer la température d'arrivée et de sortie de l'eau. Un côté du cadre est pourvu de douilles de 4 mm pour fixer et raccorder la pompe à eau STE (579 220) nécessaire au fonctionnement du capteur, en circulation forcée. Livré avec un support, une goupille d'ajustage, une plaque en verre acrylique comme couvercle de l'absorbeur, un réservoir gradué, des tuyaux avec bouchons en caoutchouc pour l'insertion d'un thermomètre ou d'une sonde.

Caractéristiques techniques :

- Surface de l'absorbeur : 42 cm x 30,5 cm
- Volume d'eau : env. 200 cm<sup>3</sup>
- Température de l'eau : max. 60 °C
- Pression de l'eau : max. 0,1 bar
- Tubulures de raccordement : 7 mm Ø, l'une
- Dimensions : 52 cm x 41 cm x 7 cm
- Masse : 3,6 kg

389 50 Capteur solaire



#### Pompe à eau STE 2/50

Pompe puissante pour l'acheminement de l'eau, par ex. pour le capteur solaire. Non auto-amorçante.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : jusqu'à 10 V CC
- Consommation : max. 2,2 A
- Débit : max. 2200 ml/min
- Hauteur de refoulement : >2 m
- Température admissible du liquide pompé : max. 60 °C
- Raccords de tuyauterie : 6 mm Ø, l'un
- Écartement des fiches : 50 mm

579 220 Pompe à eau STE 2/50

#### Matériel pour l'étude des fondements de l'énergie solaire

Pour étudier la variation de la température dans un capteur solaire en fonction du revêtement de surface de l'absorbeur, de l'isolation thermique et de la couverture.

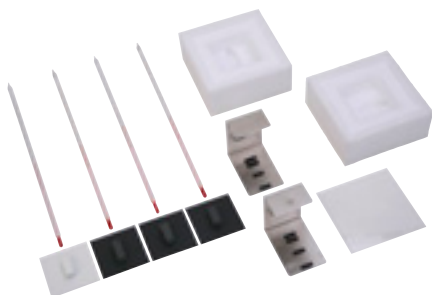
Matériel livré :

- 4 corps de mesure de différentes couleurs
- 2 boîtiers isolants
- 2 supports pour corps de mesure
- 1 plaque en verre acrylique
- 4 thermomètres -10 ... +110 °C

389 491 Matériel pour l'étude des fondements de l'énergie solaire

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	450 72	Lampe d'atelier 1000 W, avec trappes de la lumière



#### Corps rayonnant sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur l'absorption de l'énergie du rayonnement solaire sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Doté d'un perçage pour thermomètre ou sonde de température. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Corps rayonnant : 6 cm x 6 cm
- Surfaces laquées : noir et blanc
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

458 300 Corps rayonnant sur écran





#### Panneau solaire 10 V/0,3 A

Pour générer un courant électrique à partir de l'énergie solaire. Les deux cellules solaires sont montées sur un axe inclinable de façon à pouvoir les orienter en direction du soleil. Les deux plaques support se branchent soit en parallèle, soit en série. La tension est prélevée au niveau des douilles de la plaque de base.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 250 cm<sup>2</sup>
- Tension de court-circuit par cellule solaire : 5 V
- Courant de court-circuit par cellule solaire : 0,3 A
- Couplage en série : 10 V/0,3 A
- Couplage en parallèle : 5 V/0,6 A
- Angle d'inclinaison : 0° ... 90°
- Dimensions : 25 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 1,6 kg

664 431 Panneau solaire 10 V/0,3 A



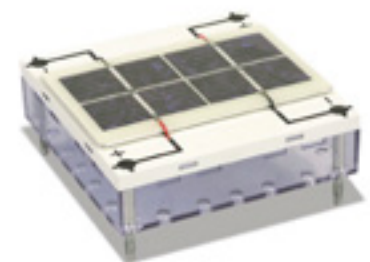
#### Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100

Avec quatre cellules solaires au silicium branchées deux par deux, en série ; pour transformer la lumière solaire en électricité.

Caractéristiques techniques :

- Surface totale photosensible : 50 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide par paire de cellules solaires : 1 V
- Courant de court-circuit par paire de cellules solaires : 0,3 A
- Montage externe en série : 2 V/0,3 A
- Montage externe en parallèle : 1 V/0,6 A

578 63 Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100



#### Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur les cellules solaires sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Permet la connexion en série et en parallèle de cellules solaires. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 20 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide par paire de cellules solaires : 1 V
- Courant de court-circuit par paire de cellules solaires : 150 mA
- Connexion en série externe : 2 V/150 mA
- Connexion en parallèle externe : 1 V/300 mA
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 310 Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran



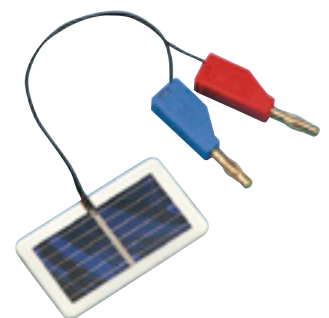
#### Cellule solaire 0,5 V/0,3 A

Élément semi-conducteur au silicium pour la transformation du rayonnement solaire en électricité.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 2,5 cm x 5 cm (12,5 cm<sup>2</sup>)
- Tension à vide : 0,5 V
- Courant de court-circuit : 0,3 A

578 622 Cellule solaire 0,5 V/0,3 A



#### Panneau solaire 4,5 V/0,1 A

Pour transformer la lumière solaire en électricité. Avec câbles de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : 4,5 V
- Courant max. : 100 mA
- Puissance max. : 250 mW
- Câble de raccordement : avec fiche de 2 mm
- Dimensions : 95 mm x 65 mm x 10 mm
- Masse : 70 g

578 623 Panneau solaire 4,5 V/0,1 A



### 2.7.5 Conversion de l'énergie

#### Collection Énergie Avanced Science Kit

Pour la réalisation d'expériences sur le thème de la conversion de l'énergie entre ses différentes formes comme par ex. l'énergie mécanique, thermique, électrique et de rayonnement. Convient aussi pour les expériences sur le stockage et le transfert de l'énergie.

Matériel livré :

- Rail métallique de précision, 50 cm
- Lampe halogène avec réflecteur
- Support pour ampoule E10
- Plaques de rayonnement
- Panneau solaire
- Élément Peltier
- Thermoplongeur
- Éolienne
- Thermomètre
- Générateur de vent (éolienne)
- Cuve électrolytique avec plaque en cuivre et en zinc
- Condensateur de puissance 1 F
- Support pour piles ou accumulateurs
- Chronomètre

588 836S	Collection Énergie Avanced Science Kit
----------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 485	Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V/3 A
2	531 120	Multimètre LDanalog 20
		Câbles



#### Spot halogène 12 V/20 W

Lampe à très forte luminosité pour la réalisation d'expériences sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Tube de lampe pivotant, sur écran avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5), livré avec lampe halogène à réflecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Lampe halogène avec réflecteur : 12 V/20 W
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm et prise jack

458 100	Spot halogène 12 V/20 W
---------	-------------------------



#### Porte-piles sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur la connexion en série et en parallèle de piles ou d'accumulateurs sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 200	Porte-piles sur écran
---------	-----------------------

#### Condensateur 1 F sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur le stockage de l'électricité sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 210 Condensateur 1 F sur écran



#### Corps rayonnant sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur l'absorption de l'énergie du rayonnement solaire sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Doté d'un perçage pour thermomètre ou sonde de température. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Corps rayonnant : 6 cm x 6 cm
- Surfaces laquées : noir et blanc
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

458 300 Corps rayonnant sur écran



#### Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur les cellules solaires sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Permet la connexion en série et en parallèle de cellules solaires. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 20 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide par paire de cellules solaires : 1 V
- Courant de court-circuit par paire de cellules solaires : 150 mA
- Connexion en série externe : 2 V/150 mA
- Connexion en parallèle externe : 1 V/300 mA
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 310 Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran



#### Cuve sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Dotée de rainures pour l'insertion des électrodes. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Cuve : 3 cm x 6 cm x 6 cm
- Électrodes de Cu et de Zn : 76 mm x 40 mm, l'une
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 400 Cuve sur écran



#### Élément Peltier sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Élément Peltier entre deux cuves à eau. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'élément Peltier : 30 mm x 30 mm
- Cuves à eau : 2 cm x 4 cm x 6 cm, l'une
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 410 Élément Peltier sur écran



## 2.7 TRANSFERT DE CHALEUR

### 2.7.5 CONVERSION DE L'ÉNERGIE



#### Générateur de vent

Pour la réalisation d'expériences sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Moteur avec hélice et grilles de protection. Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Moteur : 0 ... 12 V
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 500    Générateur de vent



#### Éolienne

Pour la réalisation d'expériences sur l'énergie éolienne (générateur) ou pour la visualisation (moteur) sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Moteur : 0,4 ... 5,9 V/30 mA
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 510    Éolienne



#### Douille E10 sur écran

Pour la réalisation d'expériences sur le rail métallique de précision (460 81/460 82). Avec tige, à installer dans un cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 110    Douille E10 sur écran

## 2.8 Chaleur et travail

### 2.8.1 Matériel pour déterminer l'équivalent de la chaleur

#### Transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique – tracé et évaluation manuels des valeurs mesurées

Dans les expériences P2.3.3.1 et P2.3.3.2, on met en évidence l'équivalence entre énergie mécanique et énergie thermique: à l'aide d'une manivelle, on fait tourner différents récipients calorimétriques sur leurs axes, les faisant ainsi chauffer par frottement contre une corde en nylon. La force de frottement correspond au poids  $G$  d'une masse marquée suspendue.

$$W_n = G \cdot n \cdot \pi \cdot d$$

$d$  : diamètre du calorimètre

est effectué. Il entraîne une élévation de température du calorimètre correspondant à la quantité de chaleur

$$Q_n = m \cdot c \cdot (\vartheta_n - \vartheta_0)$$

$c$  : capacité thermique spécifique,  $m$  : masse,

$\vartheta_n$  : température après  $n$  tours

Pour vérifier la relation

$$Q_n = W_n$$

les deux grandeurs sont reportées dans un diagramme à des fins de comparaison. Le tracé et l'exploitation sont effectués manuellement au cours de l'expérience P2.3.3.1. Au cours de l'expérience P2.3.3.2, on a recours au système CASSY.



#### Équipement « Équivalent mécanique de la chaleur »

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	388 00	Appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur
1	388 01	Calorimètre à eau
1	388 02	Calorimètre en cuivre
1	388 03	Calorimètre en aluminium
1	388 04	Calorimètre en aluminium, grand
1	388 05	Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K
1	388 06	Câbles de connexion, paire

388 00P Équipement « Équivalent mécanique de la chaleur »

#### Appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur

Pour fournir une force de frottement précise aux calorimètres (388 01, 388 02, 388 03, 388 04). Avec manivelle, compte-tours, cliquet anti-retour, pince de table et corde de frottement.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la corde : env. 2,15 m
- Écartement de la pince de table : 65 mm

388 00 Appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	388 01	Calorimètre à eau
1	388 02	Calorimètre en cuivre
1	388 03	Calorimètre en aluminium
1	388 04	Calorimètre en aluminium, grand
1	388 05	Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K
1	388 06	Câbles de connexion, paire
1	388 24	Masse marquée, 5 kg



## 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL

### 2.8.1 MATÉRIEL POUR DÉTERMINER L'ÉQUIVALENT DE LA CHALEUR



#### Calorimètre à eau

Pour étudier l'échauffement en fonction du travail de frottement ou de l'énergie électrique et déterminer la capacité thermique (massique). Se fixe à l'appareil de base (388 00) à l'aide de chevilles. Avec trou axial à presse-étoupe pour le passage d'un thermomètre. Livré avec joint en caoutchouc et deux bagues métalliques. Sans enroulement chauffant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 47 mm
- Matériau : cuivre
- Forme : creux
- Hauteur : 47 mm
- Masse : 100 g

388 01 Calorimètre à eau



#### Calorimètre en cuivre

Pour étudier l'échauffement en fonction du travail de frottement ou de l'énergie électrique et déterminer la capacité thermique (massique). Se fixe à l'appareil de base (388 00) à l'aide de chevilles. Avec trou axial à presse-étoupe pour le passage d'un thermomètre. Livré avec joint en caoutchouc et deux bagues métalliques. Avec enroulement chauffant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 47 mm
- Chauffage
  - Alimentation : max. 24 V, par douilles de 2 mm
  - Résistance : env. 30  $\Omega$
- Matériau : Cu
- Forme : plein
- Hauteur : 43 mm
- Masse : 660 g

388 02 Calorimètre en cuivre



#### Calorimètre en aluminium

Pour étudier l'échauffement en fonction du travail de frottement ou de l'énergie électrique et déterminer la capacité thermique (massique). Se fixe à l'appareil de base (388 00) à l'aide de chevilles. Avec trou axial à presse-étoupe pour le passage d'un thermomètre. Livré avec joint en caoutchouc et deux bagues métalliques. Avec enroulement chauffant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 47 mm
- Chauffage
  - Alimentation : max. 24 V, par douilles de 2 mm
  - Résistance : env. 30  $\Omega$
- Matériau : Al
- Forme : plein
- Hauteur : 43 mm
- Masse : 220 g

388 03 Calorimètre en aluminium

#### Calorimètre en aluminium, grand

Pour étudier l'échauffement en fonction du travail de frottement ou de l'énergie électrique et déterminer la capacité thermique (massique). Se fixe à l'appareil de base (388 00) à l'aide de chevilles. Avec trou axial à presse-étoupe pour le passage d'un thermomètre. Livré avec joint en caoutchouc et deux bagues métalliques. Avec enroulement chauffant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 47 mm
- Chauffage
  - Alimentation : max. 24 V, par douilles de 2 mm
  - Résistance : env. 30  $\Omega$
- Matériau : Al
- Forme : plein
- Hauteur : 86 mm
- Masse : 440 g

388 04 Calorimètre en aluminium, grand



#### Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K

Pour les calorimètres (388 01, 388 02, 388 03, 388 04). Livré avec un joint en caoutchouc et deux bagues métalliques.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : +15 ... +35 °C
- Graduation : 0,2 K
- Longueur : 19 cm
- Diamètre : 6 mm
- Charge : alcool

388 05 Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K



#### Câbles de connexion, paire

Pour raccorder l'alimentation et les instruments de mesure aux calorimètres (388 02, 388 03, 388 04).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 30 cm, l'un
- Raccordement : une fiche de 2 mm et deux fiches de 4 mm

388 06 Câbles de connexion, paire



#### Masse marquée, 5 kg

Livrée avec crochet de suspension et barrette d'accrochage sous la base.

Caractéristiques techniques :

- Masse : 5 kg
- Dimensions : 21 x 11 cm  $\emptyset$
- Matériau : fonte

388 24 Masse marquée, 5 kg



## 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL

### 2.8.1 MATÉRIEL POUR DÉTERMINER L'ÉQUIVALENT DE LA CHALEUR



#### Vase de Dewar, 250 ml

Sert de calorimètre si utilisé avec le couvercle (384 161) ou permet de déterminer l'équivalent électrique de la chaleur si utilisé avec le couvercle avec chauffage (384 20). Vase en verre à double paroi sous vide poussé, intérieur argenté, dans récipient en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 250 ml
- Diamètre intérieur : 7 cm
- Hauteur : 9 cm

386 48	Vase de Dewar, 250 ml
--------	-----------------------

#### Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage

Pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur en chauffant électriquement des liquides non conducteurs dans le vase de Dewar de 250 ml (386 48). Comprend un couvercle avec deux fils chauffants hélicoïdaux, un agitateur et un bouchon en caoutchouc percé pour le passage d'un thermomètre.

Caractéristiques techniques :

- Résistance des fils chauffants : 1  $\Omega$
- Possibilité de branchement : séparé/en parallèle/en série
- Alimentation (par fil) : max. 3 V, par douilles de 4 mm
- Puissance (totale) : max. 18 W

384 20	Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	386 48	Vase de Dewar, 250 ml
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S



### 2.8.2 Moteurs à air chaud

#### Diagramme pV du moteur à air chaud comme moteur thermique – tracé et exploitation avec CASSY

Au cours de l'expérience P2.6.2.4, on trace le diagramme pV du moteur à air chaud en tant que moteur thermique à l'aide de l'interface CASSY: un capteur de pression mesure la pression  $p$  dans le cylindre en fonction du temps  $t$  et un capteur de déplacement enregistre la position  $s$  du piston moteur à partir de laquelle le volume  $V$  enfermé est calculé. Les données mesurées sont directement représentées sur l'écran dans un diagramme pV. Pour une exploitation ultérieure, on calcule le travail mécanique

$$W = -\int p \cdot dV$$

réalisé sous forme de frottements par le piston à chaque cycle, puis on en déduit la puissance mécanique

$$P = W \cdot f$$

$f$  : vitesse de rotation à vide

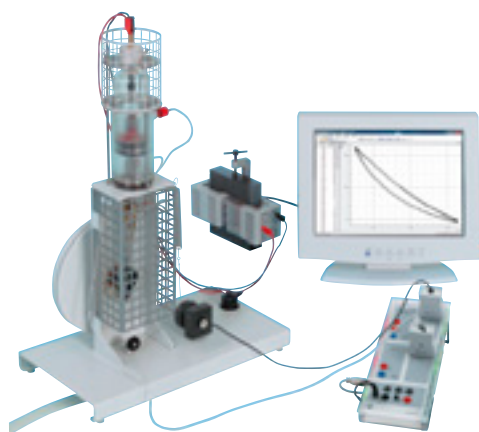
que l'on reporte ensuite dans un diagramme en fonction de la vitesse de rotation à vide.

#### Équipement « Moteur à air chaud »

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	388 181	Pompe submersible
1	388 182	Moteur à air chaud
1	388 19	Thermomètre pour moteur à air chaud
1	388 221	Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud
1	388 351	LIT: Moteur à air chaud, allemand
2	667 194	Tuyau en silicone, 7 mm $\emptyset$

388 182P	Équipement « Moteur à air chaud »
----------	-----------------------------------





#### Moteur à air chaud

Pour la démonstration et l'étude quantitative de cycles thermodynamiques dont la réversibilité peut être mise en évidence. Modes de fonctionnement :

- en moteur thermique, puissance de 10 W environ
- en pompe à chaleur, température finale accessible de +100 °C environ
- en machine frigorifique, température la plus basse possible de -30 °C environ

Caractéristiques techniques :

- Cylindrée : env. 150 cm<sup>3</sup>
- Rapport de compression : env. 1 : 2
- Puissance de chauffe : 300 W
- Dimensions : 50 cm x 26 cm x 70 cm
- Masse : 15 kg

Matériel livré :

- Appareil de base opérationnel, avec volant d'inertie et cylindre de travail
- Couvre-culasse avec joint fileté pour tube à essais ou thermomètre
- Jeu de 10 tubes à essais
- Courroie d'entraînement
- Petite poulie
- Barre de section carrée
- Flacon d'huile silicone, 20 ml

388 182 Moteur à air chaud

#### Thermomètre pour moteur à air chaud

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +120 °C
- Graduation : 1 K
- Longueur : 27 cm
- Diamètre : 11 mm

388 19 Thermomètre pour moteur à air chaud

#### Capteur de rotation S

Pour la mesure sans frottement de mouvements de rotation, de déplacements linéaires, d'amplitudes, de périodes et de fréquences de rotation avec le Sensor-CASSY (524 013), le Pocket-CASSY (524 006, 524 018) ou l'Instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Grandeurs mesurées : angle, distance, amplitude et période d'oscillation, fréquence de rotation
- Grandeurs dérivées : vitesse, accélération (avec CASSY Lab)
- Gamme de mesure : sans guide mécanique (capteur incrémentiel)
- Résolution angulaire : 0,18°
- Résolution de déplacement : 0,08 mm
- Résolution de temps : 0,001 s
- Résolution de fréquence : 0,001 Hz
- Axe : monté sur roulement à billes double

Matériel livré :

- Capteur de rotation
- Roue pour la mesure de déplacements linéaires
- Tige pour la fixation du capteur au matériel support
- Coupleur enfichable pour le montage sur plaque à réseau ou sur le moteur à air chaud

524 082 Capteur de rotation S



## 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL

### 2.8.2 MOTEURS À AIR CHAUD



#### Capteur de pression S, $\pm 2\ 000$ hPa

Pour la mesure de pressions relatives avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837). Se branche au dispositif expérimental au moyen de deux embouts (4 mm  $\emptyset$ ). Livré avec tuyau en PVC (667 192) et deux raccords avec olive (604 520).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 20/\pm 60/\pm 200/\pm 600/\pm 2000$  hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 75 g

524 064 Capteur de pression S,  $\pm 2\ 000$  hPa

#### Pompe submersible

À usage universel ; également utilisable comme pompe de circulation pour assurer le refroidissement de l'eau du moteur à air chaud (388 182).

Caractéristiques techniques :

- Connexion : fiche de 4 mm
- Puissance : 12 V/1 A (max.)

388 181 Pompe submersible

#### Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud

Pour la détermination quantitative du bilan des puissances, du freinage mécanique, de la mesure sans contact de la vitesse de rotation, de la mesure du débit et de la température du flux d'eau de refroidissement ainsi que pour la compensation électrique de la puissance frigorifique. À utiliser avec le moteur à air chaud 388 182.

Caractéristiques techniques :

- Enroulement chauffant : 10 V/3 A
- Thermomètre  
Gamme de mesure : +10 ... +40 °C  
Graduation : 1 K
- Longueur du levier de freinage : 50 cm
- Diamètre du disque à trous : 160 mm

Matériel livré :

- Levier de freinage avec moyeu (frein de Prony)
- Disque à trous avec aimant
- Enroulement chauffant avec thermomètre
- Cuve à circulation de l'eau de refroidissement

388 221 Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud

#### Huile silicone, 20 ml

Pour la lubrification du moteur à air chaud. Dans flacon.

388 21 Huile silicone, 20 ml

#### LIT: Moteur à air chaud, anglais

Expériences de démonstration et de travaux pratiques de la série « LD Fiches d'expériences de physique », pour le 1er et le 2ème cycle de l'enseignement secondaire.

Sujets traités :

- Fonctionnement du moteur à air chaud en moteur thermique
- Pompe à chaleur et machine frigorifique
- Détermination des pertes de chaleur par frottement du moteur à air chaud
- Détermination du rendement du moteur à air chaud utilisé fonctionnant en moteur thermique et en machine frigorifique
- Moteur à air chaud en moteur thermique : tracé et exploitation du diagramme pression-volume avec CASSY

388 352 LIT: Moteur à air chaud, anglais



#### Moteur à air chaud P

Pour l'étude expérimentale et les mesures d'un cycle thermodynamique (cycle de Stirling). Fonctionnement en moteur thermique, en pompe à chaleur ou en machine frigorifique.

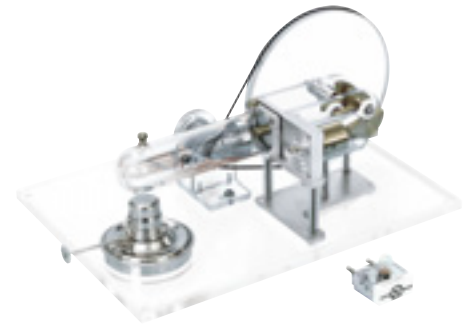
Possibilité de mesure de la pression et du volume pour le relevé d'un diagramme pression-volume : mesure de la pression par le raccord pour tuyau, détermination du volume par la fixation d'un fil sur le piston pour mesurer la course ; du reste, possibilité de mesure de la température en-dessus ou en-dessous du piston de refoulement.

La machine électrique reliée au volant par une courroie trapézoïdale peut alors être utilisée comme génératrice pour la production d'énergie électrique (par ex. pour le branchement d'une lampe). Inversement, la machine électrique est utilisée comme moteur électrique pour l'entraînement de telle sorte que le moteur à air chaud peut fonctionner suivant le sens de rotation, soit comme pompe à chaleur, soit comme machine frigorifique.

Caractéristiques techniques :

- Moteur à courant continu : max. 12 V
- Dimensions : 300 mm x 220 mm x 160 mm
- Masse : 1,5 kg

388 176 Moteur à air chaud P



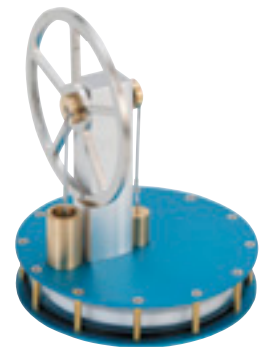
#### Moteur à air chaud S

Moteur Stirling très maniable capable de fonctionner à partir d'un écart de température très faible, par ex. la chaleur de la main ; pour l'étude qualitative du cycle de Stirling.

Caractéristiques techniques :

- Vitesse de rotation : env. 1 /s
- Diamètre : 10 cm
- Volant d'inertie : 8 cm
- Masse : 240 g

388 178 Moteur à air chaud S



#### Machine à vapeur

Maquette opérationnelle pour la démonstration de la transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique. Chauffage avec des pastilles de combustible (685 05ET2).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 22 cm
- Masse : 2,8 kg

Matériel livré :

- Chaudron
- Piston
- Volant d'inertie
- Soupape de sécurité
- Regard de contrôle
- Sifflet
- Papillon

201 50 Machine à vapeur



#### Combustible sec « Eshit », 2 x 20 comprimés

Dé standard : 4 g

685 05ET2 Combustible sec « Eshit », 2 x 20 comprimés

## 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL

### 2.8.2 MOTEURS À AIR CHAUD



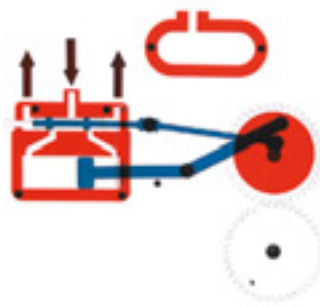
#### Autocuiseur avec instruments de mesure

Modèle spécial avec thermomètre et manomètre fixes, montés sur le couvercle pour la mesure de la température et des variations de pression pendant le processus de cuisson. Avec manche de sécurité, verrouillage de sécurité visible et soupape de régulation de pression. Couvercle et éléments fonctionnels en acier inoxydable, corps de l'autocuiseur en métal léger.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 2,5 l
- Plage de température : 0 ... 160 °C
- Plage de pression : 0 ... 2,5 bars
- Diamètre du fond : 22 cm
- Masse : env. 2,5 kg

388 611 Autocuiseur avec instruments de mesure



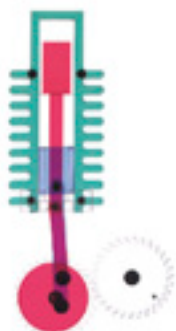
#### Machine à vapeur, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 572 Machine à vapeur, transparent



#### Moteur Stirling, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 582 Moteur Stirling, transparent

## 2.8.3 Pompe à chaleur

### Pompe à chaleur

Modèle didactique d'une pompe à chaleur avec compresseur monté sur un panneau de démonstration, avec un manomètre à aiguille dans la partie basse pression et un autre dans la partie haute pression. La pompe permet d'étudier la circulation du réfrigérant. Elle est utilisable comme pompe à chaleur air/eau ou eau/eau et convient par conséquent aussi pour réaliser une installation solaire ou un modèle de toit source d'énergie si combinée au capteur solaire (389 50). Protégée contre d'éventuelles erreurs de manipulation par une vanne de détente commandée par un thermostat et par un manostat dans la partie haute tension. Avec évaporateur et condensateur en forme de serpentin et récipients d'eau en guise de sources de chaleur de température différente. Livrée avec deux attaches pour thermomètre, un tuyau et un transparent (pour rétroprojecteur) illustrant la circulation du réfrigérant.

Caractéristiques techniques :

- Réfrigérant : R134a, sans CFC
- Diamètre intérieur des serpentins de l'évaporateur et du condensateur : 13 cm
- Volume d'eau des réservoirs thermiques : 5 l
- Manomètre dans la partie basse pression  
Gamme de mesure : -1 ... +10 bars  
Échelle du point de rosée : -60 ... +50 °C
- Manomètre dans la partie haute pression  
Gamme de mesure : -1 ... +30 bars  
Échelle du point de rosée : -60 ... +95 °C
- Dimensions du tuyau : 2 m x 6 mm Ø
- Alimentation : 230 V/50 Hz, par câble secteur
- Puissance absorbée : env. 130 VA
- Dimensions : 70 cm x 82 cm x 50 cm
- Masse : 30 kg

389 521 Pompe à chaleur

## 2.8.4 Maquettes et modèles pour l'étude des moteurs

### Modèle de système d'allumage

Pour la démonstration de la formation d'une étincelle entre les contacts d'une bougie d'allumage ainsi que pour l'allumage d'un mélange air- carburant.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : 12 V-, 4 A par douilles de 4 mm
- Dimensions : 20 cm x 29,7 cm x 20 cm
- Masse : 2 kg

Matériel livré :

- Plaque de base avec bobine d'allumage, bougie d'allumage et bouton-poussoir
- Tube à explosion, transparent avec couvercle

562 901 | Modèle de système d'allumage

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S
1	301 339*	Paire d'embases

\* alternative



### Moteur à deux temps, modèle en coupe

Pour l'observation du mode de fonctionnement sans soupapes du moteur à deux temps. À chaque explosion, une ampoule située dans la bougie d'allumage s'allume. Livré avec ampoule.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 6 V, par douilles de 4 mm
- Dimensions : 20 cm x 20 cm x 36 cm
- Masse : 2 kg

388 54 | Moteur à deux temps, modèle en coupe



### Moteur à quatre temps, modèle en coupe

Avec volant pour une meilleure représentation de la commande des soupapes d'un moteur à essence. À l'allumage, une ampoule située dans la bougie d'allumage s'allume. Livré avec ampoule.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 6 V, par douilles de 4 mm
- Dimensions : 25 cm x 25 cm x 45 cm
- Masse : 2,5 kg

388 51 | Moteur à quatre temps, modèle en coupe



### Moteur diesel, modèle en coupe

Avec volant pour la démonstration de la commande des soupapes et de l'injection du carburant. Une ampoule s'allume à chaque temps de travail ; en appuyant sur un bouton-poussoir, il est en outre possible de brancher une seconde ampoule caractérisant le préchauffage. Livré avec ampoule.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 6 V-, par douilles de 4 mm
- Dimensions : 25 cm x 25 cm x 45 cm
- Masse : 4 kg

388 55 | Moteur diesel, modèle en coupe



## 2.8 CHALEUR ET TRAVAIL

### 2.8.4 MAQUETTES ET MODÈLES POUR L'ÉTUDE DES MOTEURS



#### Moteur à deux temps, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

388 542 Moteur à deux temps, transparent



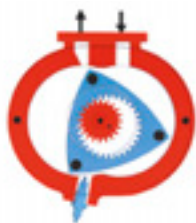
#### Moteur à quatre temps, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 512 Moteur à quatre temps, transparent



#### Moteur Wankel, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 562 Moteur Wankel, transparent



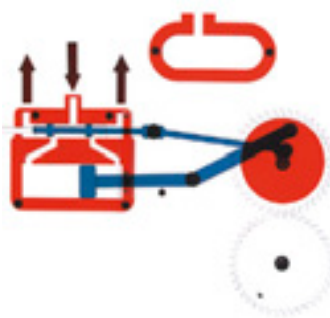
#### Moteur diesel, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 552 Moteur diesel, transparent



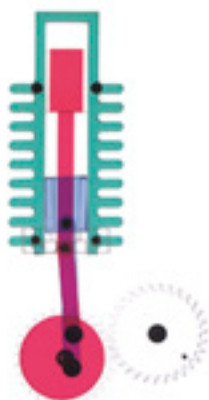
#### Machine à vapeur, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 572 Machine à vapeur, transparent



#### Moteur Stirling, transparent

Modèle en coupe animé pour la démonstration du mode de fonctionnement. Pour la projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 295 mm x 295 mm

388 582 Moteur Stirling, transparent

## 2.9 Météorologie

### 2.9.1 Station météorologique

#### Station météorologique d'extérieur

Instruments pour mesurer la température, l'humidité relative et la pression atmosphérique. Dans boîtier en acier inoxydable.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des cadrans : 130 mm
- Gammes de mesure  
Hygromètre : 0 ... 100 % d'humidité relative  
Thermomètre : -35 ... +55 °C, graduations tous les 1 K  
Baromètre : 960 ... 1070 hPa, graduations tous les 1 hPa
- Dimensions : 30 cm x 27,5 cm
- Masse : 1,45 kg

383 541 Station météorologique d'extérieur



#### Set station météo radio-pilotée WS 300

Station météo à écran multifonctionnel, enregistreur de données intégré et port USB, avec capteur combiné extérieur. Capteurs internes pour la température, l'humidité de l'air et la pression atmosphérique ; mesure de la vitesse du vent, de la quantité et du débit de pluie, de la température et de l'humidité extérieures avec la sonde extérieure combinée qui transmet les données mesurées sans fil dans un rayon de 100 m (en champ libre) à la station météo. Tous les capteurs sont sélectionnables sur l'écran et les valeurs mesurées correspondantes (2 valeurs à la fois) peuvent être affichées. La mémoire intégrée permet le stockage de jusqu'à 3 400 jeux de données par intervalles réglables de 5 à 60 min. Les données stockées peuvent être transmises via le port USB à un PC en vue de leur visualisation et exploitation à l'aide du logiciel fourni.

Caractéristiques techniques :

- Température :  
0 ... 60 °C à l'intérieur  
-30 ... 80 °C à l'extérieur  
Résolution : 0,1 °C  
Précision : ±0,8 °C  
Affichage en °C ou F
- Humidité de l'air : 1 ... 99 %  
Résolution : 1 %  
Précision : ±0,5 %
- Pression atmosphérique : 300 ... 1100 hPa  
Résolution : 1 hPa  
Précision : ±1 hPa
- Historique et tendance de la pression atmosphérique (sur le PC)
- Quantité de pluie : 0 ... 999 mm  
Résolution : < 0,3 mm  
Affichage en mm ou l/m<sup>2</sup> (sur le PC)
- Début de la pluie
- Vitesse du vent : 0,0 ... 200 km/h  
Résolution : 0,1 km/h  
Affichage en km/h ou m/s
- Fonctions diverses  
Prévisions météo par icônes  
sur le PC : valeurs min/max, lever/coucher du soleil, phases de la lune
- Alimentation électrique  
Station météo par bloc secteur ou avec 4 piles Mignon (AA)  
Capteur : 3 piles Mignon (AA)
- Dimensions : 82 mm x 155 mm x 66 mm (station météo avec antenne)

Matériel livré :

- Station météo
- Sonde extérieure
- Bloc secteur
- Piles (pour capteur)
- Logiciel

606 044 Set station météo radio-pilotée WS 300





### Station météo radio-pilotée WS 550

Station météo à grand écran tactile rétro-éclairé, enregistreur de données intégré et port USB. Grande stabilité de l'affichage grâce à un socle lourd.

Les capteurs pour la pression atmosphérique, la température et l'humidité intérieures sont intégrés dans l'appareil de base et de ce fait, aucun capteur séparé n'est nécessaire. D'autres données météo telles que la vitesse du vent, la direction du vent, la quantité de pluie, la température, l'humidité de l'air et la durée de l'ensoleillement sont transmises sans fil à la station météo par le capteur combiné (KS 550) (inclus dans le set). Le système fonctionne de façon bidirectionnelle et permet ainsi la consultation des données en direct. La mémoire intégrée permet le stockage de jusqu'à 3 000 jeux de données par intervalles réglables. Les données stockées peuvent être transmises via le port USB à un PC en vue de leur visualisation et exploitation à l'aide du logiciel fourni.

Caractéristiques techniques :

- **Transmission radio**  
Transmission dans la bande de fréquence 868 MHz pour le couplage de 8 capteurs extérieurs supplémentaires (S 550 IA, S 550 ID, ASH 550 ainsi que KS 550) avec une portée de 100 m (en champ libre)  
Recherche et synchronisation périodiques des capteurs  
Transmission radio bidirectionnelle pour la consultation des données en direct  
Intervalle de transmission modifiable sur 1 s pendant 10 s
- **Température :**  
deux valeurs de température sont affichées simultanément : 1 x température intérieure et 1 x température extérieure  
Résolution : 0,1 °C  
Précision : ±0,8 °C  
Unité d'affichage : °C, °F  
Affichage du point de rosée (intérieur/extérieur) et affichage de la température ressentie ou Windchill (extérieur)  
Plage de relevé  
Intérieur : 0 ... +79,9 °C  
Extérieur : -29,9 ... +79,9 °C  
Indicateur des zones de confort à l'intérieur, mémoire des valeurs min/max
- **Capteur interne**  
Relevé de la température, de la pression atmosphérique, de l'humidité ambiante
- **Hygrométrie**  
Affichage simultané de deux valeurs de l'humidité (intérieur/extérieur)  
Plage de relevé : 1 ... 99 %  
Résolution : 1 %  
Précisions : ±5 %  
Mémoire des valeurs min/max
- **Heure/Date :** horloge à quartz
- **Phase de la lune :** affichage de la phase actuelle (six quartiers)
- **Lever/Coucher du soleil :** affichage ajustable sur un emplacement au choix
- **Tendance de la pression atmosphérique :** affichage par cinq flèches : en hausse, fortement en hausse, en baisse, fortement en baisse, stable
- **Historique de la pression atmosphérique par un graphique à barres de l'évolution pendant les dernières 24 heures**
- **Pression atmosphérique**  
Affichage de la pression absolue ou relative  
Plage de relevé : 300 ... 1100 hPa  
Résolution : 1 hPa  
Précision : ±1 hPa  
Mémoire des valeurs min/max
- **Précipitations**  
Affichage instantané dès qu'il se met à pleuvoir  
Plage de relevé : 0 ... 999 mm  
Affichage du volume total depuis le dernier reset, sur 1 heure et sur 24 heures  
Affichage : en mm, l/m<sup>2</sup>  
Résolution : < 0,3 mm
- **Vitesse du vent**  
Affichage au choix en km/h ou en m/s  
Plage de relevé : 0,0 ... 199,9 km/h  
Résolution : 0,1 km/h  
Force du vent symbolisée par une manche à air
- **Direction du vent :** affichage graphique par une rose des vents  
Résolution : 22,5° avec affichage des variations de la direction du vent ou comme affichage numérique (résolution 5°)
- **Prévisions météo :** affichage à icônes et „Weather Boy”
- **Durée d'ensoleillement :** ensoleillement symbolisé par un soleil  
Affichage de l'ensoleillement du jour ou de l'ensoleillement total
- **Vastes possibilités de stockage :** valeurs min/max avec l'heure et la date
- **Interface PC :** les données collectées sont transmises à un PC via le port USB, mise à jour du micrologiciel possible via le port USB
- **Mémoire de données :** permet le stockage de 3000 jeux de données
- **Alimentation :**  
Station de base : par bloc secteur ou bien par piles (4 x LR6/AA)  
Capteur : 3 x LR6/AA, longévité des piles >3 ans (station et capteur)
- **Dimensions du boîtier (lxHxP) :** 270 mm x 225 mm x 33 mm (sans le socle)

606 046

Station météo radio-pilotée WS 550



### Adaptateur météorologie

Sert à mesurer l'humidité de l'air, la température, l'éclairement et la pression atmosphérique avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018). Le capteur de pression est intégré à l'adaptateur météorologie, pour les autres grandeurs mesurées, il faut des capteurs externes.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure  
avec le capteur d'humidité (529 057) :  
humidité relative de l'air : 0 ... 100 %  
température : -40 ... +80 °C  
avec la sonde CTN (666 212) :  
température : -20 ... +120 °C  
avec le capteur lux (666 243) :  
éclairage : 0 ... 200 klx  
Interne :  
pression atmosphérique : 400 ... 1600 hPa
- Embout : 5 mm Ø
- Connexion : connecteurs DIN femelles
- Dimensions : 42 mm x 92 mm x 30 mm
- Masse : 0,1 kg

524 057	Adaptateur météorologie
---------	-------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 057	Capteur d'humidité
1	666 212	Sonde de température CTN, 3 mm
1	666 243	Capteur lux
1	666 2121*	Sonde de température CTN, 3 mm, longue

\* alternative

### Capteur d'humidité

Associé à l'adaptateur météorologie (524 057), sert à mesurer l'humidité relative de l'air. Avec sonde de mesure de la température intégrée.

Caractéristiques techniques :

- Humidité relative de l'air : 0 ... 100 %
- Température : -40 ... +80 °C
- Connexion : connecteur DIN 8 broches
- Longueur du câble : 1 m

529 057	Capteur d'humidité
---------	--------------------

### Sonde de température CTN, 3 mm

Élément à résistance CTN pour des mesures précises, avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -20 ... +120 °C
- Tolérances :  
-20 ... +70 °C : 0,2 K  
+70 ... +120 °C : 0,4 K
- Longueur du câble : 1,5 m
- Dimensions : 280 mm de long, 3 mm Ø

666 212	Sonde de température CTN, 3 mm
---------	--------------------------------

### Sonde de température CTN, 3 mm, longue

Élément à résistance CTN permettant des mesures assez précises dans la gamme allant de -20 à +120°C pour des substances liquides, gazeuses et solides. Avec câble de connexion et connecteur DIN.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -20 ... +120 °C
- Tolérances :  
-20 ... +70 °C : 0,2 K  
+70 ... +120 °C : 0,4 K
- Dimensions : 360 mm x 3 mm Ø

666 2121	Sonde de température CTN, 3 mm, longue
----------	--





#### Capteur lux

Pour la mesure de l'éclairement. La tête du photomètre est constituée d'une cellule photo-électrique au silicium avec filtre I servant à l'adaptation de la cellule photo-électrique à la sensibilité spectrale de l'œil. Elle est équipée d'une correction cosinus. Le capteur est collé hermétiquement et peut donc aussi être immergé dans des échantillons d'eau (par ex. dans le cas d'une mesure de la turbidité). S'utilise avec le connecteur adaptateur lux (524 0511) combiné à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou aux instruments de mesure universels Chimie et Biologie (531 836, 531 837).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 200 klx
- Connexion : connecteur DIN 5 broches

666 243	Capteur lux
---------	-------------

#### Sensor-CASSY 2

Interface connectable en cascade pour l'acquisition de données.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display (524 020USB)
- Sensor-CASSY (524 010), Sensor-CASSY 2 et Power-CASSY (524 011USB) peuvent être connectés en cascade mixte
- Isolée galvaniquement en trois points (entrées de 4 mm A et B, relais R)
- Mesure possible parallèlement aux entrées de 4 mm et slots pour adaptateurs de signaux (système à quatre canaux)
- Avec possibilité de monter en cascade jusqu'à 8 modules CASSY (pour multiplier les entrées et sorties)
- Avec possibilité d'avoir jusqu'à 8 entrées analogiques par Sensor-CASSY moyennant des adaptateurs complémentaires
- Avec reconnaissance automatique (plug & play) des adaptateurs par CASSY Lab 2 (524 220)
- Commandée par microordinateur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour l'optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA/CC par une fiche creuse ou un module CASSY adjacent
- Information pour le développeur et pilote LabVIEW™ disponibles sur Internet

Caractéristiques techniques :

- **5 entrées analogiques**
- **2 entrées tension analogiques A et B** sur douilles de sécurité de 4 mm (isolées galvaniquement)  
Résolution : 12 bits  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 250$  V  
Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 10 000 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 200 000 valeurs  
Pré-trigger : jusqu'à 50 000 valeurs par entrée
- **1 entrée courant analogique A** sur douilles de sécurité de 4 mm (alternativement à l'entrée tension A)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A  
Erreur de mesure : erreur de mesure de la tension plus 1 %  
Résistance d'entrée : < 0,5  $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension
- **2 entrées analogiques sur slot pour adaptateurs de signaux A et B** (raccordement possible de tous les capteurs et adaptateurs CASSY)  
Gammes de mesure :  $\pm 0,003/\pm 0,01/\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  V  
Résistance d'entrée : 10 k $\Omega$   
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 500 kHz par entrée  
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension.  
Les caractéristiques techniques varient en fonction de l'adaptateur enfiché. La reconnaissance des grandeurs et gammes de mesure est assurée automatiquement par CASSY Lab 2 dès qu'un adaptateur est enfiché.
- **4 entrées timer** avec compteurs de 32 bits sur slot pour adaptateurs de signaux (par ex. pour l'adaptateur GM, l'adaptateur timer ou le timer S)  
Fréquence de comptage : max. 1 MHz  
Résolution temporelle : 20 ns
- **5 affichages de l'état par LED** pour les entrées analogiques et le port USB  
Couleurs : rouge et vert, suivant l'état  
Clarté : ajustable
- **1 relais commutateur** (indication de la commutation par LED)  
Gamme : max. 250 V / 2 A
- **1 sortie analogique** (indication de la commutation par LED, par ex. pour un aimant de maintien ou une alimentation pour l'expérimentation)  
Tension ajustable : max. 16 V / 200 mA (charge  $\geq 80$   $\Omega$ )
- **12 entrées numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la reconnaissance automatique de l'adaptateur)
- **6 sorties numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la commutation automatique de la gamme de mesure d'un adaptateur)
- **1 port USB** pour la connexion d'un ordinateur



- 1 bus CASSY pour la connexion d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : 1,0 kg

Matériel livré :

- Sensor-CASSY 2
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 013	Sensor-CASSY 2
---------	----------------

### CASSY-Display USB

Affichage bicanal pour la visualisation sans ordinateur des valeurs instantanées avec le Sensor-CASSY (524 013).

- Commandé par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
- La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY ou un adaptateur enfiché (grandeurs et gammes de mesure, voir description du module en question)
- Valeurs commutables et calibrables individuellement. La grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement dès qu'un adaptateur est enfiché
- Avec horloge en temps réel intégrée et centrale de mesure
- Le contenu de la mémoire pour jusqu'à 32 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab (524 220) via le port USB
- Il est possible de raccorder tant le sensor-CASSY (série) que le sensor-CASSY (USB) en cascade mixte
- Alimentation en tension 12 V CA/CC par fiche creuse
- Relevé des valeurs avec la source de tension portable (12 V) également possible indépendamment du réseau

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 215 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1,8 kg

524 020USB	CASSY-Display USB
------------	-------------------



CHALEUR

## 2.9.2 Mesure de la température

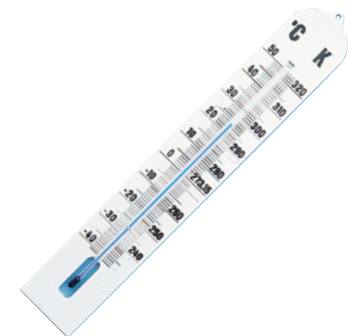
### Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K

Pour illustrer le rapport qui existe entre les degrés Celsius et Kelvin. Sur planchette de bois, avec anneau de suspension.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -40 ... +50 °C / 230 ... 320 K
- Graduation : 1 K
- Longueur : 40 cm
- Charge : alcool

666 180	Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K
---------	-------------------------------------



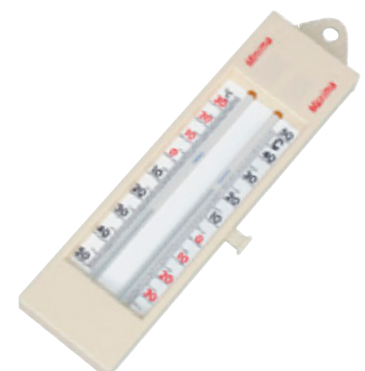
### Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K

Dans boîtier en plastique avec remise à zéro par bouton-poussoir latéral, livré avec brides de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -30 ... +50 °C
- Graduation : 1 K
- Dimensions : 15 cm x 7 cm
- Charge : mercure, créosol

383 19	Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K
--------	--



## 2.9 MÉTÉOROLOGIE

### 2.9.2 MESURE DE LA TEMPÉRATURE



#### Thermomètre numérique mini-maxi

Pour l'affichage et la mémorisation de la température minimum et maximum, pour l'intérieur et l'extérieur, avec indication de l'heure et de la date. Livré avec pile.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -50 ... +70 °C
- Résolution : 0,1 °C
- Pile : 1,5 V AA (685 44ET4)
- Dimensions : 100 mm x 70 mm x 25 mm

383 191	Thermomètre numérique mini-maxi
---------	---------------------------------

### 2.9.3 Mesure de la pression

#### Baromètre à siphon

Pour mesurer la pression atmosphérique avec précision et calibrer les baromètres anéroïdes. Baromètre à mercure avec échelle différentielle réglable et petit thermomètre fixés à la même planchette support.

Caractéristiques techniques :

- Baromètre :
  - Gamme de mesure : 640 mbars à 1060 mbars
  - Graduation : tous les mbars
- Thermomètre :
  - Gamme de mesure : -10 °C à +50 °C
  - Graduation : tous les 1 K
- Planchette support : 100 cm x 10 cm

317 14	Baromètre à siphon
--------	--------------------



#### Baromètre

Pour mesurer la pression atmosphérique, avec boîtier en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 950 ... 1 070 mbars
- Graduation : 1 mbar
- Diamètre de l'échelle : 70 mm
- Masse : env. 100 g

201 51	Baromètre
--------	-----------



#### Baromètre anéroïde

Pour mesurer la pression atmosphérique et expliquer le fonctionnement d'un baromètre anéroïde. Système de mesure formé de deux coupelles métalliques aplaties sous vide d'air (capsules de Vidie) qui subissent les mêmes déformations sous les variations de pression atmosphérique. Les déformations sont transmises à un index. Avec poire en caoutchouc pour modifier la pression.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 940 mbars ... 1070 mbars
- Graduation : tous les mbars
- Diamètre de l'échelle : 12 cm
- Diamètre du boîtier : 13 cm

317 19	Baromètre anéroïde
--------	--------------------



#### Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa

Pour la mesure de la pression absolue avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou les instruments de mesure universels (531 835, 531 836, 531 837). Il peut de cette manière être utilisé pour le relevé de la pression d'air ou de la dépression dans un appareil à vide. Branchement par petite bride DN 16 KF.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 15/45/150/450/1500 hPa
- Résolution : 0,05 % de la gamme de mesure
- Dimensions : 85 mm x 50 mm x 35 mm
- Masse : 90 g

524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



#### Mobile-CASSY

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique.

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données.  
Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB de CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.
- Chargement facile grâce à un accumulateur intégré

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle d'échantillonnage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Capacité de l'accumulateur : 9 Wh
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC
- Accumulateurs intégrés
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Adaptateur secteur
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009A	Mobile-CASSY
----------	--------------



## 2.9 MÉTÉOROLOGIE

### 2.9.3 MESURE DE LA PRESSION



#### Altimètre barométrique

Pour mesurer l'altitude, la pression atmosphérique et la température ainsi que pour visualiser le profil de dénivelé, la date, l'heure et les prévisions météo par des symboles. Avec boussole numérique intégrée.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : -700 ... +9000 m
- Résolution : 1 m
- Pression : 300 ... 1100 hPa
- Résolution : 1 hPa

383 522    Altimètre barométrique



#### Baromètre numérique de poche

Pour la mesure de la pression atmosphérique de 0 à 1300 mbars.

Caractéristiques techniques :

- Capteur : capteur de pression absolue piézorésistif, intégré dans le boîtier
- Gamme de mesure : 0 ... 1300 mbars, pression absolue
- Plage d'affichage : jusqu'à 1999 mbars
- Résolution : 1 mbar
- Précision (instrument) : 1 mbar  $\pm$  1 point
- Précision (capteur) :  $\pm 0,25$  % (0 ... 1100 mbars)
- Affichage : 3 chiffres  $\frac{1}{2}$ , LCD de 13 mm
- Alimentation : pile de 9 V type CEI 6F22 (fournie avec l'appareil, 685 45ET5)
- Dimensions : 106 mm x 67 mm x 30 mm
- Masse : 0,15 kg

666 278    Baromètre numérique de poche



#### 2.9.4 Mesure de l'humidité

##### Hygromètre

Pour la mesure de l'humidité relative et de la température de l'air, avec calcul du point de rosée et fonction d'arrêt automatique (Auto-Off). Appareil compact avec capteur à grande stabilité à long terme. Livré avec clip de fixation et pile.

Caractéristiques techniques :

- Unités de mesure : %rF/°C/°F
- Humidité de l'air : 5 ... 95 %rF
- Température : -20 ... +70 °C
- Précision :  $\pm 3$  %rF/ $\pm 0,5$  °C
- Résolution : 0,1 %rF/0,1 °C
- Température ambiante : 0 ... +50 °C
- Autonomie de la pile : env. 200 heures
- Sonde : 125 mm x 12 mm  $\varnothing$

666 1855    Hygromètre

##### Thermomètre-hygromètre numérique

Permet de mesurer l'humidité relative de l'air et la température ; compensation de température automatique pendant la mesure. Complet avec capteur combiné pour l'humidité et la température.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LCD, 3 chiffres  $\frac{1}{2}$ , 13 mm de haut
- Gammes de mesure : 5 ... 95 %rF
- Température : 0 ... 60 °C/32 ... 92 °F
- Précision :  $\pm 2$  % de la valeur mesurée
- Alimentation : pile de 9 V (fournie avec l'appareil, 685 45ET5)
- Dimensions : 195 mm x 78 mm x 30 mm
- Masse : 0,2 kg

666 270    Thermomètre-hygromètre numérique



## Capteur d'humidité

Associé à l'adaptateur météorologie (524 057), sert à mesurer l'humidité relative de l'air. Avec sonde de mesure de la température intégrée.

Caractéristiques techniques :

- Humidité relative de l'air : 0 ... 100 %
- Température : -40 ... +80 °C
- Connexion : connecteur DIN 8 broches
- Longueur du câble : 1 m

529 057 Capteur d'humidité



## Capteur d'humidité S

Pour la mesure de l'humidité relative et de la température de l'air avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
Humidité relative de l'air : 0 ... 100 %  
Température de l'air : -40 ... +80 °C

524 0572 Capteur d'humidité S



## 2.9.5 Mesure du vent et de la pluie

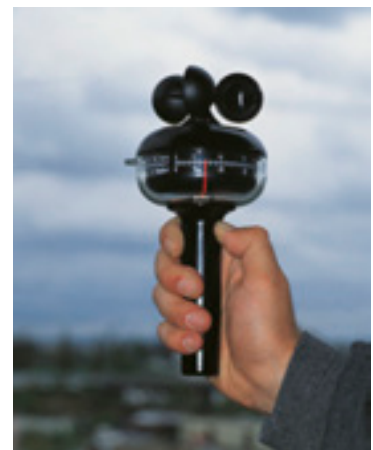
### Anémomètre

Anémomètre à coupelles facile à transporter. Avec blocage de l'aiguille pour une lecture fiable de la valeur relevée.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
0 ... 120 km/h  
0 ... 35 m/s  
0 ... 12 °Beaufort  
0 ... 70 nœuds
- Diamètre de la roue à coupelles : 10 cm
- Hauteur : env. 20 cm

667 917 Anémomètre



### Anémomètre, électronique

Anémomètre portable pour mesurer la vitesse maximale ou moyenne du vent. Permet également la mesure de la température.

Caractéristiques techniques :

- Vitesse du vent  
Gamme de mesure : 0 ... 200 km/h  
Résolution : 0,1 km/h
- Température  
Gamme de mesure : -20 ... -70 °C  
Résolution : 0,1 °C
- Piles : 2 x 1,5 V AAA (incluses au matériel livré, 685 431ET5)
- Arrêt automatique
- Dimensions : 18 cm x 7 cm x 6 cm

383 581 Anémomètre, électronique



## 2.9 MÉTÉOROLOGIE

### 2.9.5 MESURE DU VENT ET DE LA PLUIE



#### Girouette

Pour indiquer la direction du vent. À fixer sur une barre de bois. Le pivot est métallique avec axe en métal.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : plastique
- Dimensions : 44 x 42 x 42 cm

383 591 Girouette

#### Pluviomètre

Le bûcher gradué est à planter dans le sol et se ressort facilement.

Caractéristiques techniques :

- 1 graduation = 1 mm = 1 litre de précipitations par mètre carré
- Hauteur : 25 cm

201 53 Pluviomètre

## 2.10 Problématique du changement climatique

### 2.10.1 Trou d'ozone

#### Kit d'expérimentation UV, IR, VIS

Le kit comprend des sources de rayonnement et du matériel pour la réalisation d'expériences avec les rayons ultraviolets (UV-A, UV-B, UV-C), les rayons infrarouges (IR) et la lumière visible (VIS). Le plateau sert à la réalisation du montage expérimental et au rangement du matériel.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 12 V CA/1,65 A (par l'adaptateur secteur fourni)
- Dimensions : 51 cm x 37 cm x 19,5 cm
- Masse : 2,5 kg

Matériel livré :

- Sources de rayonnement : UV-A, UV-B, UV-C, lampes IR/VIS, commutables
- Filtres : IR, UV, filtre solaire (chimique)
- Cuves : pour la mesure de l'absorption de gaz, avec zone de décharge pour la génération d'ozone pour les liquides
- Matériaux : divers échantillons (verre, verre quartzéux, matières synthétiques etc.) pour la démonstration de l'absorption du rayonnement variable
- Cartes pour l'étude de la fluorescence et de la luminescence
- Divers : support pour cuves et capteurs, plaque-couvercle

666 265 Kit d'expérimentation UV, IR, VIS

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
1	524 009A	Mobile-CASSY
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 220	CASSY Lab 2
1	603 030	Canule d = 0,6 mm, L = 60 mm, lot de 10
1	665 957	Seringue de dosage
1	666 246	Capteur UV-C
1	667 818	Alimentation pour éclateur
1	671 6600	Dichlorométhane, 250 ml



### 2.10.2 L'effet de serre

#### Kit d'expérimentation IR-CO<sub>2</sub>

Pour la réalisation d'expériences avec le rayonnement infrarouge (rayonnement thermique) et tout particulièrement sur l'absorption du rayonnement IR et l'émission du gaz carbonique (effet de serre).

Le kit se compose d'un émetteur IR, d'une cuve de mesure réfléchissante et de supports divers, par ex. pour la sonde de température et le capteur d'infrarouge. Le plateau (avec couvercle) peut servir à la réalisation du montage expérimental et au rangement du matériel.

Caractéristiques techniques :

- Émetteur IR  
Gamme : env. 1000 ... 8000 nm (suivant la température)  
Dimensions : 75 mm x 43 mm Ø  
Courant : 6 A  
Tension : 4 V
- Cuve de mesure  
avec filetage GL pour l'insertion d'une sonde de température  
Dimensions : 150 mm x 44 mm Ø
- Dimensions hors tout : 390 mm x 335 mm x 60 mm
- Masse : 1,0 kg

666 2651	Kit d'expérimentation IR-CO <sub>2</sub>
----------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
1	521 535	Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 045	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 220	CASSY Lab 2
1	604 481	Tube en caoutchouc 4 mm Ø
1	660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican
1	660 999	Bouteille de gaz comprimé Minican, dioxyde de carbone
1	666 216	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide
1	666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>

#### Capteur IR-CO<sub>2</sub>

Pour la mesure du rayonnement infrarouge, notamment avec le kit d'expérimentation IR-CO<sub>2</sub> (666 2651). Le capteur s'utilise avec le connecteur adaptateur lux (524 0511) combiné à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou aux instruments de mesure universels Chimie et Biologie (531 836, 531 837).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 4100 ... 4300 nm
- Dimensions : 115 mm x 12,5 mm Ø, avec câble de 1,5 m et connecteur DIN
- Masse : 0,2 kg

666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>
---------	----------------------------



### 2.11 Documentation pédagogique

#### LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais

Classeur avec 185 descriptions d'expériences pour le premier cycle de l'enseignement secondaire, dans les domaines

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Optique
- Radioactivité

539 501EN LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais

#### LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais

50 descriptions d'expériences pour l'enseignant, complémentaires à 539 501EN. 70 pages. À ranger dans le classeur de 539 501EN.

Sujets traités :

- Oscillations mécaniques
- Acoustique
- Transmission de chaleur
- Changement d'état
- Travail, énergie et puissance
- Conversion et transmission de l'énergie
- Moteur et générateur
- Fonctions logiques de base
- Propriétés des rayons radioactifs

539 502EN LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais

#### LIT: Fiches d'expériences de physique, P2 – chaleur, anglais

Env. 30 fiches de travaux pratiques du domaine de la thermodynamique pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 140 pages ; dans classeur. La plupart des fiches de TP sont en anglais, à quelques exceptions près (en anglais).

Sujets traités :

- Dilatation thermique
- Transfert de chaleur
- La chaleur comme forme d'énergie
- Transitions de phase
- Théorie cinétique des gaz
- Cycles thermodynamiques

Logiciel « Document Center » inclus, pour l'affichage et la gestion aisés des fichiers, avec recherche par mot-clé ou numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 312EN LIT: Fiches d'expériences de physique, P2 – chaleur, anglais

Prérequis matériel pour le logiciel « Document Center » :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Connexion Internet pour mises à jour automatiques

#### CD : Document Center, TP de physique, français

Avec plus de 400 descriptions d'expériences dans tous les domaines de la physique, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur. Les descriptions d'expériences sont en français et en anglais.

Domaines :

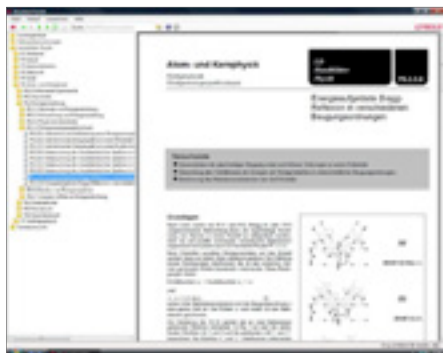
- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Électronique
- Optique
- Physique atomique et nucléaire
- Physique des solides

Avec interface conviviale permettant la visualisation et la gestion aisée des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 310FR CD : Document Center, TP de physique, français

Pré-requis :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques



# ÉLECTRICITÉ ÉLECTRONIQUE

- 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE
- 3.2 APPAREILS DE MESURE
- 3.3. ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES
- 3.4 ÉLECTROSTATIQUE
- 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE
- 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE
- 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION
- 3.8 MACHINES ÉLECTRIQUES D'ENSEIGNEMENT MEE
- 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)
- 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)
- 3.11 TECHNIQUE NUMÉRIQUE
- 3.12 MULTIMÉDIA
- 3.13 OSCILLATIONS ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES
- 3.14 ÉLECTROACOUSTIQUE
- 3.15 THERMOÉLECTRICITÉ
- 3.16 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.1 PILES, ACCUMULATEURS



## 3.1 Alimentation en énergie

### 3.1.1 Piles, accumulateurs

#### Porte-pile Mono STE 2/50

Boîtier pour le logement d'une pile Mono de 1,5 V. Les contacts de la pile sont reliés avec les deux fiches de telle sorte qu'il est possible d'intégrer la source très basse tension dans le circuit réalisé.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du boîtier : 7 cm x 3,8 cm x 4,7 cm

576 86 | Porte-pile Mono STE 2/50



#### Piles

N° de cat.	Nombre	Tension	Type	Désignation
685 431ET5	5	1,5 V	CEI LR 03	Micro
685 44ET4	4	1,5 V	CEI LR 6	Mignon
685 47ET5	5	1,5 V	CEI LR 14	Baby
685 48ET5	5	1,5 V	CEI R 20	Mono
503 09	1	4,5 V	CEI 3 R 12	Pile plate
685 45ET5	5	9 V	CEI 6 LR 61	Bloc de 9 volts



#### Accumulateur au nickel-cadmium

L'accumulateur au nickel-cadmium est livré déchargé et vide. La solution de potasse est livrée avec l'accumulateur dans des flacons séparés.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : douilles de 4 mm sur chaque élément
- Tension aux bornes : 6 V (5 x 1,2 V)
- Charge : 30 Ah
- Nombre d'éléments : 5

522 71 | Accumulateur au nickel-cadmium

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S



#### Solution de potasse

Pour remplir l'accumulateur au nickel-cadmium (522 71).

Caractéristiques techniques :

- Quantité : 2 l

522 91 | Solution de potasse



#### Chargeur universel pour accus NiCd et NiMH

Avec fonction de décharge et de vérification de capacité (test). Pour piles rechargeables de type Mono (D), Baby (C), Mignon (AA), Micro (AAA) et piles de 9 volts. Modes de fonctionnement : charge, décharge (afin d'éviter l'effet mémoire pour les accus NiCd), fonction de test de l'accu (témoin lumineux). Quatre stations, deux raccords de 9 V. Affichage de l'état de charge par LED.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 230 V
- Courant de charge : 4 x 120 mA, 2 x 14 mA (connexions 9 V)
- Dimensions : 20 cm x 9,5 cm x 5 cm

662 1031 | Chargeur universel pour accus NiCd et NiMH

### Accumulateurs Ni-MH (nickel-hydrure métallique)

N° de cat.	Nombre	Tension	Capacité	Type	Désignation
522 81ET4	4	1,2 V	1400 mAh	CEI HR 6	Mignon
522 82ET2	2	1,2 V	2600 mAh	CEI HR 14	Baby
522 83ET2	2	1,2 V	2600 mAh	CEI HR 20	Mono
522 84	1	9 V	150 mAh	CEI HR 6 F 22	Bloc de 9 volts



### Chargeur d'accus avec affichage

Pour piles rechargeables de type Mono (D), Baby (C), Mignon (AA), Micro (AAA) et 9 V de technologie NiCd et Ni-MH. Toutes les tailles courantes sont chargées individuellement, chaque station est surveillée séparément avec affichage sur écran LCD. Avec maintien de charge et affichage des défauts des accus et de l'état de charge sur écran LCD.

Caractéristiques techniques :

- Stations : 4 piles rondes ou 1 bloc de 9 V
- Courant de charge Micro : au moins 500 mA
- Courant de charge Mignon : au moins 1000 mA
- Courant de charge Mono : au moins 1000 mA
- Courant de charge Baby : au moins 1000 mA
- Courant de charge bloc de 9 volts : au moins 13 mA
- Alimentation secteur : 230 V/50 Hz

662 1034 Chargeur d'accus avec affichage



### 3.1.2 Transformateurs très basse tension

#### Adaptateur secteur 12 V CA

Adaptateur secteur universel par ex. pour CASSY, le compteur S, le compteur P, l'amplificateur électromètre etc.

Caractéristiques techniques :

- Primaire : 230 V CA, 50/60 Hz
- Secondaire : 12 V CA, 20 VA
- Connexion : fiche creuse

562 791 Adaptateur secteur 12 V CA



#### Transformateur 6/12 V, 30 W

Spécialement conçu pour l'alimentation du carter de lampe (450 60), des lampes Science Kit Advanced (459 032, 459 046, 459 092) et de l'enregistreur (337 18) ; protégé contre la surcharge.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie : 6 V/5 A CA et 12 V/2,5 A CA
- Connexion : resp. deux douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 60 VA
- Protection : fusible thermique
- Dimensions : 21 cm x 9 cm x 17 cm
- Masse : 2,6 kg

521 210 Transformateur 6/12 V, 30 W



#### Transformateur 2... 12 V, 120 W

Pour l'alimentation du carter de lampe (450 60) ainsi que de la source lumineuse (450 64) ; convient en général pour les travaux pratiques. Avec disjoncteurs thermiques pour toutes les sorties.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie : 2/4/6/8/10/12 V CA par douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible : 10 A
- Tension d'alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 138 VA
- Fusible :
  - T 1,0 côté primaire
  - 3 disjoncteurs à maximum de courant
  - 10 A côté secondaire
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 15 cm
- Masse : 2,6 kg

521 25 Transformateur 2... 12 V, 120 W



## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.2 TRANSFORMATEURS TRÈS BASSE TENSION



#### Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V

Alimentation pour les expériences simples en électricité et en électronique. Tension de sortie réglable par paliers ; protégée contre les surcharges.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie : 3/6/9/12 V CA et CC
- Charge admissible : 3 A
- Connexion : deux paires de douilles de 4 mm pour CA et CC
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 60 VA
- Protection : fusible thermique
- Dimensions : 21 cm x 9 cm x 17 cm
- Masse : 2,6 kg

521 231 Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V

#### Transformateur variable TBT, type S

Alimentation pour tensions continues et alternatives réglables en continu. Protégée contre les surcharges par des disjoncteurs à maximum de courant, convient donc parfaitement pour les travaux pratiques. Avec en plus une sortie de tension fixe.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... 20 V CA, réglable en continu
  - (2) 0 ... 20 V CC, réglable en continu
  - (3) 12 V CApar des douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 6 A
  - (2) 6 A, pont redresseurau total jusqu'à 6 A
- (3) 1,8 A
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 185 VA
- Fusibles :
  - T 1,25 côté primaire
  - 2 disjoncteurs à maximum de courant côté secondaire
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 6 kg

521 35 Transformateur variable TBT, type S



#### Transformateurs variables, type S, jeu de 10

Alimentation pour tensions continues et alternatives réglables en continu. Protégée contre les surcharges par des disjoncteurs à maximum de courant, convient donc parfaitement pour les travaux pratiques. Avec en plus une sortie de tension fixe.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... 20 V CA, réglable en continu
  - (2) 0 ... 20 V CC, réglable en continu
  - (3) 12 V ACpar des douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 6 A
  - (2) 6 A, pont redresseurau total jusqu'à 6 A
- (3) 1,8 A
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 185 VA
- Fusibles :
  - T 1,25 côté primaire
  - 2 disjoncteurs à maximum de courant côté secondaire
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 6 kg

521 35S1 Transformateurs variables, type S, jeu de 10



### Transformateur variable TBT

Alimentation de haute capacité de charge pour tensions continues et alternatives réglables en continu. Toutes les sorties étant protégées contre les surcharges par des coupe-circuits automatiques, elle convient parfaitement pour les travaux pratiques. Avec en plus deux sorties de tension fixe ; toutes les sorties sont isolées galvaniquement du réseau, sans mise à la terre.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 à 25 V CA, réglable en continu
  - (2) 0 à 20 V CC, réglable en continu
  - (3) 6 V CA
  - (4) 12 V CA
 par des douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 10 A
  - (2) 10 A, pont redresseur
  - (3) 10 A
  - (4) 10 A
 au total 10 A
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 300 VA
- Protection :
  - 230 V : T 2,5 côté primaire
  - 3 disjoncteurs à maximum de courant côté secondaire
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 6,5 kg

521 39 Transformateur variable TBT



### Transformateur variable très basse tension D

Alimentation pour tensions continues et alternatives réglables en continu. L'appareil est équipé d'instruments de mesure analogiques de la valeur efficace pour l'affichage de la tension de sortie et du courant prélevé ainsi que d'un interrupteur pour la commutation entre la mesure de la tension alternative et celle de la tension continue. Avec deux sorties de tension fixe. Toutes les sorties sont isolées galvaniquement du réseau, sans mise à la terre.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... 25 V CA, réglable en continu
  - (2) 0 ... 20 V CC, réglable en continu
  - (3) 6 V CA
  - (4) 12 V CA
 par douilles de sécurité de 4 mm
- Charge maximale :
  - (1) 10 A
  - (2) 10 A, pont redresseur
  - (3) 10 A
  - (4) 10 A
 au total 10 A
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 300 VA
- Fusibles :
  - 230 V : T 2,5, côté primaire
  - 3 coupe-circuits automatiques, côté secondaire
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 6,5 kg

667 827 Transformateur variable très basse tension D



### Transformateur triphasé TBT

Pour l'alimentation des machines électriques d'enseignement (563 480 et suiv.) ainsi que pour l'expérimentation avec le courant triphasé et la réalisation d'expériences en électronique de puissance analogique qui nécessitent des tensions triphasées. Câble d'alimentation à connecteur CEE.

Caractéristiques techniques :

- Sorties : resp. par quatre douilles de sécurité de 4 mm
  - 6 V/10 V triphasé, étoile/triangle
  - 23 V/40 V triphasé, étoile/triangle
- Charge admissible : resp. 4 A/2,3 A
- Toutes les lignes avec protection électronique
- Puissance absorbée : 165 VA
- Alimentation : 400 V triphasé, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 7,6 kg

521 291 Transformateur triphasé TBT





### 3.1.3 Alimentations TBT

#### Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V

Alimentation très basse tension réglable pour une tension de sortie CC stabilisée et régulée, résistante aux courts-circuits, protégée contre les tensions externes ; deux sorties de tension alternative ; protégée contre les surcharges par un disjoncteur à maximum de courant, sorties de tensions alternative et continue isolées galvaniquement.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... 12 V CC, réglable en continu
  - (2) 6 V/12 V CA, fixepar douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 2 A max. (résiste aux courts-circuits)
  - (2) 3 A
- Stabilisation à pleine charge :  $\leq 20$  mV
- Ondulation résiduelle :  $\leq 2$  mV<sub>eff</sub>
- Affichage : indication de la surintensité par LED rouge
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : max. 75 VA
- Fusibles : fusibles semi-conducteurs Multifuse internes
- Dimensions : 26 cm x 9 cm x 20 cm
- Masse : 2 kg

521 49 Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V



#### Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V/3 A

Avec tension de sortie réglable et régulée et affichage analogique ; équipée en outre de quatre sorties de tension alternative. Les sorties de tensions alternative et continue étant isolées galvaniquement, l'alimentation convient particulièrement bien pour les travaux pratiques.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - 0 ... 12 V CC, réglable en continu
  - 3, 6, 9, 12 V CA
- Courant de sortie : max. 3 A
- Stabilisation :  $< 1$  %
- Ondulation résiduelle : env. 2 mV
- Protégée contre les surcharges et les tensions externes, résiste aux courts-circuits
- Fusible primaire : T 1
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 23 cm x 12 cm x 19 cm
- Masse : 5,2 kg

521 485 Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V/3 A



#### Alimentations CA/CC 0...12 V/3 A, jeu de 10

Avec tension de sortie réglable et régulée et affichage analogique ; équipée en outre de quatre sorties de tension alternative. Les sorties de tensions alternative et continue étant isolées galvaniquement, l'alimentation convient particulièrement bien pour les travaux pratiques.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - 0 ... 12 V CC, réglable en continu
  - 3/6/9/ 12 V CA
- Courant de sortie : max. 3 A
- Stabilisation :  $< 1$  %
- Ondulation résiduelle : env. 2 mV
- Protégée contre les surcharges et les tensions externes, résiste aux courts-circuits
- Fusible primaire : T 1
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 23 cm x 12 cm x 19 cm
- Masse : 5,2 kg

521 485S1 Alimentations CA/CC 0...12 V/3 A, jeu de 10



### Alimentation CC, 0 ... ±15 V

Source de tension continue symétrique, réglable pour des circuits électroniques, source de tension continue de 5 V pour des circuits numériques ; limitée en courant. Avec affichage numérique à 2 chiffres 1/2 de la tension continue réglable, avec indicateur de surcharge (LED).

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... ±15 V CC ; 0 ... 30 V CC
  - (2) 5 V CC
 par des douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 1,5 A (résiste aux courts-circuits)
  - (2) 0,5 A (résiste aux courts-circuits)
- Ondulation résiduelle à pleine charge :  $\leq 5$  mV<sub>cc</sub>
- Stabilisation à pleine charge : 0,3 %
- Stabilisation pour une variation de  $\pm 10$  % de la tension secteur : 0,1 %
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusible : T 0,5 côté primaire
- Puissance absorbée : 80 VA
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 2,6 kg

521 45 Alimentation CC, 0 ... ±15 V



### Alimentation CA/CC, 0 ... 15 V/5 A

Alimentation performante également utilisable comme source de courant constant. Tension alternative isolée galvaniquement de la tension continue, réglable en sept paliers de 2 V à 15 V/5 A. Protection contre les courants de surcharge par disjoncteur à maximum de courant ; supporte bien la charge même en cas de prélèvement simultané de courant continu. Tension continue stabilisée et régulée de 0 à 15 V, 0 à 5 A, réglable en continu. Avec deux affichages numériques à 2 chiffres 1/2 pour le courant et la tension ; à protection électronique contre les courts-circuits permanents et les tensions externes jusqu'à 30 V. Affichage à LED aussi bien pour le fonctionnement à courant constant qu'à tension constante.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15 V CA
  - (2) 0 ... 15 V CC, réglable en continu
 par des douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 5 A
  - (2) 0 ... 5 A, réglable en continu, résiste aux courts-circuits permanents
- Ondulation résiduelle à pleine charge : (2)  $\leq 50$  mV
- Stabilisation à pleine charge : (2) 0,2 %
- Affichage : 2 chiffres 1/2 ; 12,5 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Protection :
  - T 1,6 côté primaire
  - 1 fusible de sécurité anti-surintensité, auto-réarmable, côté secondaire
- Puissance absorbée : 180 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 8 kg

521 501 Alimentation CA/CC, 0 ... 15 V/5 A



### Alimentation CC, 0 ... 16 V, 0 ... 5 A

Alimentation CC, comme source de tension constante avec limitation de courant et comme source de courant constant avec limitation de tension, permet le fonctionnement en parallèle et série de plusieurs appareils.

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 0 ... 16 V, réglable en continu
- Courant de sortie : 0 ... 5 A, réglable en continu
- Résiste aux courts-circuits par limitation de courant
- Connexion par douilles de sécurité de 4 mm
- Ondulation résiduelle :  $< 1$  mV /  $< 3$  mV
- Affichage : 2 afficheurs à 3 chiffres, pour le courant et la tension
- Alimentation secteur : 230 V / 50 Hz et 115 V / 60 Hz, commutable
- Dimensions : 27 cm x 15 cm x 13 cm
- Masse : 5,8 kg

521 545 Alimentation CC, 0 ... 16 V, 0 ... 5 A



## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.3 ALIMENTATIONS TBT



#### Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A

Alimentation double, comme source de tension constante avec limitation de courant et comme source de courant constant avec limitation de tension. Un commutateur permet la sélection du mode de fonctionnement parallèle ou série.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie : 2 x 0 ... 16 V, réglables en continu
- Courants de sortie : 2 x 0 ... 5 A, réglables en continu
- ou en cas de connexion en série : 0 ... 32 V, 0 ... 5 A
- ou en cas de connexion en parallèle : 0 ... 16 V, 0 ... 10 A
- Résiste aux courts-circuits par limitation du courant
- Connexion par douilles de sécurité de 4 mm
- Ondulation résiduelle : < 1 mV ou < 3 mA
- Affichages : 4 afficheurs à 3 chiffres, resp. pour le courant et la tension
- Alimentation secteur : 230 V/50 Hz et 115 V/60 Hz, commutable
- Dimensions : 36 cm x 15,5 cm x 26 cm
- Masse : 10,5 kg

521 535 Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A



#### Alimentation à courant fort

Alimentation TBT particulièrement performante, utilisable comme source de tension constante ou de courant constant ; peut ainsi servir de substitut d'accumulateur. S'utilise par ex. comme source de courant pour l'effet Hall dans les métaux, pour la production de champs magnétiques forts ou encore dans le domaine de l'électronique de puissance. Tension continue stabilisée et régulée, réglable en continu. Avec deux affichages numériques à 3 chiffres pour le courant et la tension et protection électronique contre les courts-circuits permanents et les tensions externes. Affichage LED aussi bien pour le fonctionnement à courant constant qu'à tension constante, ainsi que pour la limitation de la puissance.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 0 ... 24 V, 0 ... 20 A, max. 240 W, résiste aux courts-circuits permanents, par douilles de sécurité de 4 mm
- Ondulation résiduelle à pleine charge : < 50 mV
- Stabilisation à pleine charge : < 1%
- Deux affichages numériques à 3 chiffres pour le courant et la tension
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusible : T 2,5
- Puissance absorbée : max. 45 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 3 kg

521 55 Alimentation à courant fort



#### Alimentation en courant triangulaire

Alimentation TBT particulièrement performante, utilisable comme source de tension constante ou de courant constant ; peut ainsi servir de substitut d'accumulateur. S'utilise par ex. comme source de courant pour l'effet Hall dans les métaux, pour la production de champs magnétiques forts ou encore dans le domaine de l'électronique de puissance. Tension continue stabilisée et régulée, réglable en continu. Avec deux affichages numériques à 3 chiffres pour le courant et la tension ; à protection électronique contre les courts-circuits permanents et les tensions externes. Affichage LED aussi bien pour le fonctionnement à courant constant qu'à tension constante, ainsi que pour la limitation de la puissance. Possède en outre un générateur de courant triangulaire intégré.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 0 ... 24 V, 0 ... 20 A, max. 240 W résiste aux courts-circuits permanents, par douilles de sécurité de 4 mm
- Ondulation résiduelle à pleine charge : < 50 mV
- Stabilisation à pleine charge : < 1%
- Générateur de courant triangulaire connectable avec vitesse de montée réglable :  $0,2 \text{ A/s} < dI/dt < 2,2 \text{ A/s}$
- deux affichages numériques à 3 chiffres pour l'intensité du courant et la tension
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusible : T 2,5
- Puissance absorbée : max. 45 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 3 kg

521 56 Alimentation en courant triangulaire

### 3.1.4 Alimentations basse tension

#### Alimentation 450 V

Alimentation idéale pour les expériences avec l'amplificateur électromètre (532 14) ; aussi pour les travaux pratiques.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 1,2 ... 12 V-, réglable en continu
  - (2) 0 ... 450 V-, réglable en continu
  - (3) 3/9/12 V~  
douilles de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 100 mA
  - (2)  $\square$  10  $\mu$ A
  - (3) 100 mA,  
résiste aux courts-circuits
- Ondulation résiduelle à pleine charge : (1) 1 mV
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusible : T 0,08 côté primaire
- Puissance absorbée : 14 VA
- Dimensions : 16 cm x 10 cm x 6 cm
- Masse : 0,8 kg

522 27 Alimentation 450 V



#### Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V

Convient surtout pour l'alimentation des tubes électroniques et du tube à faisceau filiforme. Deux tensions continues de très faible ondulation, résistantes aux courts-circuits et réglables individuellement en continu ; isolée de la terre ; avec une sortie de tension fixe et une tension continue variable pour l'alimentation de la cathode à chauffage.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... 50 V-
  - (2) 0 ... 500 V-
  - (3) 6,3 V~
  - (4) 4,5 ... 7,5 V-  
par douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) 10 mA, résiste aux courts-circuits
  - (2) 50 mA, résiste aux courts-circuits
  - (3) 1 A
  - (4) 5 A, résiste aux courts-circuits
- Ondulation résiduelle à pleine charge :
  - (1) <0,5 %
  - (2) <0,6 %
- Stabilisation à pleine charge :
  - (1) <0,4 %
  - (2) <0,3 %
- Stabilisation pour une variation de 10 % de la tension secteur :
  - (1) <0,4 %
  - (2) <0,4 %
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusibles :
  - T 1,0 côté primaire
  - disjoncteur à maximum de courant côté secondaire
- Puissance absorbée : max. 120 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 5,5 kg

521 65 Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V



## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.4 ALIMENTATIONS BASSE TENSION



#### Transformateur variable, 0 ... 250 V

Transformateur d'isolement à noyau toroïdal haute performance qui isole galvaniquement le circuit consommateur connecté du réseau d'alimentation électrique. Dispositif de protection pour limiter le courant de démarrage. Avec instrument analogique de mesure de la valeur efficace pour l'affichage de la tension de sortie.

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 0 ... 250 V CA, réglable en continu, par prise ou douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible : 2,5 A, temporairement 6 A
- Alimentation : 115/230 V, 50/60 Hz
- Fusibles :
  - T 10 côté primaire
  - disjoncteur à maximum de courant côté secondaire
- Puissance absorbée : 700 VA, temporairement 1 700 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 11 kg

521 40 Transformateur variable, 0 ... 250 V

#### Alimentation en tension, commutable, CPS

Prise secteur sur la plaque d'expérimentation, commutable par cavalier, relais, API, signal TTL et thermomètre à contact.

Caractéristiques techniques :

- Puissance de commutation du relais : max. 1200 VA
- Fusible : T 6,3 A
- Alimentation secteur : 230 V CA
- Dimensions : 100 mm x 300 mm x 65 mm
- Plaque d'expérimentation : 100 mm x 300 mm
- Masse : 0,8 kg

666 471 Alimentation en tension, commutable, CPS

## 3.1.5 Alimentations haute tension

#### Alimentation haute tension 1,5 kV

Source de haute tension réglable en continu, avec potentiomètre 10 tours et affichage numérique intégré de la tension de sortie ; hautement stabilisée, pour l'alimentation du compteur à scintillations (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 0 ... 1,5 kV, réglable en continu, par douille coaxiale haute tension ou douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible : max. 1 mA
- Affichage de la tension : LED, 2 chiffres 1/2, 12,5 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 11 VA
- Fusible : T 0,08
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : env. 2,5 kg

521 68 Alimentation haute tension 1,5 kV



### Alimentation haute tension 10 kV

Source de haute tension réglable en continu ou par une tension externe, isolée de la terre, avec prise médiane pour la réalisation d'expériences d'électrostatique et sur la radioactivité ou pour l'alimentation des tubes spectraux, des tubes à décharge et du microscope à émission froide. Équipée d'un transformateur haute tension pour prélever la tension de chauffage ( $6,3\text{ V} \sim 2\text{ A}$ ) pour les tubes électroniques. L'affichage numérique intégré à 2 chiffres  $\frac{1}{2}$  indique la tension appliquée aux différentes douilles de sortie. Les tensions de sortie sont inoffensives en cas de contacts fortuits grâce à la limitation passive du courant.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie :
  - (1) 0 ... +5 kV
  - (2) 0 ... -5 kV
  - (3) 0 ... 10 kV
  - (4)  $6,3\text{ V}$ , résiste aux hautes tensions jusqu'à 10 kV par douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible :
  - (1) max. 2 mA (courant de court-circuit)
  - (2) max. 100  $\mu\text{A}$  (courant de court-circuit)
  - (3) max. 200  $\mu\text{A}$  (courant de court-circuit)
  - (4) 2 A
- Tension de commande externe :
  - 0 ... 5 V-
  - 0 ... 5 V<sub>c</sub> jusqu'à max. 1 Hz
- Affichage de la tension : LED, 2 chiffres  $\frac{1}{2}$ , 12,5 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusible : T 0,5
- Puissance absorbée : 30 VA
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 3,5 kg

521 70 Alimentation haute tension 10 kV



### Alimentation haute tension 25 kV

Source de haute tension réglable en continu ou par une tension externe pour la réalisation d'expériences d'électrostatique. L'affichage numérique intégré à trois chiffres indique la tension appliquée aux douilles de sortie. Cette tension est inoffensive en cas de contacts fortuits grâce à une limitation passive du courant.

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 0 ... 25 kV, réglable en continu, par douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible : max. 0,5 mA (courant de court-circuit)
- Énergie de décharge : max. 200 mJ
- Affichage de la tension : LED à 7 segments, 3 chiffres, 14 mm
- Tension de commande externe :
  - 0 ... 5 V-
  - 0 ... 5 V<sub>c</sub> jusqu'à max. 1 Hz
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 35 VA
- Fusible : T 0,315
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 3,1 kg

521 721 Alimentation haute tension 25 kV



)] D'après la norme EN 61010-1 (VDE 0411), une pièce ne représente aucun danger en cas de contact accidentel dans le cas de tensions supérieures à la très basse tension (tension continue >60 V)

- si le courant à travers une résistance non inductive de 2 k $\Omega$  est inférieur à 2 mA (courant continu),
- si de plus, la charge pour des tensions jusqu'à 15 kV est inférieure à 45  $\mu\text{C}$  et que dans le cas de tensions supérieures à 15 kV, l'énergie accumulée ne dépasse pas 350 mJ.

### Alimentation pour éclateur

Comme elle est limitée en courant à 2 mA, l'alimentation n'est pas dangereuse en cas de contact fortuit, conformément à la norme VDE 0105 ; sert à produire une étincelle d'allumage brève ou une zone de décharge permanente avec des douilles haute tension protégées contre les contacts fortuits et une douille additionnelle de mise à la terre. Spécialement conçue pour les expériences sur la synthèse de l'eau.

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : env. 10 000 V/-2,0 mA
- Alimentation secteur : 230 V, 50 Hz
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 3,0 kg

Matériel livré :

- Paire de câbles d'expérimentation de 50 cm
- Paire de pinces crocodile
- Câble secteur

667 818 Alimentation pour éclateur



## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.6 GÉNÉRATEURS HAUTE TENSION



#### 3.1.6 Générateurs haute tension

##### Machine à influence de Wimshurst

Permet de produire sans risque des tensions très élevées. Entraînement par manivelle et courroie ; livrée avec deux bouteilles de Leyde et éclateur.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de l'étincelle : max. 10 cm
- Diamètre de la roue : 30 cm
- Dimensions : 35 cm x 20 cm x 40 cm
- Masse : 3,3 kg

541 652 Machine à influence de Wimshurst



##### Générateur de Van de Graaf

Pour la génération d'une haute tension pour les expériences d'électrostatique. Avec moteur d'entraînement à régime réglable, sphère conductrice amovible sur isolateur vertical indépendant, y compris petite sphère sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Tension : jusqu'à env. 100 kV
- Courant de court-circuit : env. 10  $\mu$ A
- Sphère conductrice : 19 cm  $\varnothing$
- Sphère sur tige : 9 cm  $\varnothing$ , H = 46 cm
- Tension d'alimentation : 230 V
- Dimensions : 22 cm x 21 cm x 58 cm

541 72 Générateur de Van de Graaf



##### Courroie de rechange pour générateur de Van de Graaf

Pour 541 70, 541 71 et 541 72

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 89,5 cm
- Largeur : 5 cm

685 58 Courroie de rechange pour générateur de Van de Graaf

#### 3.1.7 Générateurs de signaux

##### Générateur de fonctions S 12

Générateur de signaux sinusoïdaux, triangulaires, rectangulaires, réglable en continu sur six gammes, avec amplificateur de puissance intégré. À utiliser de préférence pour les travaux pratiques du fait de son encombrement réduit et de sa forme plate ; doit être alimenté par une très basse tension.

Caractéristiques techniques :

- Forme du signal : sinusoïdale/triangulaire/carrée
- Plage de fréquence : 0,1 Hz ... 20 kHz
- Sortie de puissance (commutable) pour toutes les formes de signaux : 0 à 12  $V_{cc}$  sur 8  $\Omega$ , réglable en continu, par douilles de 4 mm
- Facteur de distorsion (forme sinusoïdale) : < 3 % (1 kHz)
- Rapport cyclique (forme carrée) : 1:1
- Temps de montée (forme carrée) : 2  $\mu$ s
- Alimentation : 12 V~, 50/60 Hz (par adaptateur secteur, fourni avec l'appareil)
- Puissance absorbée : 20 VA
- Dimensions : 16 cm x 12 cm x 7 cm
- Masse : 0,5 kg

522 621 Générateur de fonctions S 12



### Générateur de fonctions P

Générateur de signaux sinusoïdaux, triangulaires et carrés, avec amplificateur de puissance intégré : 5 W (sinus), 10 W (carré), fréquences de 0,1 Hz à 100 kHz, affichage numérique de la fréquence.

Caractéristiques techniques :

- Forme du signal : sinusoïdale/triangulaire/carrée, offset CC réglable
- Plage de fréquence : 0,1 Hz ... 100 kHz
- Réglage de la fréquence : sur 6 décades, en continu
- Affichage de la fréquence : 4 chiffres
- Sortie de déclenchement : BNC, 50  $\Omega$ , 5 V<sub>c</sub>
- Sortie de puissance par douilles de 4 mm :  
tension de sortie : 10 V<sub>c</sub>  
courant de sortie : 1 A<sub>c</sub>
- Facteur de distorsion (forme sinusoïdale) : <2 %
- Temps de montée (forme carrée) : 3  $\mu$ s
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 30 VA
- Dimensions : 30,3 cm x 23 cm x 14,3 cm
- Masse : 2 kg



522 561 | Générateur de fonctions P

### Générateur de fonctions de puissance

Générateur de signaux sinusoïdaux, triangulaires et carrés avec puissance de sortie maximale de 22,5 W ; à vobulation avec tension externe ; réglable en continu sur six gammes. L'appareil peut fonctionner en amplificateur ou en fréquencemètre.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,1 Hz ... 100 kHz, 6 décades
- Facteur de distorsion : <3 %
- Forme du signal : sinusoïdale/triangulaire/carrée, CC, externe
- Tension de sortie :  
100 mV<sub>cc</sub> ... 30 V<sub>cc</sub>  
10,6 V<sub>eff</sub> (forme sinusoïdale)  
offset CC ; déconnectable : 0 ...  $\pm$ 10 V  
R<sub>i</sub> : >5  $\Omega$
- Résiste aux tensions externes jusqu'à la tension secteur (>120 V)
- Courant de sortie : 3 A<sub>c</sub>, 2,12 A<sub>eff</sub> (forme sinusoïdale) ; résiste aux courts-circuits, isolé de la terre
- Entrée de vobulation : U<sub>vobulation</sub> <5 V
- Amplificateur :  
(CC jusqu'à 100 kHz), gain x 6  
tension d'entrée : 0 ... 5 V
- Fréquencemètre interne : 1 Hz ... 1 MHz
- Alimentation : 230 V  $\pm$ 10 %, 48 ... 65 Hz
- Puissance absorbée : max. 120 VA
- Dimensions (lxHxP) : 300 mm x 145 mm x 280 mm
- Masse : env. 5,3 kg



522 63 | Générateur de fonctions de puissance

	522 621	522 561	522 63	524 011 USB*
Désignation	Générateur de fonctions S12	Générateur de fonctions P	Générateur de fonctions de puissance	Power-Cassy
Forme du signal	Sinusoïdale/triangulaire/carrée	Sinusoïdale/triangulaire/carrée	Sinusoïdale/triangulaire/carrée/CC	Sinusoïdale/triangulaire/carrée/CC/libre
Plage de fréquence	0,1 Hz ... 20 kHz	0,1 Hz ... 100 kHz	0,1 Hz ... 100 kHz	0,01 Hz ... 5 kHz
Sortie de puissance	0 ... 12 V <sub>cc</sub>	0 ... 20 V <sub>cc</sub>	100 mV <sub>cc</sub> ... 30 V <sub>cc</sub>	0 ... 20 V <sub>cc</sub>
Offset CC		0 ... $\pm$ 10 V	0 ... $\pm$ 10 V	0 ... $\pm$ 10 V
Courant de sortie	1 A <sub>cc</sub>	2 A <sub>cc</sub>	3 A <sub>cc</sub>	1 A <sub>cc</sub>
Affichage de la fréquence		Oui	Oui	

\* avec raccord USB pour l'utilisation et la commande par un ordinateur

## 3.1 ALIMENTATION EN ÉNERGIE

### 3.1.7 GÉNÉRATEURS DE SIGNAUX



#### Power-CASSY USB

Interface connectable en cascade comme source programmable de tension ou de courant (générateur de fonctions de puissance) avec mesure intégrée du courant ou de la tension.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display
- Isolée galvaniquement
- Commandée par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA par fiche creuse

Caractéristiques techniques :

- **1 source de tension programmable** avec mesure simultanée du courant (par ex. pour le relevé d'une caractéristique)  
Résolution : 12 bits  
Plage de modulation :  $\pm 10$  V  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  A  
Précision :  $\pm 1\%$  plus 0,5 % de la pleine échelle  
Taux d'échantillonnage : 200 000 valeurs/s (= 100 000 valeurs/s pour la tension et le courant)  
Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 100 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 32 000 valeurs (= 16 000 valeurs par entrée)
- **1 source de courant programmable** avec mesure simultanée de la tension (sélectionnable en alternative à la source de tension)  
Plage de modulation :  $\pm 1$  A  
Gammes de mesure :  $\pm 1/\pm 3/\pm 10$  V  
Pour davantage de précisions, voir la source de tension
- **1 port USB** pour la connexion d'un ordinateur
- **1 bus CASSY** pour le branchement d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1 kg

Matériel livré :

- Power-CASSY
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Guide pour l'installation
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 011USB

Power-CASSY USB

#### Générateur de fonctions 1 mHz ... 12 MHz, vobulable

Sert à générer des signaux sinusoïdaux, triangulaires, carrés et des impulsions, réglable en continu sur 10 gammes, avec amplificateur intégré et vobulateur, à vobulation (balayage en fréquence) interne et externe, linéaire et logarithmique, limites de vobulation réglables séparément, tension de sortie réglable à l'aide de l'atténuateur (réglable en continu et par paliers).

Caractéristiques techniques :

- Fonctions : sinus, triangle, carré, impulsion, amplificateur, tension continue, symétrie variable
- Modes de fonctionnement : à fréquence propre, à vobulation lin. ou log. interne et externe, mode amplificateur, fréquencemètre
- Plage de fréquence : 1 mHz ... 12 MHz sur 10 décades
- Tension de sortie : 10 mV<sub>cc</sub> ... 30 V<sub>cc</sub>
- Impédance de sortie : 50  $\Omega$ , résiste à la marche à vide et aux courts-circuits
- Offset CC : 0 ...  $\pm 10$  V
- **Amplificateur :**
  - Gain : env. 17 dB, CC jusqu'à >12 MHz
  - Facteur de distorsion harmonique : <0,2 % jusqu'à 100 kHz
  - Sorties logiques : niveau TTL et ECL
  - Entrée de modulation VCO : env. 5 V pour une variation de la fréquence 1000:1
  - Sortie de rampe : env. 5 V (fixe)
- **Vobulateur interne :**
  - Toutes les fonctions, linéaire et logarithmique, avant, arrière, en continu, trigger interne et externe
  - Plage des fréquences : 1 mHz ... 12 MHz
  - Temps de rampe : 1 ms ... 1000 s
  - Course du vobulateur : 3 décades (log.), 2 décades (lin.)
  - Sortie Pen-Lift : niveau TTL
- **Fonctionnement en fréquencemètre :**
  - Plage des fréquences : 10 Hz ... 50 MHz
  - Résolution : 4 digits  $\frac{1}{2}$ , sélection automatique de la plage
  - Tension d'entrée : niveau TTL
  - Alimentation : 230 V  $\pm 10\%$ , 48 ... 60 Hz
  - Puissance absorbée : env. 40 VA
  - Dimensions : 265 mm x 147 mm x 330 mm
  - Masse : env. 5 kg
  - Boîtier : aluminium

522 551

Générateur de fonctions 1 mHz ... 12 MHz, vobulable



## 3.2 Appareils de mesure

### 3.2.1 pour la démonstration

#### Multimètre de démonstration

Instrument électronique à affichage analogique pour la mesure du courant, de la tension et de la résistance. L'appareil dispose d'un système breveté de blocage des bornes prévenant tout passage intempestif d'un type de mesure à l'autre. Grâce à son grand cadran et aux boutons de commande situés sur les faces avant et arrière, le multimètre convient particulièrement bien pour les expériences de démonstration. Un instrument analogique situé au dos de l'appareil permet le contrôle de la valeur mesurée et de la charge des piles. Affichage instantané de la valeur mesurée par sept échelles commutables (échelles des „1" et des „3" ) ; échelle à zéro central incluse. Grandes zones d'affichage pour le type de mesure et la gamme de mesure. Équipage de mesure à cadre mobile (noyau magnétique) avec amplificateur de mesure fonctionnant sur piles intégré et protection efficace contre les surcharges dans toutes les gammes de mesure. Faible consommation de l'amplificateur et arrêt automatique du fonctionnement sur piles en cas d'inutilisation prolongée (env. 55 min.) sans changement d'échelle. Livré avec poignée, piles et crochet pour la fixation dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
1/3/10/30/100/300 mV $\approx$   
1/3/10/30/100/300 V $\approx$   
1/3/10 kV $\approx$   
1/3/10/30/100/300  $\mu$ A $\approx$   
1/3/10/30/100/300 mA $\approx$   
1/3/10/30 A $\approx$   
Courants >30 ... 300 A~/200 A~ avec pince ampèremétrique (738 9991)  
Tensions continues jusqu'à 300 kV avec palpeur haute tension (531 93)  
 $\pm 10 \mu$ A/ $\pm 10$  mA/ $\pm 10$  A  
 $\pm 10$  mV/ $\pm 10$  V/ $\pm 10$  kV  
1/3/10/30/100/300 k $\Omega$
- Résistances internes :  
100 k $\Omega$  pour la fonction mV  
10 M $\Omega$  pour la fonction V  
1 G $\Omega$  pour la fonction kV, sans palpeur  
30 G $\Omega$  pour la fonction kV, avec palpeur
- Chutes de tension :  
120 mV pour la fonction  $\mu$ A, mA  
500 mV pour la fonction A
- Étendue de fréquence : 18 Hz ... 18 kHz
- Précision : classe 1,5
- 7 échelles différentes :  
graduation 1/3/10/30/100/300  
Échelles des „1" : 105 traits de graduation  
Échelles des „3" : 66 traits de graduation  
Échelle à zéro central : 42 traits de graduation  
Longueur de chaque échelle : 200 mm  
Hauteur des chiffres : 25 mm
- Protection contre les surcharges (utilisation permanente) :  
250 V dans la gamme des mV ( $\approx$ )  
600 V dans la gamme des V (-)  
400 V dans la gamme des V (~)  
15 kV dans la gamme des 10 kV  
20 A dans la gamme jusqu'à 300 mA ( $\approx$ )  
30 A dans la gamme des 30 A ( $\approx$ )
- Alimentation : 3 piles 1,5 V de type CEI R20 ou accumulateurs 1,2 V CEI HR20  
Arrêt automatique du fonctionnement sur piles au bout de 50 à 60 minutes  
Autonomie avec les accumulateurs au Ni-MH : env. 100 h
- Dimensions : 34 cm x 39 cm x 23 cm
- Masse : 5,1 kg

531 900 Multimètre de démonstration

#### Pince ampèremétrique CC / CA

Pince ampèremétrique pour les courants continus et alternatifs forts.

Caractéristiques techniques :

- Intensités du courant :  
CC : 0,5 ... 600 A  
CA : 0,5 ... 400 A
- Signal de sortie : 1 mV/A
- Gamme de mesure : CC ... 5 kHz
- Précision : <2 %
- Diamètre d'enserrage : max. 30 mm

738 9991 Pince ampèremétrique CC / CA



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.1 POUR LA DÉMONSTRATION



#### Palpeur haute tension

Résistance série pour hautes tensions avec poignée isolante pour la mesure de tensions continues inoffensives délivrées par des sources de haute tension couramment utilisées dans l'enseignement scolaire.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 30/100/300 kV-
- Résistance interne : 30 G $\Omega$
- Précision : classe 5
- Sortie : fiche de sécurité de 4 mm
- Longueur du palpeur : env. 32 cm
- Longueur du câble : 2 m

531 93 Palpeur haute tension

#### Multimètre de démonstration (passif)

Instrument de mesure passif à affichage analogique pour la mesure du courant et de la tension, sans amplificateur ni piles. L'appareil est ainsi toujours opérationnel. Il dispose d'un système breveté de blocage des bornes prévenant tout passage interpestif d'un type de mesure à l'autre. Grâce à son grand cadran et aux boutons de commande situés sur les faces avant et arrière, le multimètre convient particulièrement bien pour les expériences de démonstration. Un instrument analogique situé au dos de l'appareil permet le contrôle de la valeur mesurée. Affichage instantané de la valeur mesurée par sept échelles commutables (échelles des „1" et des „3" ) ; échelle à zéro central incluse. Grandes zones d'affichage pour le type de mesure et la gamme de mesure. Équipage de mesure à cadre mobile (noyau magnétique) avec protection efficace contre les surcharges dans toutes les gammes de mesure. Livré avec poignée et crochet pour la fixation dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure de la tension : 1/3/10/30/100/300 V $\approx$
- Résistances internes, tension continue : 5,2/15,8/52,6/156/525/1580 k $\Omega$  soit 5 k $\Omega$ /V
- Résistances internes, tension alternative : 0,3/1/3,3/138/474/1440 k $\Omega$  soit 0,3 k $\Omega$  ou 4,7 k $\Omega$ /V
- Gammes de mesure du courant : 1/3/10/30/100/300 mA $\approx$ , 1/3/10 A $\approx$
- Résistances internes, courant continu : 650/262/81/26/8/2,6/0,8/0,27/0,08  $\Omega$
- Résistances internes, courant alternatif : 675/182/10,8/3,6/3/3,8/0,8/0,3/0,15  $\Omega$
- Précision :
  - classe 1,5 pour les grandeurs continues
  - classe 2,5 pour les grandeurs alternatives
- Plage de fréquence : 10 Hz ... 10 kHz
- Capacité de surcharge :
  - Gammes de mesure de la tension : 300 V
  - Gammes de mesure du courant :
    - 1 A dans les gammes de mesure jusqu'à 0,3 A
    - 15 A dans les gammes de mesure jusqu'à 10 A
- 7 échelles différentes :
  - graduation 1/3/10/30/100/300
  - Échelle des „1" : 105 traits de graduation
  - Échelles des „3" : 66 traits de graduation
  - Échelle à zéro central : 42 traits de graduation
  - Longueur de chaque échelle : 200 mm
  - Hauteur des chiffres : 25 mm
- Dimensions : 34 cm x 39 cm x 23 cm
- Masse : 5,0 kg

531 905 Multimètre de démonstration (passif)

#### Ampèremètre-voltmètre

Instrument électronique à affichage analogique pour la mesure du courant et de la tension en cours de démonstration grâce à son grand cadran à échelle double visible de loin. Équipage de mesure à cadre mobile avec amplificateur intégré alimenté par piles et protection efficace contre les surcharges pour toutes les gammes de mesure ; protégé contre d'éventuelles erreurs de manipulation. Les gammes de mesure sont sélectionnées par un commutateur rotatif. L'ampèremètre-voltmètre peut être utilisé soit comme appareil de table, soit dans un cadre profilé ou dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Arrêt automatique du fonctionnement sur piles : après 45 minutes
- Longévité des piles : env. 300 heures de service
- Gammes de tension continue : 1 ... 300 V (6 gammes)
- Gammes de tension alternative : 1 ... 300 V (6 gammes)
- Gammes de courant continu : 0,1 ... 10 A (5 gammes)
- Gammes de courant alternatif : 0,1 ... 10 A (5 gammes)
- Résistance interne (gammes de tension) : 1,5 M $\Omega$  (constant)
- Précision : classe 2,5
- Échelles : -3 ... 0 ... +3 et -1 ... 0 ... +1
- Longueur de l'échelle : 135 mm
- Graduation : 0,1 linéaire
- Capacité de surcharge (limite supérieure) :  
Gammes de mesure de la tension : 350 V $\cong$  (en permanence)  
Gammes de mesure du courant : 14 A $\cong$  (en permanence)
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation (incluse au matériel) : 4 piles 1,5 V, type CEI R6
- Dimensions : 20 cm x 29,7 cm x 12 cm
- Masse : 1,3 kg

531 94 Ampèremètre-voltmètre



#### CASSY-Display USB

Affichage bicanal pour la visualisation sans ordinateur des valeurs instantanées avec le Sensor-CASSY (524 013).

- Commandé par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
- La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY ou un adaptateur enfiché (grandeurs et gammes de mesure, voir description du module en question)
- Valeurs commutables et calibrables individuellement. La grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement dès qu'un adaptateur est enfiché
- Avec horloge en temps réel intégrée et centrale de mesure  
Le contenu de la mémoire pour jusqu'à 32 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab (524 220) via le port USB
- Il est possible de raccorder tant le sensor-CASSY (série) que le sensor-CASSY (USB) en cascade mixte
- Alimentation en tension 12 V CA/CC par fiche creuse
- Relevé des valeurs avec la source de tension portable (12 V) également possible indépendamment du réseau

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 215 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : env. 1,8 kg

524 020USB CASSY-Display USB



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.1 POUR LA DÉMONSTRATION



#### Sensor-CASSY 2

Interface connectable en cascade pour l'acquisition de données.

- À connecter au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display (524 020USB)
- Sensor-CASSY (524 010), Sensor-CASSY 2 et Power-CASSY (524 011USB) peuvent être connectés en cascade mixte
- Isolée galvaniquement en trois points (entrées de 4 mm A et B, relais R)
- Mesure possible parallèlement aux entrées de 4 mm et slots pour adaptateurs de signaux (système à quatre canaux)
- Avec possibilité de monter en cascade jusqu'à 8 modules CASSY (pour multiplier les entrées et sorties)
- Avec possibilité d'avoir jusqu'à 8 entrées analogiques par Sensor-CASSY moyennant des adaptateurs complémentaires
- Avec reconnaissance automatique (plug & play) des adaptateurs par CASSY Lab 2 (524 220)
- Commandée par microordinateur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour l'optimisation des performances)
- Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
- Alimentée en tension 12 V CA/CC par une fiche creuse ou un module CASSY adjacent
- Information pour le développeur et pilote LabVIEW™ disponibles sur Internet

Caractéristiques techniques :

- **5 entrées analogiques**
  - 2 entrées tension analogiques A et B sur douilles de sécurité de 4 mm (isolées galvaniquement)
  - Résolution : 12 bits
  - Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 250$  V
  - Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle
  - Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$
  - Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée
  - Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 10 000 valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 200 000 valeurs
  - Pré-trigger : jusqu'à 50 000 valeurs par entrée
  - 1 entrée courant analogique A sur douilles de sécurité de 4 mm (alternativement à l'entrée tension A)
  - Gammes de mesure :  $\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A
  - Erreur de mesure : erreur de mesure de la tension plus 1 %
  - Résistance d'entrée : < 0,5  $\Omega$
  - Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1 MHz par entrée
  - Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension
- **2 entrées analogiques sur slot pour adaptateurs de signaux A et B** (raccordement possible de tous les capteurs et adaptateurs CASSY)
  - Gammes de mesure :  $\pm 0,003/\pm 0,01/\pm 0,03/\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1$  V
  - Résistance d'entrée : 10 k $\Omega$
  - Taux d'échantillonnage : jusqu'à 500 kHz par entrée
  - Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension.
  - Les caractéristiques techniques varient en fonction de l'adaptateur enfiché. La reconnaissance des grandeurs et gammes de mesure est assurée automatiquement par CASSY Lab 2 dès qu'un adaptateur est enfiché.
- **4 entrées timer avec compteurs de 32 bits sur slot pour adaptateurs de signaux** (par ex. pour l'adaptateur GM, l'adaptateur timer ou le timer S)
  - Fréquence de comptage : max. 1 MHz
  - Résolution temporelle : 20 ns
- **5 affichages de l'état par LED** pour les entrées analogiques et le port USB
  - Couleurs : rouge et vert, suivant l'état
  - Clarté : ajustable
- **1 relais commutateur** (indication de la commutation par LED)
  - Gamme : max. 250 V / 2 A
- **1 sortie analogique** (indication de la commutation par LED, par ex. pour un aimant de maintien ou une alimentation pour l'expérimentation)
  - Tension ajustable : max. 16 V / 200 mA (charge  $\geq 80$   $\Omega$ )
- **12 entrées numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la reconnaissance automatique de l'adaptateur)
- **6 sorties numériques (TTL)** sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la commutation automatique de la gamme de mesure d'un adaptateur)
- **1 port USB** pour la connexion d'un ordinateur
- **1 bus CASSY** pour la connexion d'autres modules CASSY
- Dimensions : 115 mm x 295 mm x 45 mm
- Masse : 1,0 kg

Matériel livré :

- Sensor-CASSY 2
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 013 | Sensor-CASSY 2

#### Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage

à l'aide de capteurs CASSY interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835 Instrument de mesure universel Physique



#### Capteurs CASSY pour l'instrument de mesure universel Physique

N° de cat.	Désignation	Grandeur mesurée
524 0621	Capteur UIP S	Tension, courant
524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N	Force, accélération
524 0421	Plaque de forces S	Force
524 0422	Capteur d'accélération 3D S	Accélération
524 060	Capteur de forces S, $\pm 1$ N	Force
524 068	Appareil à force centrifuge S	Force
524 073	Capteur de déplacement à laser S	Distance, temps
524 082	Capteur de rotation S	Angle, distance
524 064	Capteur de pression S, $\pm 2\,000$ hPa	Pression
524 066	Capteur de pression S, $\pm 70$ hPa	Pression
524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa	Pression
524 044	Capteur de température S, CTN	Température
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	Température
524 080	Mesure de champ électrique S	Champ électrique
524 0381	Sonde B combinée S	Flux magnétique
524 0382	Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT	Flux magnétique
524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT	Flux magnétique
524 0331	Tube compteur GM S	Impulsions, taux de comptage



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.2 PORTATIFS



### 3.2.2 portatifs

#### Multimètre LDanalog 10

Pour les mesures de routine et de contrôle rapides dont les exigences en termes de précision ne sont pas très élevées ; à capacité de charge limitée.

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 100 mV ... 1000 V (6 gammes)
- Tension alternative : 10 V ... 1000 V (5 gammes)
- Courant continu : 50 mA ... 1 A (5 gammes)
- Courant alternatif : 3 mA ... 3 A (4 gammes)
- Résistance : 1  $\Omega$  ... 500 k $\Omega$  (3 gammes)
- Autres gammes de mesure : niveau en dB
- Résistance interne : 20 k $\Omega$ /V- /6,67 k $\Omega$ /V~
- Précision : classe 2,5  $\equiv$
- Zéro : à gauche
- Échelle à miroir : oui
- Pile (incluse) : 1,5 V, 1 x R6 (685 44ET4)
- Capacité de surcharge/protection : F 3,15 A/440 V
- Dimensions : 10 cm x 14 cm x 3,5 cm
- Masse : 240 g

531 110 Multimètre LDanalog 10



#### Multimètre LDanalog 20

Instrument de mesure à haute capacité de charge, avec dispositifs de sécurité intégrés protégeant l'appareil contre toute erreur de manipulation : spécialement conçu pour les expériences et les travaux pratiques. L'équipage de mesure est protégé par deux diodes antiparallèles. Arrêt automatique du fonctionnement sur piles au bout d'env. 45 minutes.

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 0,1 V ... 300 V (8 gammes)
- Tension alternative : 3 V ... 300 V (5 gammes)
- Courant continu : 0,1 mA ... 3 A (6 gammes)
- Courant alternatif : 0,1 mA ... 3 A (6 gammes)
- Résistance interne : 10 M $\Omega$
- Précision : classe 2-3~
- Zéro : à gauche/central (commutable)
- Échelle à miroir : oui
- Pile (incluse) : 9 V/CEI 6F22 (685 45ET5)
- Capacité de surcharge/protection : F 3,15 A/300 V
- Dimensions : 10 cm x 14 cm x 3,5 cm
- Masse : 270 g

531 120 Multimètre LDanalog 20



#### Multimètre LDanalog 30

Instrument de mesure robuste à cadre mobile et noyau magnétique avec relais de protection contre la surcharge à déclenchement automatique et échelle clairement graduée. Un appareil idéal pour les travaux pratiques (sans le fusible traditionnel).

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 30 ... 600 V (3 gammes)
- Tension alternative : 30 ... 600 V (3 gammes)
- Courant continue : 0,3 ... 15 A (3 gammes)
- Courant alternatif : 0,3 ... 15 A (3 gammes)
- Résistance : 1  $\Omega$  ... 500 k $\Omega$  (3 gammes)
- Résistance interne : 1,45 k $\Omega$ /V- /1,33 k $\Omega$ /V~
- Précision : classe 2,5  $\equiv$
- Zéro : à gauche
- Échelle à miroir : oui
- Pile (incluse) : 1,5 V, 1 x R6 (685 44ET4)
- Capacité de surcharge/protection : coupe-circuit automatique 15 A/250 V
- Dimensions : 10 cm x 14 cm x 3,5 cm
- Masse : 260 g

531 130 Multimètre LDanalog 30

#### Multimètre METRAport 3A

Instrument de mesure à haute capacité de charge avec dispositifs spéciaux intégrés contre la destruction suite à une erreur de manipulation ; avec amplificateur de mesure incorporé pour des mesures de précision. Une adaptation optimale du cadran d'affichage à l'angle de lecture est assurée par inclinaison du couvercle du boîtier.

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 0,1 ... 1000 V (9 gammes)
- Tension alternative : 0,1 ... 1000 V (9 gammes)
- Courant continu : 10  $\mu$ A ... 10 A (7 gammes)
- Courant alternatif : 10  $\mu$ A ... 10 A (7 gammes)
- Résistance : 1  $\Omega$  ... 20 M $\Omega$  (5 gammes)
- Autres gammes de mesure : mesure du niveau (en dB)
- Résistance interne : 10 M $\Omega$  (const.)
- Précision : classe 1,5 (en continu) / classe 2,5 (en alternatif)
- Zéro : à gauche
- Échelle à miroir : oui
- Pile (incluse) : 9 V/CEI 6 F 22 (685 45ET5)
- Capacité de surcharge : dans toutes les gammes jusqu'à 250 V
- Fusibles : FF 1,6 G/ 250 V
- Dimensions : 14,6 cm x 11,8 cm x 4,4 cm
- Masse : 450 g

531 57 Multimètre METRAport 3A



#### Multimètre METRAport 40 S

Multimètre articulé avec très grand écran numérique doté d'une échelle analogique, arrêt automatique du fonctionnement sur pile par fermeture de l'appareil et après 10 minutes d'inutilisation ; avec coupe-circuit automatique.

- Multimètre de précision (V, A,  $\Omega$ , Hz, %, °C/°F)
- Ajustage optimal de l'angle de lecture
- Affichage à 4 chiffres  $\frac{3}{4}$  de la valeur mesurée
- Hauteur des chiffres : 20 mm
- Mesure de valeurs efficaces réelles TRMS
- Test de diodes et contrôle acoustique de la continuité

Caractéristiques techniques :

- Tension : 30/300 mV, 3/30/300/600 V
- Résistance d'entrée : 10 M $\Omega$
- Courant : 300  $\mu$ A, 3/30/300 mA, 3/10 A
- Résistance : 30/300  $\Omega$ , 3/30/300 k $\Omega$ , 3/30 M $\Omega$
- Capacité : 30/300 nF, 3/30/300  $\mu$ F
- Fréquence : 300 Hz, 3/30/300 kHz, 1 MHz
- Livré avec piles, câbles et bandoulière
- Dimensions : 146 mm x 118 mm x 44 mm
- Masse : env. 0,45 kg

531 583 Multimètre METRAport 40 S



#### Ampèremètre C.A 401

Instrument de mesure analogique à cadre mobile et redresseur de courant, robuste et simple d'emploi, parfaitement adapté aux besoins et aux exigences de l'enseignement et des laboratoires. Avec douilles de sécurité, protection électronique et double isolation.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :
  - 100  $\mu$ A ... 10 A- (11 gammes)
  - 10 mA ... 10 A~ (7 gammes)
- Précision :
  - $\pm 2\%$  -  $\pm 2,5\%$  ~
  - $\pm 2,5\%$  (10 A)- /  $\pm 3,5\%$  (10 A)~
- Zéro : à gauche
- Réponse en fréquence : 45 ... 400 Hz
- Échelle à miroir : oui
- Fusibles :
  - F 10 A (6,3 mm x 32 mm)
  - F 1 A (6,3 mm x 32 mm)
- Dimensions : 16,5 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 450 g

531 11 Ampèremètre C.A 401



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.2 PORTATIFS



#### Voltmètre C.A 402

Instrument de mesure analogique à cadre mobile et redresseur de courant, robuste et simple d'emploi, parfaitement adapté aux besoins et aux exigences de l'enseignement et des laboratoires. Avec douilles de sécurité, protection électronique et double isolation.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :
  - 100 mV ... 1000 V - (8 gammes)
  - 3 V ... 1000 V ~ (6 gammes)
- Résistance interne :
  - 20 k $\Omega$ /V- (hors gamme 1000 V)
  - 6,32 k $\Omega$ /V~
- Précision :  $\pm 1,5\%$  - /  $\pm 2,5\%$  ~
- Zéro : à gauche
- Réponse en fréquence : 20 Hz ... 400 Hz
- Échelle à miroir : oui
- Charge admissible :
  - 400 V ... 1500 V~
  - 230 V ... 1500 V-
- Protection : électronique
- Dimensions : 16,5 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 450 g

531 12 Voltmètre C.A 402



#### Galvanomètre C.A 403

Instrument de mesure analogique à cadre mobile et redresseur de courant, robuste et simple d'emploi, parfaitement adapté aux besoins et aux exigences de l'enseignement et des laboratoires. Avec douilles de sécurité, protection électronique et double isolation.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :
  - 30  $\mu$ A et 3 mA-
  - 100 mV-
- Impédance d'entrée :
  - 460  $\Omega$  et 500  $\Omega$
  - 3333  $\Omega$
- Précision :  $\pm 1,5\%$
- Zéro : central
- Échelle à miroir : oui
- Fusible : F 0,315 A (6,3 mm x 32 mm)
- Dimensions : 16,5 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 450 g

531 13 Galvanomètre C.A 403

#### Modèle d'instrument à cadre mobile

Pour illustrer le fonctionnement d'un équipement de mesure à cadre mobile (système à noyau magnétique). Dans boîtier en plexiglas, convient pour la projection, par ex. avec le rétroprojecteur (452 111) ou pour l'observation directe. L'appareil est opérationnel, calibrable et doté d'un champ de marquage pour l'échelle ; livré avec un rouleau de fil de rechange.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : env. 0 ... 300 mA
- Connexion : par douilles de 4 mm
- Dimensions : 22 cm x 14,5 cm x 4,5 cm

531 22 Modèle d'instrument à cadre mobile





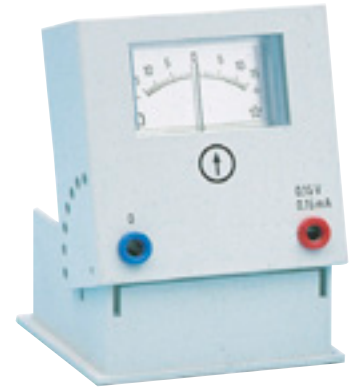
### Galvanomètre à cadre mobile

Pour la mise en évidence qualitative de petites forces électromotrices induites et de faibles courants induits. Peut être utilisé avec des shunts externes pour réaliser des expériences sur l'extension de la gamme de mesure.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de tension :  $\pm 0,15$  V
- Gammas de courant :  $\pm 0,15$  mA
- Résistance interne :  $1 \text{ k}\Omega$
- Zéro : central
- Longueur de l'échelle : env. 30 mm
- Angle d'inclinaison réglable du cadran :  $0/15/30/45/60/75/90^\circ$
- Dimensions (fermé) : 7 cm x 7 cm x 4 cm
- Masse : 70 g

531 67 Galvanomètre à cadre mobile



### Voltmètre 1,5/3/15 V

Voltmètre à trois gammes pour la mesure de tensions continues pendant les travaux dirigés ou les travaux pratiques. Équipement de mesure à cadre mobile.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de tension :  $\pm 1,5/3/15$  V
- Résistance interne :  $8 \text{ k}\Omega/\text{V}$
- Zéro : central
- Longueur de l'échelle : env. 30 mm
- Angle d'inclinaison réglable de l'écran :  $0/15/30/45/60/75/90^\circ$
- Dimensions (fermé) : 7 cm x 7 cm x 4 cm
- Masse : 70 g

531 68 Voltmètre 1,5/3/15 V



### Ampèremètre 0,03/0,3/3 A

Ampèremètre à trois gammes pour la mesure de courants continus pendant les travaux dirigés ou les travaux pratiques. Équipement de mesure à cadre mobile.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de courant :  $\pm 0,03/0,3/3$  A
- Chute de tension à pleine échelle : 100 mV
- Zéro : central
- Longueur de l'échelle : env. 30 mm
- Angle d'inclinaison réglable de l'écran :  $0/15/30/45/60/75/90^\circ$
- Dimensions (fermé) : 7 cm x 7 cm x 4 cm
- Masse : 70 g

531 69 Ampèremètre 0,03/0,3/3 A



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.2 PORTATIFS



#### Multimètre METRAmax 12

Multimètre à affichage numérique avec :

- fonctions HOLD et MIN/MAX
- sélection automatique et manuelle de la gamme de mesure
- test de diodes et de continuité
- arrêt automatique au bout de 30 minutes d'inutilisation

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure de la tension : 0,4 / 4 / 40 / 400 / 600 V CA/CC
- Résolution de tension dans la gamme la plus petite : 100  $\mu$ V
- Gammes de mesure du courant : 40 / 400 mA / 10 A CA/CC
- Résolution de courant dans la gamme la plus petite : 10  $\mu$ A
- Gammes de mesure de la résistance: 400  $\Omega$ , 4/40/400/4 000 k $\Omega$ , 40 M $\Omega$
- Résolution de résistance dans la gamme la plus petite : 100 m $\Omega$
- Gammes de mesure diverses :
  - 100 Hz ... 400 kHz
  - 4 nF ... 40  $\mu$ F
- Résistance interne : 10 M $\Omega$  (>20 M $\Omega$ )
- Test de diodes et de continuité : oui
- Affichage : 3 chiffres  $\frac{1}{2}$  / LCD de 10 mm
- Piles : 2 x 1,5 V pile Mignon (200 66 264) (incluses)
- Erreur intrinsèque pour V (CC) : 0,5 ... 1,5 + 5 points
- Capacité de surcharge :
  - Tension : 720 V en utilisation permanente
  - Courant : (40 mA - 400 mA) 480 mA en utilisation permanente
  - 10 A, 12 A 5 min
  - Résistance : toutes les gammes de mesure 420 V 10 min
- Fusibles : FF 1,6 A/ 500 V
- Dimensions : 9,2 cm x 15,4 cm x 2,5 cm
- Masse : 250 g

531 090 Multimètre METRAmax 12

#### Multimètre Metrahit Pro

Particularités :

- Blocage automatique des bornes pour qu'aucun câble de mesure ne puisse être connecté à une borne inappropriée
- Arrêt automatique et manuel du fonctionnement sur pile
- Signalisation d'un endommagement des fusibles ou d'une surcharge
- Sélection automatique et manuelle de la gamme de mesure
- Mesure des valeurs efficaces réelles : TRMS
- Affichage numérique : 65 mm x 36 mm, 4 chiffres  $\frac{1}{2}$ ,  $\pm$  12000 points
- Graduation automatique de l'affichage analogique
- Modèle conforme aux normes CEM
- Sans gaine de protection en caoutchouc
- Jeu de câbles d'expérimentation de sécurité

Caractéristiques techniques :

- Gammes de tension continue : 100 mV ... 1000 V
- Gammes de tension alternative : 100 mV ... 1000 V
- Gammes de courant continu : 1 ... 10 A
- Gammes de courant alternatif : 1 ... 10 A
- Gammes de mesure de la résistance : 100  $\Omega$  ... 40 M $\Omega$
- Fréquence : 100 Hz ... 30 kHz
- Température : -250 ... +1372  $^{\circ}$ C
- Résolution : 10  $\mu$ V; 100  $\mu$ A; 10 m $\Omega$ ; 0,01 Hz; 0,1  $^{\circ}$ C
- Test de diodes et de continuité : oui
- TRMS : CA et CA+CC, 10 kHz
- Erreur intrinsèque pour V- : 0,05 % de la val. mesurée/ $\pm$ 3 points
- Piles (incluses) : 2 x AA CEI LR6 (685 44ET4)
- Capacité de surcharge :
  - Gammes de tension : 1000 V
  - Gammes de courant : 10 A
- Fusibles FF 10 A/1000 V CA/CC
- Dimensions : 87 mm x 200 mm x 45 mm
- Masse : env. 400 g

531 282 Multimètre Metrahit Pro

## Multimètre Metrahit X-tra

Particularités :

- Blocage automatique des bornes pour qu'aucun câble de mesure ne puisse être connecté à une borne inappropriée
- Arrêt automatique et manuel du fonctionnement sur pile
- Signalisation d'un endommagement des fusibles ou d'une surcharge
- Sélection automatique et manuelle de la gamme de mesure
- Mémoire des valeurs mesurées DATA HOLD, enregistrement MIN/MAX, valeur actuelle
- Mesure de valeurs efficaces réelles : TRMS
- Interface de données à infrarouges
- Affichage numérique : 65 mm x 36 mm, 4 chiffres 1/2,  $\pm 12000$  points
- Graduation automatique de l'affichage analogique
- Modèle conforme aux normes CEM
- Gaine de protection en caoutchouc avec béquille et bandoulière
- Jeu de câbles d'expérimentation de sécurité

Caractéristiques techniques :

- Gammes de tension continue : 100 mV ... 1000 V
- Gammes de tension alternative : 100 mV ... 1000 V
- Gammes de courant continu : 100  $\mu$ A ... 10 A
- Gammes de courant alternatif : 100  $\mu$ A ... 10 A
- Gammes de mesure de la résistance : 100  $\Omega$  ... 40 M $\Omega$
- Capacité : 10 nF ... 1000  $\mu$ F
- Fréquence : 1 Hz ... 1 MHz
- Température : -250 ... +1372  $^{\circ}$ C
- Résolution : 10  $\mu$ V; 10 nA; 10 m $\Omega$ ; 10 pF; 0,01 Hz; 0,1  $^{\circ}$ C
- Test de diodes et de continuité : oui
- TRMS : CA et CA+CC, 20 kHz
- Mémoire des valeurs mesurées DATA : oui
- Enregistrement MIN/MAX : oui
- Erreur intrinsèque pour V- : 0,05 % de la val. mesurée / $\pm 3$  points
- Piles (incluses) : 2 x AA CEI LR6 (685 44ET4)
- Capacité de surcharge :  
Gammes de tension : 1000 V  
Gammes de courant :  
100  $\mu$ A ... 100 mA: 200 mA  
1 ... 10 A: 10 A
- Fusibles FF 10 A/1000 V CA/CC
- Dimensions : 87 mm x 200 mm x 45 mm
- Masse : env. 400 g

531 303 Multimètre Metrahit X-tra

## Multimètre numérique MX 22

Caractéristiques techniques :

- Affichage : 4000 points
- Tension CA/CC  
Gammes de mesure : 40/400 mV, 4/40/400/600 V  
Résolution : 0,01 mV ... 1 V  
Précision : 0,3 % + 2 points CC, 1 % + 4 points CA
- Courant CA/CC  
Gammes de mesure : 400  $\mu$ A, 4/40/400 mA, 4/10 A  
Résolution : 0,1  $\mu$ A ... 10 mA  
Précision : 1 % + 3 points CC, 1,2 % + 5 points CA
- Gammes de mesure de la résistance : 400  $\Omega$ , 4/40/400 k $\Omega$ , 4 ... 40 M $\Omega$
- Gammes de mesure de la fréquence : 4/40/400 kHz, 4 ... 40 MHz
- Test de diodes et de continuité
- Fonction mémoire, enregistrement MIN/MAX
- Arrêt automatique
- Sécurité CEI 61010-1 : cat. III, 600 V
- Pile (incluse) : 9 V (685 45ET5)
- Dimensions : 35 mm x 80 mm x 170 mm
- Masse : 300 g

531 191 Multimètre numérique MX 22



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.2 PORTATIFS



#### Multimètre numérique MX 24B

Caractéristiques techniques :

- Affichage : 5000 points, bargraphe, rétroéclairage
- Type de mesure : TRMS
- Tension CA/CC  
Gammes de mesure : 0,5/5/50/500/1000 V CC, 750 V CA  
Résolution : 0,1 mV ... 1 V  
Précision : 0,3 % + 2 points CC, 1,5 % + 2 points CA
- Courant CA/CC  
Gammes de mesure : 500 mA, 10 A  
Résolution : 100  $\mu$ A, 10 mA  
Précision : 1 % + 5 points CC, 2,5 % + 5 points CA
- Gammes de mesure de la résistance : 500  $\Omega$ , 5/50/500 k $\Omega$ , 5/50 M $\Omega$
- Gammes de mesure de la capacité : 50/500 nF, 5/50/500  $\mu$ F, 5/50 mF
- Gammes de mesure de la fréquence : 5/50/500 Hz, 5/50/500 kHz
- Test de diodes et de continuité
- Fonction mémoire, enregistrement MIN/MAX
- Arrêt automatique
- Sécurité CEI 61010-1 : cat. III, 600 V
- Pile (incluse) : 9 V (685 45ET5)
- Dimensions : 35 mm x 80 mm x 170 mm
- Masse : 300 g

531 192

Multimètre numérique MX 24B



#### Multimètre numérique MX 26

Caractéristiques techniques :

- Affichage : 5000 points, bargraphe, rétroéclairage
- Type de mesure : TRMS
- Tension CA/CC  
Gammes de mesure : 0,5/5/50/500/1000 V CC, 750 V CA  
Résolution : 0,1 mV ... 1 V  
Précision : 0,3 % + 2-D DC, 1 % + 3 points CA
- Courant CA/CC  
Gammes de mesure : 500 mA/10 A  
Résolution : 100  $\mu$ A/10 mA  
Précision : 1 % + 2 points CC, 2,5 % + 2 points CA
- Gammes de mesure de la résistance : 500  $\Omega$ , 5/50/500 k $\Omega$ , 5/50 M $\Omega$
- Gammes de mesure de la capacité : 50/500 nF, 5/50/500  $\mu$ F, 5/50 mF
- Gammes de mesure de la fréquence : 5/50/500 Hz, 5/50/500 kHz
- Test de diodes et de continuité
- Fonction mémoire, enregistrement MIN/MAX
- Arrêt automatique
- Interface de communication optique
- Sécurité CEI 61010-1 : cat. III, 600 V
- Pile (incluse) : 9 V (685 45ET5)
- Dimensions : 35 mm x 80 mm x 170 mm
- Masse : 300 g

531 193

Multimètre numérique MX 26



#### Multimètre numérique 3340

- Sécurité : CEI-1010-1 ; CAT II 1000 V
- 39 mm, afficheur LCD à 3 chiffres  $\frac{3}{4}$  ; affichage max. : 4000, rétroéclairage
- Arrêt automatique, sélection automatique de la gamme
- Mémoire des valeurs mesurées, fonction de mesure relative
- Test de diodes et de continuité
- Accessoires : câble de contrôle, thermocouple de type K et adaptateur de température, pile et notice en allemand et en anglais

Caractéristiques techniques :

- Tension CC : 400 mV, 4/40/400/1000 V
- Tension CA : 4/40/400/700 V
- Courant CC : 400  $\mu$ A, 4/40/400 mA, 4/20 A
- Courant CA : 400  $\mu$ A, 4/40/400 mA, 4/20 A
- Résistance : 400  $\Omega$ , 4/40/400 k $\Omega$ , 4/40 M $\Omega$
- Capacité : 40/400 nF, 4/40/100  $\mu$ F
- Fréquence : 5/50/500 Hz, 5/50/500 kHz, 5 MHz
- Température : -20 ... 760  $^{\circ}$ C
- Dimensions (lxHxP) : 92 mm x 195 mm x 38 mm
- Tension de service : pile 9 V (685 45ET5)
- Masse : 380 g (pile incluse)

531 183

Multimètre numérique 3340

### Multimètre numérique 3315

Multimètre numérique avec afficheur LCD à 3 chiffres  $\frac{3}{4}$  (max. 3999) et bargraphe analogique à 40 segments ainsi que symboles d'identification des fonctions.

Particularités : ports USB et RS 232, mesure de la capacité, de la fréquence et de la température ; fonctions de test de diode et de continuité ainsi que sortie du signal et bruiteur ; mémoire des valeurs mesurées, enregistrement MIN/MAX, mesure relative ; arrêt automatique.

Sécurité : TÜV/GS, CEI-1010-1; CAT III 1000 V, CAT IV 600 V

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 40 mV, 4/40/400/1000 V;  $\pm 0,8\%$  + 1 point
- Tension alternative : 4/40/400/700 V;  $\pm 1,0\%$  + 5 points
- Courant continu : 400  $\mu$ A, 4/40/400 mA, 10 A;  $\pm 1\%$  + 2 points
- Courant alternatif : 400  $\mu$ A, 4/40/400 mA, 10 A;  $\pm 1,5\%$  + 5 points
- Résistance : 400  $\Omega$ , 4/40/400 k $\Omega$ , 4/40 M $\Omega$ ;  $\pm 1\%$  + 2 points
- Capacité : 4/40/400 nF, 4/40/400  $\mu$ F, 4/40 mF;  $\pm 4\%$  + 3 points
- Fréquence : 4/40/400 kHz, 4/40/400 MHz;  $\pm 0,1\%$  + 3 points
- Température : -40 ... +1000 °C;  $\pm 1\%$  + 3 points
- Dimensions : 100 mm x 210 mm x 45 mm
- Masse : 0,33 kg

531 2741 Multimètre numérique 3315



### Multimètre numérique DMM120

Multimètre compact à grand afficheur numérique à 3 chiffres  $\frac{3}{4}$  ; sélection automatique ou manuel de la gamme de mesure, rétroéclairage, affichage automatique des symboles d'identification des fonctions et de signalisation de la décharge de la batterie ; arrêt automatique, 1 gaine antichoc, 1 jeu de câbles de mesure avec pointes de touche rouges/noirs.

Caractéristiques techniques :

- Tension continue : 0,1 mV ... 600 V (5 gammes)
- Tension alternative : 0,1 mV ... 600 V (5 gammes)
- Courant continu : 0,1  $\mu$ A ... 10 A (5 gammes)
- Courant alternatif : 0,1  $\mu$ A ... 10 A (5 gammes)
- Résistance interne : 10 M $\Omega$  CC/CA
- Plage de résistance : 0,1  $\Omega$  ... 40 M $\Omega$  (6 gammes)
- Plage de capacité : 0,01 nF ... 100  $\mu$ F (5 gammes)
- Plage de fréquence : 0,01 Hz ... 20 MHz (6 gammes)
- Test de diodes et de continuité : oui
- Mémoire des valeurs mesurées HOLD : oui
- Précision (tension continue) :  $\pm 0,5\%$  + 2 points
- Précision (tension alternative) :  $\pm 1,0\%$  + 4 points
- Précision (courant continu) :  $\pm 1,2\%$  + 2 points
- Précision (courant alternatif) :  $\pm 1,5\%$  + 4 points
- Pile : 2 x 1,5 V/CEI R6 (685 44ET4)
- Capacité de surcharge : 500 Vrms
- Fusibles : 500 mA/250 V (5 mm x 20 mm) et 10 A HP600 V
- Vmax CAT II: 600 V
- Dimensions : 16,5 cm x 8,5 cm x 4,0 cm
- Masse : 260 g

531 172 Multimètre numérique DMM120



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.2 PORTATIFS



#### Mobile-CASSY

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique.

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données. Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB de CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.
- Chargement facile grâce à un accumulateur intégré

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle d'échantillonnage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Capacité de l'accumulateur : 9 Wh
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC
- Accumulateurs intégrés
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Adaptateur secteur
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009A | Mobile-CASSY

#### Capteur UIP S

Pour la saisie simultanée avec séparation de potentiel de la tension  $U$  et du courant  $I$  ainsi que de leurs valeurs efficaces avec les modules Pocket-CASSY (524 006, 524 018), Mobile-CASSY (524 009A), l'instrument de mesure universel Physique (531 835) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Il peut ainsi aussi servir à mesurer la puissance et la résistance ainsi qu'à déterminer des caractéristiques. Dans les circuits à tension alternative, le Pocket-CASSY détermine en outre le  $\cos\varphi$  entre la tension  $U$  et le courant  $I$ , permettant ainsi de mesurer aussi la puissance active.

Caractéristiques techniques :

- Mesure de la tension:  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3/\pm 10/\pm 30$  V  
Erreur de mesure :  $\pm 1$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée : 0,8 M $\Omega$
- Mesure du courant:  
Gammes de mesure :  $\pm 0,1/\pm 0,3/\pm 1/\pm 3$  A  
Erreur de mesure :  $\pm 2$  % plus 0,5 % de la pleine échelle  
Résistance d'entrée :  $< 0,5$   $\Omega$  (sauf en cas de surcharge)
- Protection contre la surcharge : fusible à réinitialisation automatique
- Différence de potentiel : max. 40 V (entre U et I)
- Taux d'échantillonnage :  
avec le Pocket-CASSY :  
env. 8000 valeurs/s (monocanal)  
env. 2000 valeurs/s par canal (bicanal)  
avec le Mobile-CASSY:  
env. 5 valeurs/s
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0621 | Capteur UIP S

## 3.2.3 Indicateurs de puissance

### Compteur de courant alternatif

Pour illustrer le fonctionnement d'un compteur de courant alternatif vendu dans le commerce et pour mesurer l'énergie électrique dans des circuits à courant alternatif ; avec couvercle en plastique transparent permettant d'observer chacun des composants ; livré avec cavalier de sécurité.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 230 V/50 Hz par câble secteur
- Courant : max. 10 A
- Constante du compteur : 600 tr/kWh
- Sorties :  
prise à contact de protection pour récepteur,  
doublés de sécurité de 4 mm pour ampèremètre et voltmètre
- Dimensions : 30 cm x 29,7 cm x 15 cm
- Masse : 3,5 kg

560 331 Compteur de courant alternatif

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative

### Wattmètre monophasé, C.A 404

Instrument de mesure analogique robuste et simple d'emploi, parfaitement adapté aux besoins et aux exigences de l'enseignement et des laboratoires. Avec douilles de sécurité, protection électronique et double isolation. Le boîtier de cet appareil est en plastique auto-extincteur. Les douilles de sécurité empêchent l'ouverture du boîtier lorsque les câbles de mesure sont branchés. Une béquille rabattable permet d'incliner correctement l'appareil pour une lecture optimale.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
60 ... 480 V, CA/CC  
0,5 et 1 A
- Impédance d'entrée : 30 ... 480 k $\Omega$
- Précision :  $\pm 2,5\%$  /  $\pm 1\%$
- Zéro : à gauche
- Réponse en fréquence : 0 ... 500 Hz
- Échelle à miroir : oui
- Capacité de surcharge : 25 % en permanence et plus temporairement
- Fusible : F 1,25 A (6,3 mm x 32 mm)
- Dimensions : 16,5 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 500 g

531 14 Wattmètre monophasé, C.A 404

### Wattmètre mono et triphasé, C.A 405

Instrument de mesure analogique robuste et simple d'emploi, parfaitement adapté aux besoins et aux exigences de l'enseignement et des laboratoires. Avec douilles de sécurité, protection électronique et double isolation. Le boîtier de cet appareil est en plastique auto-extincteur. Les douilles de sécurité empêchent l'ouverture du boîtier lorsque les câbles de mesure sont branchés. Une béquille rabattable permet d'incliner correctement l'appareil pour une lecture optimale.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
60 ... 480 V, CA/CC, monophasé  
60 ... 240 V, CA, triphasé  
5 A, CA/CC
- Impédance d'entrée :  
60 ... 480 k $\Omega$   
120 ... 480 k $\Omega$
- Précision :  
 $\pm 2,5\%$  /  $\pm 1\%$  monophasé  
 $\pm 2\%$  triphasé
- Zéro : à gauche
- Réponse en fréquence : 15 ... 500 Hz
- Échelle à miroir : oui
- Capacité de surcharge : 25 % en permanence et plus temporairement
- Fusible : F 6,3 A (6,3 mm x 32 mm)
- Dimensions : 16,5 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 450 g

531 15 Wattmètre mono et triphasé, C.A 405



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.3 INDICATEURS DE PUISSANCE



#### Joulemètre-wattmètre

Pour la mesure et l'affichage de la tension efficace  $U$  et du courant efficace  $I$  pour des tensions et courants d'allure quelconque, de la puissance active  $P$  ainsi que de l'intégrale temporelle de  $P(t)$  (travail),  $U(t)$  (pointe de tension) et  $I(t)$  (charge). La gamme de puissance s'étend sur 12 décades (de nW à kW). Les courbes tracées en fonction du temps  $U(t)$ ,  $I(t)$  et  $P(t)$ , leurs valeurs efficaces, la puissance active, la puissance apparente et le facteur de puissance ( $\cos \phi$ ) peuvent être représentés et évalués avec le logiciel sous Windows fourni avec l'appareil, via le port USB intégré à isolation galvanique.

Caractéristiques techniques :

- **Mesure de la tension  $U$**   
 Gammes de mesure CC :  $\pm 5/\pm 50/\pm 500$  mV ;  $\pm 5/\pm 50/\pm 250$  V  
 Gammes de mesure CA\* : 350 mV ; 3,5/35/250 V
- Résolution de l'affichage : 1/10/100  $\mu$ V, 1/10/100 mV
- Résistance d'entrée :  $\geq 1$  M $\Omega$
- **Mesure du courant  $I$**   
 Gammes de mesure CC :  $\pm 0,2/\pm 2/\pm 20$  mA,  $\pm 0,2/2/10$  A  
 Gammes de mesure CA\* : 0,14/1,4/14 mA, 0,14/1,4/10 A
- Résolution de l'affichage : 0,1/1/10  $\mu$ A, 0,1/1/10 mA
- Résistance d'entrée : 10  $\Omega$ /env. 0,01  $\Omega$  (shunt)
- **Mesure de la puissance  $P$**   
 Plage d'affichage :  $\pm 10/\pm 100$   $\mu$ W,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  mW,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  W,  $\pm 1/\pm 2,5$  kW  
 Résolution de l'affichage : 1/10 nW, 0,1/1/10  $\mu$ W, 0,1/1/10 mW, 0,1/1 W
- **Intégration  $U, I, P$**   
 Plage d'affichage  $\int U(t) dt$  : 0,000 mVs ...  $\pm 9999$  kWh  
 Plage d'affichage  $\int I(t) dt$  : 0,0  $\mu$ As ...  $\pm 9999$  kAh  
 Plage d'affichage  $\int P(t) dt$  : 0,000  $\mu$ Ws ...  $\pm 9999$  kWh
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Commutation CA/CC : automatique ou manuelle
- Précision de mesure  $U, I$ \*\* : 1 %
- Connexion du consommateur : au choix douilles de sécurité de 4 mm ou prise (face avant)
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour la valeur numérique et matrice 7x15 pour l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Taux d'échantillonnage : max. 10 000 valeurs/s (pour mesure sur ordinateur de la forme de la courbe)
- Mémoire de valeurs mesurées : resp. 16 000 valeurs pour  $U$  et  $I$  (pour mesure sur ordinateur de la forme de la courbe)
- Port USB : USB 1.x et 2.0 (full speed), à isolation galvanique
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : env. 2 kg

531 831 Joulemètre-wattmètre

\* Pour des signaux d'entrée sinusoïdaux

\*\* La précision indiquée est valable en fin de plage pour CC ainsi que CA (fréquence de 50 ou 60 Hz) et un facteur de crête (= valeur de crête : valeur efficace)  $\leq 2$ .

#### Multimètre numérique P

Pour la mesure et l'affichage de la tension efficace  $U$  et du courant efficace  $I$  pour des tensions et courants d'allure quelconque, de la puissance active  $P$  ainsi que de l'intégrale temporelle de  $P(t)$  (travail),  $U(t)$  (pointe de tension) et  $I(t)$  (charge). La gamme de puissance s'étend sur 12 décades (de nW à kW).

Caractéristiques techniques :

- **Mesure de la tension  $U$**   
 Gammes de mesure CC :  $\pm 5/\pm 50/\pm 500$  mV,  $\pm 5/\pm 50/\pm 250$  V  
 Gammes de mesure CA\* : 350 mV ; 3,5/35/250 V
- Résolution de l'affichage : 1/10/100  $\mu$ V, 1/10/100 mV
- Résistance d'entrée :  $\geq 1$  M $\Omega$
- **Mesure du courant  $I$**   
 Gammes de mesure CC :  $\pm 0,2/\pm 2/\pm 20$  mA,  $\pm 0,2/2/10$  A  
 Gammes de mesure CA\* : 0,14/1,4/14 mA, 0,14/1,4/10 A
- Résolution de l'affichage : 0,1/1/10  $\mu$ A, 0,1/1/10 mA
- Résistance d'entrée : 10  $\Omega$ /env. 0,01  $\Omega$  (shunt)
- **Mesure de la puissance  $P$**   
 Plage d'affichage :  $\pm 10/\pm 100$   $\mu$ W,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  mW,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  W,  $\pm 1/\pm 2,5$  kW  
 Résolution de l'affichage : 1/10 nW, 0,1/1/10  $\mu$ W, 0,1/1/10 mW, 0,1/1 W
- **Intégration  $U, I, P$**   
 Plage d'affichage  $\int U(t) dt$  : 0,000 mVs ...  $\pm 9999$  kWh  
 Plage d'affichage  $\int I(t) dt$  : 0,0  $\mu$ As ...  $\pm 9999$  kAh  
 Plage d'affichage  $\int P(t) dt$  : 0,000  $\mu$ Ws ...  $\pm 9999$  kWh
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Commutation CA/CC : automatique ou manuelle
- Précision de mesure  $U, I$ \*\* : 1 %
- Connexion du récepteur : douilles de sécurité de 4 mm
- Affichage : afficheur 7 segment à 5 chiffres pour la valeur numérique et matrice 7x15 pour l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : env. 2 kg

531 832 Multimètre numérique P

\* Pour des signaux d'entrée sinusoïdaux

\*\* La précision indiquée est valable en fin de plage pour CC ainsi que CA (fréquence de 50 ou 60 Hz) et un facteur de crête (= valeur de crête : valeur efficace)  $\leq 2$ .





## 3.2.4 Oscilloscopes et accessoires

### Oscilloscope numérique PT1200

Oscilloscope à mémoire 25 MHz à écran couleur LCD, haute résolution, rétroéclairage et raccord USB

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 25 MHz (-3 dB)
- Impédance d'entrée : 1 M $\Omega$ , 20 pF, max. 300 V
- Écran : 19 cm/7,8" Affichage LCD couleur (640 x 480)
- Amplificateur vertical : 5 mV/grad./div ... 5 V/grad./div
- Temps de montée : 17,5 ns
- Base de temps : 0,5 ns/grad./div ... 5 ns/grad./div
- Déclenchement : Auto, Norm, Monocoup
- Mesures automatiques : crête à crête, moyenne, valeur efficace, fréquence, rapport cyclique
- Dimensions : 35 cm x 16 cm x 12 cm
- Alimentation secteur : 100 ... 240 V, 50/60 Hz
- Masse : 1 kg

575 301 Oscilloscope numérique PT1200



### Oscilloscope à deux canaux 400

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquences : 0 ... 40 MHz (-3 dB)
- Impédance d'entrée : 1 M $\Omega$ , 15 pF, max. 400 V
- Écran : 8 cm x 10 cm avec réticule interne
- Amplificateur vertical : 1 mV/cm ... 20 V/cm (14 positions calibrées)
- Base de temps : 0,1  $\mu$ s/cm ... 0,2 s/cm (20 positions calibrées), avec expansion X par 10 jusqu'à 10 ns/cm
- Déclenchement : CH1, CH2, réseau et externe
- Modes de fonctionnement : CH1, CH2, CH1 et CH2 (alterné ou découpé), CH1  $\pm$  CH2
- Mode XY
- Testeur de composants intégré
- Dimensions (lxHxP) : 28,5 cm x 12,5 cm x 38,0 cm
- Alimentation secteur : 105 ... 253 V, 50/60 Hz  $\pm$ 10 %, cat. II
- Masse : 4,8 kg

575 212 Oscilloscope à deux canaux 400



### Oscilloscope à mémoire numérique 722

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0 ... 70 MHz (-3 dB)
- Entrées : bicanal
- Impédance d'entrée : 1 M $\Omega$ , 14 pF, max. 200 V
- Écran : 16,5 cm TFT VGA Color
- Modes de fonctionnement de la mémoire : rafraîchi, moyenné, enveloppe, détection de crête, défilement (Roll) : libre/déclenché, filtre, haute résolution
- Mesures avec curseur :  $\Delta U$ ,  $\Delta t$ ,  $\Delta f$ , crête à crête, valeur moyenne, valeur RMS, ...
- Interface double USB type B/RS-232, 2 x USB type A
- Sensibilité verticale : 1 mV/Div ... 10 V/Div (séquence 1-2-5)
- Précision du gain DC : 2 %
- Base de temps : 2 ns/Div ... 50 s/Div
- Précision : 50 ppm
- Modes de déclenchement : flanc, vidéo, impulsion, logique, retardé, événement
- Testeur de composants
- Alimentation secteur : 100 ... 240 V, 50 ... 60 Hz, cat. II
- Classe de protection I (EN61010-1)
- Dimensions : 28,5 cm x 17,5 cm x 14,0 cm
- Masse : < 2,5 kg
- Sans sondes

575 230 Oscilloscope à mémoire numérique 722



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.4 OSCILLOSCOPES ET ACCESSOIRES



#### Oscilloscope à mémoire numérique 1522

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0 ... 150 MHz (-3 dB)
- Impédance d'entrée : 1 M $\Omega$ , 14 pF, max. 200 V
- Écran : 16,5 cm VGA Color TFT
- Modes de fonctionnement de la mémoire : rafraîchi, moyenné, enveloppe, détection de crête, défilement (libre/déclenché), filtre, haute résolution
- Mesures avec curseur :  $\Delta U$ ,  $\Delta t$ ,  $\Delta f$ , crête à crête, moyenne, valeurs efficace, ...
- Interface double USB type B/RS232, 2 x USB type A
- Sensibilité verticale : 1 mV/Div ... 10 V/Div (12 positions calibrées)
- Plage de réglage d'offset  $\pm 0,2$  à  $\pm 20$  V
- Précision de gain CC : 2 %
- Domaine temporel : 2 ns/Div ... 50 s/Div
- Précision : 50 ppm
- Mode de fonctionnement du déclenchement : flanc, vidéo, largeur d'impulsion, logique, retardé, événement
- Testeur de composants, affichage du spectre de fréquence par FFT
- Alimentation secteur : 100 ... 240 V, 50/60 Hz, cat. II
- Classe de protection I (EN61010-1)
- Dimensions : 28,5 cm x 17,5 cm x 14,0 cm
- Masse : 2,5 kg

575 299	Oscilloscope à mémoire numérique 1522
---------	---------------------------------------

#### Sonde 100 MHz, 1:1/10:1

À utiliser avec les oscilloscopes pour la mesure sur des sources de tension à haute impédance ; compensée en fréquence. Sélection de la gamme par commutateur ; livrée avec grappe-fils, clé de réglage, adaptateur BNC, embout, douilles d'isolation pour l'embout et les mesures dans les circuits intégrés, adaptateur 4 mm, câble de mise à la terre.



Caractéristiques techniques :

- Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$  ou 10 M $\Omega$  pour l'entrée oscilloscope de 10 M $\Omega$
- Bande passante : 10 MHz ou 100 MHz
- Tension d'entrée : 600 V CC + crête CA
- Connexion : fiche BNC
- Longueur du câble : 1,2 m
- Longueur du câble de mise à la terre : 30 cm

575 231	Sonde 100 MHz, 1:1/10:1
---------	-------------------------



#### Câble de mesure BNC/4 mm

Câble coaxial avec fiche de raccordement séparée pour le blindage.

Caractéristiques techniques :

- Impédance : 50  $\Omega$
- Capacité du câble : 120 pF
- Longueur : 1,15 m

575 24	Câble de mesure BNC/4 mm
--------	--------------------------

#### Câbles HF

Avec fiche BNC, impédance 50  $\Omega$ .

N° de cat.	Longueur
501 01	25 cm
501 02	100 cm
501 022	200 cm



## Raccords et adaptateurs

N° de cat.	Désignation
575 35	Adaptateur BNC/4 mm, bipolaire
575 355	Adaptateur BNC/douilles de sécurité de 4 mm, bipolaire
501 09	Adaptateur BNC/4 mm, unipolaire
501 095	Adaptateur BNC/douille de sécurité de 4 mm, unipolaire
501 10	Raccord droit BNC
501 091	Raccord en T BNC

Matériel livré :

- Sensor-CASSY 2
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
- Câble USB
- Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

524 013	Sensor-CASSY 2
---------	----------------



## 3.2.6 Amplificateurs de mesure

### Amplificateur de mesure D

Pour mesurer les courants, les charges (statiques) et les tensions à courants de fuite très faibles avec un voltmètre comme dispositif d'affichage. L'instrument de mesure approprié doit avoir une résistance interne supérieure à 3 k $\Omega$  et au moins une gamme de mesure comprise entre 0,3 V et 3 V (10 V maximum), par ex. le multimètre de démonstration (531 900) ainsi que l'enregistreur YT ou XY. Livré avec un câble de mesure BNC/4 mm (575 24).

Domaines d'application :

- Mise en évidence de charges d'influence
- Mesure de résistances très élevées
- Mise en évidence de lignes équipotentielles
- Mesure de la capacité
- Mise en évidence de l'effet piézoélectrique
- Démonstration de l'effet photoélectrique

Caractéristiques techniques :

- Entrée :  
Courant/charge : douille BNC  
Tension : douille BNC
- Ajustage du zéro : touche et bouton de réglage du zéro
- Sortie : douilles de 4 mm
- Type d'amplificateur : amplificateur de courant continu amplificateur de tension continue
- Gammes de tension continue : 10 mV ... 100 V (5 gammes)
- Gammes de courant continu : 10<sup>-11</sup> ... 10<sup>-6</sup> A (6 gammes)
- Gammes de mesure de la charge : 10<sup>-9</sup> ... 10<sup>-6</sup> As (4 gammes)
- Résistance ou impédance d'entrée :  
Courant/charge : 100 k $\Omega$   
Tension : 1 G $\Omega$
- Erreur de mesure :  
Courant/charge : typ. 3 %  
Tension : typ. 5 %
- Tension de sortie : 0,3 ... 3 V (max. 10 V)
- Résistance de sortie : 100  $\Omega$
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 6 VA
- Fusible : T 0,125 B
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 2 kg

532 00	Amplificateur de mesure D
--------	---------------------------



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.6 AMPLIFICATEURS DE MESURE



#### LIT: Amplificateur de mesure D, français

37 expériences pour la démonstration et les travaux pratiques avec l'amplificateur de mesure D (532 00) d'après W. Brauers et M. Hund, enseignement secondaire, 108 pages, A4, 70 illustrations.

Sujets traités :

- Sensibilité
- Charges par influence
- Répartition de la charge sur des surfaces conductrices
- Lignes équipotentielles et lignes de champ
- Tension de polarisation dans les électrolytes
- Mesure de la capacité d'un condensateur à plaques
- Constante d'influence  $\epsilon_0$
- Charge et décharge d'un condensateur
- Mise en évidence de l'effet piézoélectrique
- Portée du rayonnement  $\alpha$
- Période radioactive du thoron
- Effet photo-électrique
- Constante de Planck
- Expérience de Franck et Hertz

532 033

LIT: Amplificateur de mesure D, français

#### Microvoltmètre

Pour la mesure et l'enregistrement de tensions continues dans la gamme des mV et des  $\mu$ V et de pointes de tension dans la gamme des mVs et des  $\mu$ Vs. Plaque frontale à grand affichage numérique luminescent, visible de loin. Un signal de tension proportionnel à la grandeur mesurée peut en plus être prélevé de la sortie analogique et délivré à un instrument analogique ou à un enregistreur. L'appareil est insensible aux signaux parasites de basse fréquence (interférences dues au bruit) et capable de compenser automatiquement des tensions continues externes fixes dans toutes les gammes de mesure (par ex. pour les potentiels fixes dans le cas des thermocouples).

Domaines d'application :

- Mesure de la température avec des thermocouples (557 01)
- Mesure du rayonnement avec la pile thermoélectrique de Moll (557 36)
- Mesure de la résistance dans la plage des microohms (par le biais de la chute de tension)
- Détermination de la puissance des pôles d'un aimant (expériences d'induction simples)
- Mesure de l'intensité du champ magnétique terrestre
- Effet Hall sur des métaux et des semi-conducteurs
- Induction électromagnétique : pointe de tension

Caractéristiques techniques :

- Résolution dans la gamme de mesure la plus sensible : 100 nV/100 nVs
- Affichage : LED à 7 segments, 3 chiffres  $\frac{1}{2}$  avec affichage des exposants
- Hauteur des chiffres : 26 mm
- Entrée : douilles de 4 mm
- Ajustage du zéro : touche pour le réglage automatique du zéro, potentiomètre d'offset
- Sortie : douilles de 4 mm
- Temps de chauffe : env. 10 min
- Type d'amplificateur : amplificateur de tension continue
- Gammes de tension continue : 10  $\mu$ V ... 20 V (6 gammes)
- Gammes de mesure des pointes de tension : 10  $\mu$ Vs ... 20 Vs (6 gammes)
- Résistance ou impédance d'entrée :  
gamme 20 V/20 Vc : 1 M $\Omega$   
autres gammes : 100 k $\Omega$
- Erreur de mesure :  $\leq 0,5\% \pm 1$  point  
pointe de tension :  $\leq 1\%$
- Bruit :  
gamme 10  $\mu$ V :  $\leq 0,2 \mu$ V<sub>cc</sub>  
autres gammes : 0,5  $\mu$ V<sub>cc</sub>
- Tension de sortie :  $\pm 20$  V
- Résistance de sortie : 100  $\Omega$
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 20 VA
- Fusible : T 0,2 B
- Dimensions : 30 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 2,5 kg

532 13

Microvoltmètre

#### Amplificateur CA/CC 30 W

Amplificateur de mesure universel de la tension alternative et continue avec étage de puissance. Également utilisable comme alimentation de précision. Avec générateur de tension initiale intégré. Protection contre d'éventuelles erreurs de manipulation grâce à une sortie résistante aux courts-circuits. Muni d'un disjoncteur thermique et d'un affichage LED en cas de surcharge et de dépassement de la valeur limite du courant de sortie.

Domaines d'application :

- comme amplificateur basse fréquence pour de faibles signaux de tension alternative pour la commande de hauts-parleurs à basse impédance
- comme amplificateur de mesure de la tension continue par ex. pour des mesures du rayonnement thermique
- comme amplificateur de mesure de la tension alternative par ex. pour des expériences sur l'induction
- comme amplificateur de puissance pour des générateurs de fonctions

Caractéristiques techniques :

- Entrée : douilles de 4 mm, avec en supplément une douille de 4 mm à tension initiale de 5 V
- Réglage du zéro : potentiomètre d'offset
- Sortie : douilles de 4 mm
- Type d'amplificateur : amplificateur de tension continue, amplificateur de tension alternative
- Plages de tension continue : 15 mV ... 15 V (4 gammes)
- Plages de tension alternative : 15 mV ... 15 V (4 gammes)
- Résistance ou impédance d'entrée : 1 M $\Omega$
- Réponse en fréquence (-3 dB): 1,6 Hz ... 100 kHz
- Erreur de mesure : 1 % (cal.)
- Bruit : <20  $\mu$ V<sub>cc</sub> (pour 0 ... 20 kHz)
- Tension de sortie :  $\pm 15$  V/30 V<sub>cc</sub>
- Résistance de sortie : 50 m $\Omega$ /5,6 mH
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 85 VA
- Fusible : T 0,315 B
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : env. 4 kg

522 61 Amplificateur CA/CC 30 W



#### Amplificateur électromètre

Avec entrée de tension à impédance très élevée pour la mesure de charges très faibles (jusqu'à 10<sup>-9</sup> As) et de courants très faibles (jusqu'à 10<sup>-10</sup> A ; par ex. courants d'ionisation)

Caractéristiques techniques :

- Gain : 1
- Résistance d'entrée :  $\geq 10^{13}$   $\Omega$
- Courant d'entrée :  $\leq 0,5$  pA
- Capacité d'entrée :  $\leq 50$  pF
- Résistance aux surtensions, faiblement résistive (alimentations) : 1 kV- hautement résistive (tiges de friction) : 10 kV-
- Tension de sortie : jusqu'à +10 V
- Courant de sortie : 5 mA (résiste aux courts-circuits)
- Résistance de sortie :  $\leq 1$   $\Omega$
- Tension d'alimentation : 12 V~
- Dimensions : 11,5 cm x 11,5 cm x 3 cm
- Masse : 0,15 kg

532 14 Amplificateur électromètre

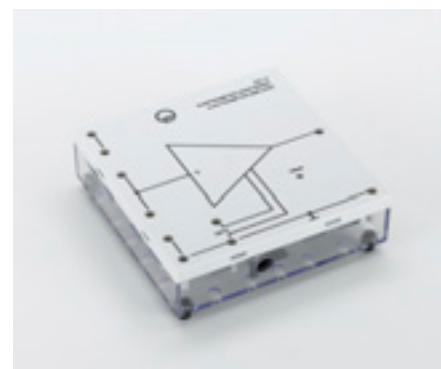
Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 791	Adaptateur secteur 12 V CA
1	522 27*	Alimentation 450 V

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	531 120	Multimètre LDanalog 20
1	532 16	Tige de raccordement



## 3.2 APPAREILS DE MESURE

### 3.2.6 AMPLIFICATEURS DE MESURE

Éléments enfichables à raccorder à l'amplificateur électromètre :

Pour la mesure de la charge

N° de cat.	Val. de la capacité	Pour gamme de mesure
578 15	1000 nF	$10^{-6}$ As
578 31	100 nF	$10^{-7}$ As
578 10	10 nF	$10^{-8}$ As
578 25	1 nF	$10^{-9}$ As

Pour la mesure du courant

N° de cat.	Val. de la résistance	Pour gamme de mesure
577 76	1 M $\Omega$	$10^{-6}$ A
577 78	10 M $\Omega$	$10^{-7}$ A
577 00	100 M $\Omega$	$10^{-8}$ A
577 02	1 G $\Omega$	$10^{-9}$ A
577 03	10 G $\Omega$	$10^{-10}$ A



#### Adaptateur secteur 12 V CA

Adaptateur secteur universel par ex. pour CASSY, le compteur S, le compteur P, l'amplificateur électromètre etc.

Caractéristiques techniques :

- Primaire : 230 V CA, 50/60 Hz
- Secondaire : 12 V CA, 20 VA
- Connexion : fiche creuse

562 791 Adaptateur secteur 12 V CA

#### Tige de raccordement

Pour la liaison équipotentielle entre l'amplificateur et l'expérimentateur ; avec douille de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 11 cm x 13 mm  $\varnothing$

532 16 Tige de raccordement

## 3.2.7 Compteurs numériques

### Compteur numérique

Appareil de mesure universel pour la démonstration du comptage des impulsions et de la mesure du taux, de la fréquence, de la période et du temps. Avec port série pour le raccordement à un ordinateur (livré avec logiciel Windows).

Caractéristiques techniques :

- Raccord direct du tube compteur avec haute tension réglable (0 ... 640 V)
- Entrée BNC (1 M $\Omega$ ) pour des mesures du taux, de la fréquence ou de la période (fréquence jusqu'à 2 MHz) avec seuil de déclenchement réglable (0,1 ... 5 V) et couplage sélectionnable (CC ou CA)
- Entrée microphone (douille à cliquet de 3,5 mm)
- 2 entrées barrières lumineuses (aussi sur douilles de 4 mm) pour des mesures simultanées de la fréquence, de la période ou du temps (résolution 1  $\mu$ s, flancs sélectionnables)
- Sortie de tension séparée (5 V/200 mA)
- Sortie enregistreur pour les mesures du taux à l'entrée A
- Haut-parleur intégré (activable et désactivable)
- Le relais commute en synchronisation avec le lancement d'une mesure
- Mémoire pour max. 2000 valeurs mesurées
- Port série (RS 232) pour le raccordement à un ordinateur
- Logiciel de mesure et d'exploitation pour Windows 2000/XP/7
- Affichage à LED de 5 chiffres de 25 mm de haut
- Compteur de mémoire à 2 chiffres de 12 mm de haut
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- 2 champs d'affichage pour le flanc sélectionné et le mode de fonctionnement
- Puissance absorbée : env. 40 VA
- Dimensions : 30 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 2,9 kg

575 48 Compteur numérique



Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 004	Adaptateur, USB - série

#### Adaptateur, USB – série

Pour la connexion d'appareils LD à port série à un ordinateur avec ports USB. Il convient notamment pour un fonctionnement sans problème avec CASSY et COM3LAB. Livré avec CD driver (pilotes) pour Windows et MacOS.

524 004	Adaptateur, USB - série
---------	-------------------------

#### Compteur P

S'utilise en travaux pratiques pour compter les impulsions d'un tube compteur, les taux d'impulsions ou tout autre signal électrique ainsi que mesurer le temps et la fréquence. Avec affichage à LED de 5 chiffres, haut-parleur interne, entrée spéciale tube compteur avec alimentation haute tension intégrée, 2 entrées barrières lumineuses et une mémoire capable d'enregistrer jusqu'à 6 temps (par ex. pour des expériences sur l'étude des chocs) ; l'appareil calcule aussi les vitesses et l'accélération ; commande par touches.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LED, 5 chiffres
- Gammes de mesure :
  - Fréquence : 0 ... 99999 Hz, 0 ... 999,99 kHz
  - Temps : 0 ... 99,999 ms, 0 ... 99999 s
  - Évènements : 0 ... 99999 Impulsions
- Temps de porte pour tube compteur : fixes 10/60/100 s ; sélectionnables jusqu'à 9999 s
- Mémoire : 6 temps
- Calculatrice : détermination des vitesses et de l'accélération à partir des temps mémorisés
- Tension intégrée du tube compteur : 500 V
- Entrées et sorties :
  - Entrée du tube compteur : douille coaxiale
  - Entrée de la fréquence : BNC
  - Entrées ou sortie d'impulsions : douilles de sécurité de 4 mm
  - Entrées barrières lumineuses : douilles DIN hexapolaires
- Alimentation : 12 V CA/CC par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 30,3 cm x 23 cm x 14,3 cm
- Masse : 1,35 kg

575 451	Compteur P
---------	------------

#### Compteur S

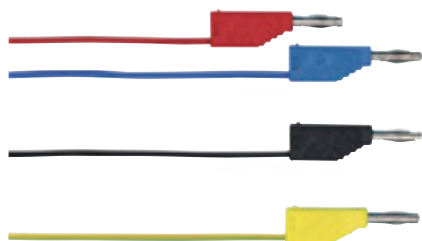
S'utilise en travaux pratiques pour compter les impulsions de tubes compteurs, les taux d'impulsions ou tout autre signal électrique, ainsi que pour mesurer le temps ou la fréquence. Avec affichage à LED de 5 chiffres, haut-parleur interne, entrée tube compteur avec alimentation haute tension intégrée, 2 entrées barrières lumineuses ; commande par touches.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LED, 5 chiffres
- Gammes de mesure :
  - Fréquence : 0 ... 99999 Hz
  - Temps : 0 ... 99,999 ms, 0 ... 99999 s
- Temps de porte pour tube compteur : définis 10/60/100 s ; sélectionnables jusqu'à 9999 s
- Tension de tube compteur intégrée : 500 V
- Entrées et sorties :
  - Entrée tube compteur : douille coaxiale
  - Entrées ou sortie d'impulsions : douilles de sécurité de 4 mm
  - Entrées barrières lumineuses : douilles DIN hexapolaires
- Alimentation : 12 V CA/CC par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 20,7 cm x 13 cm x 4,5 cm
- Masse : 0,4 kg

575 471	Compteur S
---------	------------





## 3.3 Accessoires électriques

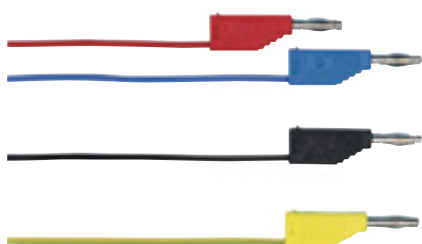
### 3.3.1 Câbles et petit matériel

#### Câbles d'expérimentation 32 A

Pour les circuits très basse tension ; toron souple en PVC, fiche avec douille axiale à reprise arrière entièrement isolée ; avec soulagement des efforts de traction.

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 2,5 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 32 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

N° de cat.	Longueur	Couleur
501 20	25 cm	Rouge
501 21	25 cm	Bleu
501 23	25 cm	Noir
501 40	25 cm	Jaune/vert
501 25	50 cm	Rouge
501 26	50 cm	Bleu
501 28	50 cm	Noir
501 41	50 cm	Jaune/vert
501 30	100 cm	Rouge
501 31	100 cm	Bleu
501 33	100 cm	Noir
501 42	100 cm	Jaune/vert
501 35	200 cm	Rouge
501 36	200 cm	Bleu
501 38	200 cm	Noir
501 43	200 cm	Jaune/vert



#### Câbles d'expérimentation, 32 A, jeu de 32

Pour les circuits très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée aux deux extrémités pour la connexion d'autres câbles.

Caractéristiques techniques :

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 2,5 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 32 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	501 20	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, rouge
2	501 21	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, bleu
6	501 23	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, noir
3	501 25	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, rouge
3	501 26	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, bleu
6	501 28	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, noir
3	501 30	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, rouge
3	501 31	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, bleu
4	501 33	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir
501 540	Câbles d'expérimentation, 32 A, jeu de 32	

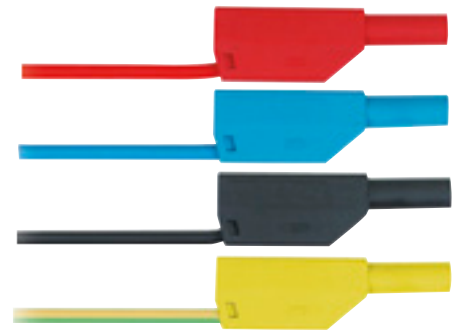


#### Câbles d'expérimentation de sécurité, 32 A

Pour les circuits basse tension. Toron souple en PVC, fiche de sécurité avec douille axiale de sécurité à reprise arrière aux deux extrémités.

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 2,5 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 32 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

N° de cat.	Longueur	Couleur
500 601	10 cm	Rouge
500 602	10 cm	Bleu
500 604	10 cm	Noir
500 600	10 cm	Jaune/vert
500 611	25 cm	Rouge
500 612	25 cm	Bleu
500 614	25 cm	Noir
500 610	25 cm	Jaune/vert
500 621	50 cm	Rouge
500 622	50 cm	Bleu
500 624	50 cm	Noir
500 620	50 cm	Jaune/vert
500 641	100 cm	Rouge
500 642	100 cm	Bleu
500 644	100 cm	Noir
500 640	100 cm	Jaune/vert
500 661	200 cm	Rouge
500 662	200 cm	Bleu
500 664	200 cm	Noir



#### Câbles d'expérimentation de sécurité, 32 A, jeu de 32

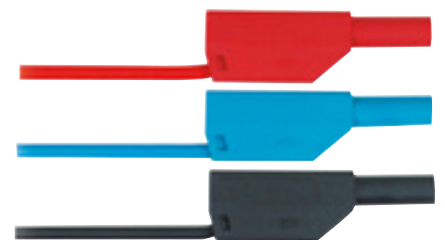
À utiliser dans des circuits basse tension, toron souple en PVC, fiche de sécurité avec douille axiale de sécurité à reprise arrière aux deux extrémités.

Caractéristiques techniques :

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 2,5 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 32 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

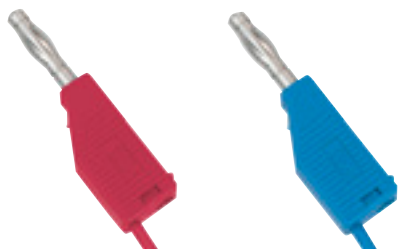
Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
4	500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir
2	500 611	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, rouge
2	500 612	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, bleu
6	500 614	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, noir
2	500 621	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, rouge
2	500 622	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu
6	500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir
2	500 641	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, rouge
2	500 642	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, bleu
4	500 644	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, noir
500 851	Câbles d'expérimentation de sécurité, 32 A, jeu de 32	



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.1 CÂBLES ET PETIT MATÉRIEL



#### Câbles d'expérimentation 19 A

Pour les circuits à très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée pour la connexion d'autres câbles ; avec soulagement des efforts de traction.

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 1 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 19 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

N° de cat.	Longueur	Couleur
500 401	10 cm	Rouge
500 402	10 cm	Bleu
500 404	10 cm	Noir
500 400	10 cm	Jaune/vert
500 411	25 cm	Rouge
500 412	25 cm	Bleu
500 414	25 cm	Noir
500 410	25 cm	Jaune/vert
500 421	50 cm	Rouge
500 422	50 cm	Bleu
500 424	50 cm	Noir
500 420	50 cm	Jaune/vert
500 441	100 cm	Rouge
500 442	100 cm	Bleu
500 444	100 cm	Noir
500 440	100 cm	Jaune/vert



#### Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 42

Pour les circuits très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée aux deux extrémités pour la connexion d'autres câbles ; avec soulagement des efforts de traction.

Caractéristiques techniques :

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 1 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 19 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
4	500 411	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge
4	500 412	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, bleu
6	500 414	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, noir
4	500 421	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge
4	500 422	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, bleu
6	500 424	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, noir
4	500 441	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge
4	500 442	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, bleu
6	500 444	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, noir

501 531	Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 42
---------	---

#### Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 30

Pour les circuits très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée aux deux extrémités pour la connexion d'autres câbles ; avec soulagement des efforts de traction.

Caractéristiques techniques :

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 1 mm<sup>2</sup>

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
3	500 411	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge
3	500 412	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, bleu
6	500 414	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, noir
4	500 421	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge
4	500 422	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, bleu
4	500 424	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, noir
2	500 441	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge
2	500 442	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, bleu
2	500 444	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, noir

501 532 Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 30

#### Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 10

Pour les circuits à très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée aux deux extrémités pour la connexion d'autres câbles ; avec soulagement des efforts de traction.

Caractéristiques techniques :

- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 1 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 19 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	500 421	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge
2	500 422	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, bleu
1	500 441	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge
1	500 442	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, bleu
4	500 444	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, noir

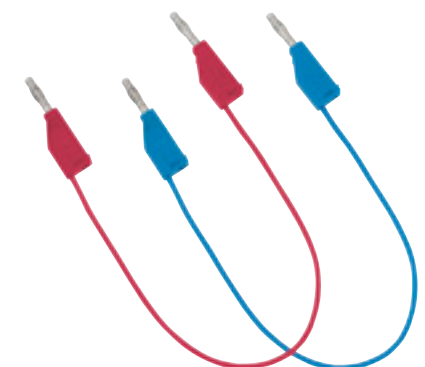
501 533 Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 10

#### Câbles d'expérimentation 19 A, paires

Pour les circuits à très basse tension. Toron de cuivre ; avec fiche et douille axiale à reprise arrière entièrement isolée pour la connexion d'autres câbles ; avec soulagement des efforts de traction.

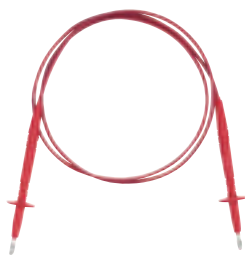
- Fiche et douille : 4 mm Ø (nickelées)
- Section du conducteur : 1 mm<sup>2</sup>
- Courant permanent : max. 19 A
- Résistance de contact : 1,8 mΩ

N° de cat.	Longueur	Couleur
501 44	25 cm	rouge et bleu
501 45	50 cm	rouge et bleu
501 46	100 cm	rouge et bleu
501 441	25 cm	noir
501 451	50 cm	noir
501 461	100 cm	noir



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.1 CÂBLES ET PETIT MATÉRIEL



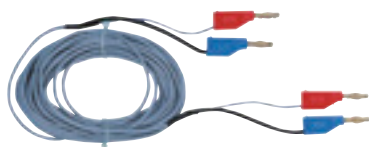
#### Câble haute tension, 1 m

Câble d'expérimentation avec fiche de mesure pour des tensions ne présentant aucun danger en cas de contact fortuit.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m

501 05	Câble haute tension, 1 m
--------	--------------------------



#### Câble de raccordement, blindé, 8 m

Avec deux fiches de 4 mm à chaque extrémité.

501 031	Câble de raccordement, blindé, 8 m
---------	------------------------------------



#### Râtelier pour câbles

Pour le rangement clair des câbles d'expérimentation.

Caractéristiques techniques :

- Nombre d'éléments supports : 27
- Dimensions : 40 cm x 5 cm x 5 cm

501 961	Râtelier pour câbles
---------	----------------------



#### Porte-câbles mobile

Fonctionnel, mobile et peu encombrant, il permet le rangement ordonné des câbles d'expérimentation. Avec deux emplacements latéraux additionnels pour les câbles plus gros (câble secteur, câble de branchement au PC, etc.) et quatre roulettes.

Caractéristiques techniques :

- Emplacements pour câbles : 85
- Dimensions : 55 cm x 40 cm x 132 cm

724 733	Porte-câbles mobile
---------	---------------------



#### Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m

Avec un connecteur hexapolaire à chaque extrémité.

Caractéristiques techniques :

- Courant : max. 1 A par brin

501 16	Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m
--------	---------------------------------------

#### Câbles HF

Avec fiche BNC, impédance 50 Ω.

N° de cat.	Longueur
501 01	25 cm
501 02	100 cm
501 022	200 cm



#### Câble de mesure BNC/4 mm

Câble coaxial avec fiche de raccordement séparée pour le blindage.

Caractéristiques techniques :

- Impédance : 50  $\Omega$
- Capacité du câble : 120 pF
- Longueur : 1,15 m

575 24 Câble de mesure BNC/4 mm



#### Sonde 100 MHz, 1:1/10:1

À utiliser avec les oscilloscopes pour la mesure sur des sources de tension à haute impédance ; compensée en fréquence. Sélection de la gamme par commutateur ; livrée avec grippe-fils, clé de réglage, adaptateur BNC, embout, douilles d'isolation pour l'embout et les mesures dans les circuits intégrés, adaptateur 4 mm, câble de mise à la terre.

Caractéristiques techniques :

- Résistance d'entrée : 1 M $\Omega$  ou 10 M $\Omega$  pour l'entrée oscilloscope de 10 M $\Omega$
- Bande passante : 10 MHz ou 100 MHz
- Tension d'entrée : 600 V CC + crête CA
- Connexion : fiche BNC
- Longueur du câble : 1,2 m
- Longueur du câble de mise à la terre : 30 cm

575 231 Sonde 100 MHz, 1:1/10:1



#### Raccords et adaptateurs

N° de cat.	Désignation
575 35	Adaptateur BNC/4 mm, bipolaire
575 355	Adaptateur BNC/douilles de sécurité de 4 mm, bipolaire
501 09	Adaptateur BNC/4 mm, unipolaire
501 095	Adaptateur BNC/douille de sécurité de 4 mm, unipolaire
501 10	Raccord droit BNC
501 091	Raccord en T BNC



#### Fil double

Isolé, à deux couleurs.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : cuivre
- Section : 0,6 mm<sup>2</sup>
- Longueur : 10 m

501 471 Fil double



#### Grippe-fils à pince

Permet de fixer solidement des fils de maximum 4 mm de diamètre et assure un très bon contact ; uniquement pour des tensions très basses.

Caractéristiques techniques :

- Douille : pour fiche de 4 mm
- Vis latérale : pour fixer un fil de connexion
- Longueur : 16 cm
- Couleur : rouge

501 84 Grippe-fils à pince



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.1 CÂBLES ET PETIT MATÉRIEL



#### Fiches de laboratoire, jeux de 6

Permettent de fabriquer des câbles d'expérimentation ; uniquement pour des tensions très basses ; à souder.  
Diamètre de la fiche 4 mm, diamètre du fil max. 2 mm.

N° de cat.	Couleur
501 521	rouge
501 522	bleu
501 523	vert
501 524	noir
501 525	jaune



#### Douilles d'adaptation de sécurité, jeux de 6

À monter ultérieurement sur des appareils équipés de douilles de 4 mm et fonctionnant dans la gamme des basses tensions, par ex. des alimentations, instruments de mesure et rhéostats à curseur ; avec clé Allen pour un montage simple et rapide.

N° de cat.	Couleur
500 95	rouge
500 96	bleu
500 98	noir



#### Raccords, jeux de 6

Avec deux douilles de 4 mm pour raccorder deux fiches de 4 mm ; uniquement pour des tensions très basses.

N° de cat.	Couleur
501 641	rouge
501 644	noir



#### Pincès crocodiles isolés

Pour raccorder des fiches de 4 mm à des fils nus ; uniquement pour des tensions très basses.

N° de cat.	Longueur	Nombre	Couleur
501 83	50 mm	6	grise, rouge et bleu
667 489	50 mm	2	rouge et bleu



#### Pincès crocodile nues, jeu de 6

Pour raccorder des fiches de 4 mm à des fils nus ; uniquement pour des tensions très basses.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 mm

501 861	Pincès crocodile nues, jeu de 6
---------	---------------------------------



#### Fiche de fixation

Fiche avec broche de 4 mm, une douille longitudinale et une transversale. Broche métallique à ressort dans une douille isolée permettant la connexion électrique et la fixation mécanique de fils.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Diamètre de la douille : 4 mm
- Course du ressort de la douille transversale : jusqu'à 4 mm

590 011	Fiche de fixation
---------	-------------------

#### Cavaliers de sécurité, jeux de 10

À utiliser dans les circuits à basse tension.

- Fiches : fiches de sécurité de 4 mm Ø
- Écartement des fiches : 19 mm
- Courant : max. 25 A

N° de cat.	Couleur
500 59	noir
500 591	jaune/vert



#### Cavaliers, noirs, jeu de 10

Cavaliers à fiches de 4 mm écartées de 19 mm ; charge maximale admissible 32 A.

501 511	Cavaliers, noirs, jeu de 10
---------	-----------------------------



#### Cavaliers de dérivation, noirs, jeu de 10

Cavaliers avec reprise de 4 mm à fiches de 4 mm écartées de 19 mm ; charge maximale admissible 32 A.

501 512	Cavaliers de dérivation, noirs, jeu de 10
---------	---



#### Cavaliers STE 2/19, jeu de 10

À utiliser dans des circuits très basse tension sur la plaque à réseau, avec ligne de liaison sérigraphiée ; dans bloc de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Fiches : 4 mm Ø
- Écartement des fiches : 19 mm\*
- Courant : max. 25 A

501 48	Cavaliers STE 2/19, jeu de 10
--------	-------------------------------

\*Les fiches sont construites de façon à ne pas pouvoir être enfichées dans des prises à contact de protection.



#### Fiche à ressort, grande

Fiche avec lame ressort métallique pour assurer la liaison électrique et la fixation mécanique de tiges et de plaques.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Écartement de la lame ressort : 14 à 25 mm

591 21	Fiche à ressort, grande
--------	-------------------------



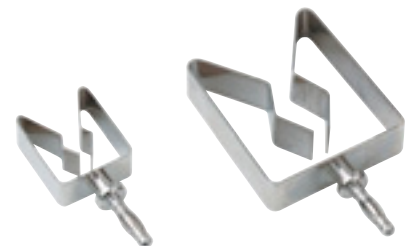
#### Fiches à ressort, petites, jeu de 2

Fiche avec lame ressort métallique pour assurer la liaison électrique et la fixation mécanique de tiges et de plaques. Convient pour la tige perforée (666 626).

Caractéristiques techniques :

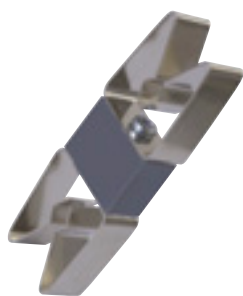
- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Écartement de la lame ressort : 8 à 12 mm

590 02ET2	Fiches à ressort, petites, jeu de 2
-----------	-------------------------------------



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.1 CÂBLES ET PETIT MATÉRIEL



#### Double pince à ressort

Pour la fixation rapide de deux tiges, tubes, tubes à essais etc. Aussi pour la fixation de la barrière lumineuse à réflexion sur le gyroscope.

Caractéristiques techniques :

- Plage de serrage : 8 ... 12 mm
- Distance de centre à centre : env. 37 mm
- Largeur : 10 mm

590 021 Double pince à ressort



#### Assortiment de fusibles dans classeur de rangement

Sélection des 21 fusibles les plus couramment utilisés dans la gamme d'appareils LD ; par paquets de 10.

Matériel livré :

M 0,05 T 0,08 T 0,125  
T 0,16 T 0,2 T 0,25  
T 0,315 T 0,4 T 0,5  
T 0,63 T 0,8 T 1,0  
T 1,25 T 1,6 T 2,0  
T 2,5 F 3,15 T 3,15  
T 4,0 T 6,3 T 10,0

698 501 Assortiment de fusibles dans classeur de rangement



#### Boîte de jonction de sécurité avec mise à la terre

Pour brancher au réseau des montages ouverts réalisés en laboratoire à l'aide de câbles d'expérimentation de sécurité.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 2 paires de douilles de sécurité montées en parallèle avec protection, 2 douilles de mise à la terre
- Commutateur réseau : bipolaire
- Voyants lumineux : vert (arrêt) / blanc (marche)
- Longueur du câble : 1,8 m
- Connexion par connecteur Europe  
Tension d'alimentation : max. 250 V  
Courant : max. 16 A
- Dimensions : 12,5 cm x 12,5 cm x 5,0 cm

502 061 Boîte de jonction de sécurité avec mise à la terre



#### Boîtier de connexion

Pour raccorder un ampèremètre et un voltmètre dans des circuits électriques dont les consommateurs sont directement raccordés au réseau par le biais de prises à contact de protection : livré avec cavalier de sécurité.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 1 prise à contact de protection, douilles de sécurité de 4 mm
- Longueur du câble : 1,80 m
- Connexion : par prise à contact de protection  
Tension d'alimentation : max. 230 V  
Courant : max. 15 A
- Dimensions : 13,5 cm x 7,5 cm x 6,0 cm

502 05 Boîtier de connexion



#### Multiprise

Avec 4 prises à contact de protection et une douille de sécurité séparée de 4 mm pour mise à la terre.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du câble : 1,4 m
- Courant maximal : 10 A
- Connexion : par prise à contact de protection

502 04 Multiprise



#### Multiprise 5 prises de sécurité (standard allemand)

Prises orientées à 90°, spécialement conçues pour le branchement d'appareils électriques. Modèle certifié VDE avec interrupteur à bascule lumineux.

Caractéristiques techniques :

- Câble : 1,4 m
- Tension/puissance : 250 V/16 A
- Dimensions : 40 cm x 7 cm x 4,5 cm

663 615 Multiprise 5 prises de sécurité (standard allemand)



#### Minuterie numérique

Pour la mise en marche et l'arrêt programmés d'appareils électriques tels que, par exemple, des plaques chauffantes, chauffe-ballons, fours, thermostats, moteurs d'agitation, lampes, appareils audio/vidéo etc.

Haute précision même après une coupure de courant (accumulateur Ni-MH intégré). Commutation heure d'été/hiver automatique. Avec 4 programmes et mode compte à rebours.

Livré avec un accumulateur irremplaçable.

Caractéristiques techniques :

- Temps de commutation le plus court : 1 min
- Intervalle de commutation le plus court : 1 min
- Nombre de programmes de commutation : 4
- Combinaisons de jours (blocs) : lundi/mercredi/vendredi, lundi à mercredi, jeudi à samedi, mardi/jeudi/samedi, lundi à vendredi, lundi à samedi, lundi à dimanche
- Commutation heure d'été/hiver : automatique
- Courant : max. 16 A
- Puissance : max. 3680 W
- Tension de service : 230 V/50 Hz
- Dimensions : 125 mm x 64 mm x 39 mm

666 0953 Minuterie numérique



#### Adaptateur secteur de voyage

Avec 5 types de prise de différentes couleurs sur prise à contact de sécurité.

Europe : Suisse, Italie, Grande-Bretagne (et tous les pays du Commonwealth, Moyen-Orient)

USA (Amérique du Nord, centrale et du Sud)

Asie : Japon, Chine, Asie du Sud-Est

Australie, Nouvelle-Zélande

Caractéristiques techniques :

- 230 V/10 ... 16 A
- Classe de protection 1

688 161 Adaptateur secteur de voyage



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.2 COMMUTATEURS



### 3.3.2 Commutateurs

#### Interrupteurs et commutateurs

Commutateurs conformes à la norme VDE, dans boîtier avec schéma des connexions sérigraphié. Lors de la commutation, un disque relié à l'interrupteur pivote et relie les conducteurs entre eux en fonction de la position de l'interrupteur.

- Tension : max. 250 V
- Courant : max. 10 A
- Puissance absorbée : max. 2500 VA
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 14 cm x 8 cm x 6,5 cm

N° de cat.	Désignation	Connexion	Liaisons
504 45	Interrupteur unipolaire	AB	AB
504 50	Interrupteur bipolaire	ABCD	AB et CD
504 48	Interrupteur va-et-vient	ABC	AB, AC
504 46	Commutateur multiple	ABC	AB, AC, BC, ABC
504 49	Commutateur en croix (utilisable comme inverseur de polarité)	ABCD	AB et CD, AC et BD



#### Manipulateur morse

Commutateur pour l'ouverture et la fermeture temporaires de circuits électriques ; uniquement pour les très basses tensions, écartement réglable des contacts.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 13 cm x 6 cm

504 52	Manipulateur morse
--------	--------------------



#### Interrupteur

Interrupteur à levier sur socle transparent, pour les très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : 2 douilles de 4 mm
- Dimensions : 10 x 10 x 5 cm

504 321	Interrupteur
---------	--------------



#### Commutateur

Commutateur à levier sur socle transparent, pour les très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : trois douilles de 4 mm
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 5 cm

504 325	Commutateur
---------	-------------

### 3.3.3 Lampes à incandescence et à décharge

#### Ampoules E10

N° de cat.	Nombre	Culot	Tension	Puissance	Remarques
505 051	10	E10	1,2 V	0,26 W	
505 11	10	E10	2,5 V	0,25 W	
505 12	10	E10	3,5 V	0,7 W	
505 06	10	E10	3,7 V	1,11 W	Ampoule lenticulaire
505 10	10	E10	3,8 V	0,27 W	
505 07	10	E10	4 V	0,16 W	
505 15	10	E10	6 V	0,3 W	
505 171	10	E10	6 V	1,1 W	
505 14	10	E10	6 V	3 W	
505 131	10	E10	6 V	5 W	
505 05	10	E10	7 V	0,7 W	
505 09	10	E10	12 V	1,2 W	
505 08	10	E10	12 V	3 W	
505 22ET5	5	E10	12 V	6 W	remplies de gaz rare, pour 459 046
505 191	5	E10	15 V	2 W	
505 181	5	E10	24 V	3 W	
505 33ET2	2	Linolite	24 V	10 W	



#### Ampoules E14/27

N° de cat.	Nombre	Culot	Tension	Puissance	Remarques
450 511	2	E14	6 V	30 W	pour 450 60
450 521	2	E14	12 V	30 W	pour 450 60
505 23	1	E14	24 V	5 W	
505 272	2	E14	230 V	40 W	
505 3181	1	E27	230 V	11 W	Lampe à économie d'énergie
505 316	1	E27	230 V	20 W	Tube fluorescent
505 302	1	E27	230 V	46 W	
505 3191	1	E27	230 V	60 W	Ampoule de croissance pour plantes
389 250	1	E27	230 V	150 W	Émetteur infrarouge



#### Ampoules halogènes

N° de cat.	Nombre	Culot	Tension	Puissance	Remarques
450 68	1	G6,35	12 V	50 W	pour 460 64
450 63	1	G6,35	12 V	100 W	pour 460 64
443 01	1	G6,35	24 V	150 W	pour 443 10
KI6049	1	G6,35	24 V	250 W	pour 452 111
450 71	1	G6,35	230 V	1000 W	pour 450 72
459 01ET5	5	G4	12 V	20 W	pour 459 092, 459 032
505 052	1	E10	2,8 V	2,4 W	



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.4 DOUILLES



#### Lampes à décharge 115 V, E10, jeu de 10

Avec électrode annulaire sans résistance de limitation du courant.

Caractéristiques techniques :

- Nombre : 10
- Tension : 115 V
- Culot : E10

505 36ET10 Lampes à décharge 115 V, E10, jeu de 10

### 3.3.4 Douilles

#### Socle transparent avec douille E10

Pour les très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E10
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 3 cm

505 72 Socle transparent avec douille E10

#### Douille E14 pour ampoule

Pour basses et très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E14
- Connexion : douilles de sécurité
- Dimensions : 13,5 cm x 7,5 cm x 5 cm

505 67 Douille E14 pour ampoule

#### Douille E14 pour ampoule

Pour microscope à émission de champ (554 60).

Caractéristiques techniques :

- Douille : E14
- Connexion : fiche de sécurité de 4 mm et douille de 4 mm
- Dimensions : longueur du câble : 75 cm

505 68 Douille E14 pour ampoule

#### Douille E27, connecteur Europe

Pour alimentation secteur.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E27
- Raccordement : prise à contact de protection
- Dimensions :
  - Tige : 10 cm x 10 mm Ø
  - Longueur de câble : 1,80 m

451 17 Douille E27, connecteur Europe



#### Douille E27, connecteur multiple

Pour le raccordement de la lampe haute pression à vapeur de mercure (451 15/451 151) à la bobine de self universelle (451 30). Douille mise à la terre par connecteur multiple ; montée sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E27
- Raccordement : connecteur multiple
- Dimensions :  
Tige : 10 cm x 10 mm Ø  
Longueur de câble : 70 cm

451 19 Douille E27, connecteur multiple



#### 3.3.5 Résistances, décades de résistances

##### Rhéostats à curseur

Protégés contre le contact accidentel, à utiliser comme potentiomètres à haute capacité de charge et comme résistances variables ou fixes dans des circuits basse et très basse tension.

- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Tolérance : 10 %
- Dimensions : 450 mm x 95 mm x 150 mm

N° de cat.	Résistance	I (permanent)	I <sub>max</sub> (15 min)
537 32	10 Ω	5,7 A	8 A
537 33	33 Ω	3,1 A	4,4 A
537 34	100 Ω	1,8 A	2,5 A
537 35	330 Ω	1 A	1,4 A
537 36	1000 Ω	0,57 A	0,8 A
537 37	3300 Ω	0,31 A	0,44 A



##### Résistances de mesure

Avec sérigraphie du symbole du composant, de la valeur ohmique et de la charge admissible.

- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 6,5 cm x 3 cm x 3 cm

N° de cat.	Résistance	Tolérance	P <sub>max</sub>	U <sub>max</sub>
536 101	1 Ω	2 %	4 W	
536 111	5 Ω	2 %	4 W	
536 121	10 Ω	2 %	4 W	
536 131	100 Ω	2 %	4 W	
536 141	1 kΩ	2 %	4 W	
536 191	10 kΩ	2 %	4 W	
536 251	100 kΩ	2 %	4 W	
536 201	1 MΩ	1 %	1 W	500 V
536 211	10 MΩ	1 %	1 W	500 V
536 221	100 MΩ	2 %	1 W	2 kV
536 231	1 GΩ	10 %	0,5 W	500 V



## 3.3 ACCESSOIRES ÉLECTRIQUES

### 3.3.5 RÉSISTANCES, DÉCADES DE RÉSISTANCES



#### Pont de Wheatstone

Pour la mesure de la résistance dans des montages en pont, convient pour les expériences de démonstration. Uniquement pour les très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Graduation : dm, cm, mm
- Fil : constantan, 0,5 mm  $\varnothing$
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 110 cm x 9 cm

536 02	Pont de Wheatstone
--------	--------------------



#### Décades de résistances

Résistance de mesure en montage potentiométrique, réglable par commutateur rotatif ; possibilité d'assemblage d'un jeu de décades à plusieurs niveaux en association avec d'autres décades de résistances. Livrée avec un câble d'expérimentation de sécurité.

- Connexion : 3 x douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 72 mm x 72 mm x 90 mm
- Masse : 220 g

N° de cat.	Gamme de mesure	Pas de progression	Courant max.	Précision
536 776	0 ... 1000 $\Omega$	100 $\Omega$	0,075 A	0,5 %
536 777	0 ... 100 $\Omega$	10 $\Omega$	0,250 A	0,5 %
536 778	0 ... 10 $\Omega$	1 $\Omega$	0,750 A	1,0 %
536 779	0 ... 1 $\Omega$	0,1 $\Omega$	1,000 A	1 % $\pm$ 5 m $\Omega$



#### Décade de résistances 1 $\Omega$ ...11 M $\Omega$

7 décades en boîtier pupitre, réglage par commutateurs rotatifs à 11 positions.

Caractéristiques techniques :

- $I_{max}$  (1ère décade 1 à 10  $\Omega$ ): 700 mA
- $I_{max}$  (7ème décade 1 à 10 M $\Omega$ ): 0,1 mA
- Précision : 1 %
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 410 mm x 90 mm x 80 mm
- Masse : 1,4 kg

536 29	Décade de résistances 1 $\Omega$ ...11 M $\Omega$
--------	---

### 3.3.6 Condensateurs

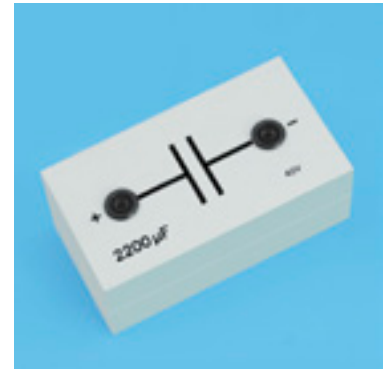
#### Condensateur électrolytique 2200 $\mu$ F

Pour la démonstration de la charge et de la décharge des condensateurs ainsi que pour le lissage de tensions continues.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 2200  $\mu$ F
- Tension : 40 V-
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 11,5 cm x 6,5 cm x 4,5 cm

538 311 Condensateur électrolytique 2200  $\mu$ F



#### Condensateurs

Avec sérigraphie du symbole du composant, de la valeur de la capacité et de la tension maximale admissible.

- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 11,5 cm x 6,5 cm x 4,5 cm

N° de cat.	Capacité	Tension max.	Tolérance
538 001	250 pF	400 V- / 150 V~	20 %
538 011	1000 pF	400 V- / 150 V~	20 %
538 021	0,01 $\mu$ F	400 V- / 150 V~	20 %
538 031	0,1 $\mu$ F	400 V- / 150 V~	20 %
538 041	0,5 $\mu$ F	500 V- / 150 V~	10 %
538 051	1 $\mu$ F	500 V- / 150 V~	10 %
538 061	2 $\mu$ F	500 V- / 150 V~	10 %
538 071	5 $\mu$ F	500 V- / 150 V~	10 %



#### Condensateur 40 $\mu$ F

Pour étudier les propriétés de condensateurs et pour réaliser un circuit oscillant avec une fréquence de 1 Hz avec la bobine à haute inductance (517 011). Avec commutateur intégré (source de tension/bobine), raccord pour un appareil de mesure livré avec cavalier de sécurité. Commutateur et schéma fonctionnel sérigraphié sur la plaque d'expérimentation. À fixer dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 40  $\mu$ F
- Tension : max. 250 V-
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 10 cm x 29,7 cm x 10 cm
- Masse : 0,5 kg

517 021 Condensateur 40  $\mu$ F

Complément nécessaire :

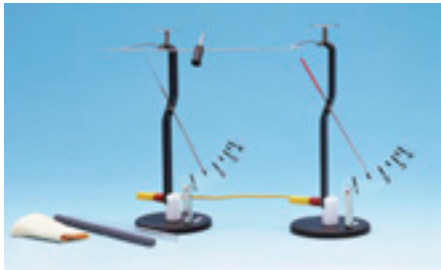
Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative



## 3.4 Électrostatique

### 3.4.1 avec l'électromètre relatif



#### Électromètre relatif

Pour l'initiation au fonctionnement d'un électromètre et pour des expériences de base en électrostatique. Avec potence et plaque de condensateur amovible ; à échelle projetable.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 20 cm x 12 cm x 32 cm

540 10 | Électromètre relatif

#### Équipement électrostatique 1



Pour des expériences d'électrostatique telles que l'attraction, la répulsion, l'identification de la charge et de la polarité, l'effet de pointe, l'ionisation etc.

Matériel livré :

- 2 bâtonnets en PVC
- 2 bâtonnets en résine acrylique
- 1 chiffon en laine
- 1 suspension pour bâtonnets
- 1 pointe enfichable
- 1 pendule double
- 1 plaque de condensateur enfichable
- 1 plaque diélectrique
- 1 lampe à décharge
- 1 tige perforée
- 1 plateau de rangement compartimenté (86 mm x 518 mm)

540 11 | Équipement électrostatique 1

#### Équipement électrostatique 2



Équipement complémentaire pour la réalisation d'expériences d'électrostatique par ex. sur la séparation et le transfert de la charge, la conductivité, la répartition de la charge en fonction de la forme de la surface, l'action d'un condensateur et l'effet d'écran, etc.

Matériel livré :

- 1 sphère enfichable
- 1 chaînette métallique avec œillet isolé
- 1 cage de Faraday
- 1 fil de raccordement avec œillets (bon conducteur)
- 1 ficelle avec œillets (mauvais conducteur)
- 1 fil de soie avec œillets (isolant)
- 1 connecteur sur fiche de fixation
- 1 écran métallique
- 1 écran en plastique
- 1 plateau de rangement compartimenté (86 mm x 518 mm)

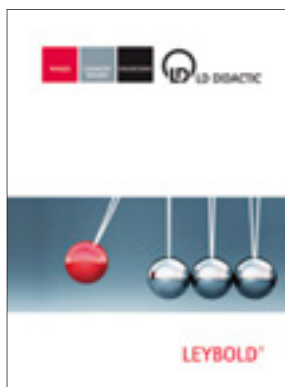
540 12 | Équipement électrostatique 2

#### LIT: Électromètre relatif, français

Expériences d'électrostatique avec l'électromètre relatif (540 10), 16 pages, A4, 16 expériences, 16 illustrations. Sujets traités :

- Séparation de charge
- Division des charges par deux
- Répartition des charges
- Condensateur
- Blindage
- Conducteurs et isolants

540 133 | LIT: Électromètre relatif, français





## Électromètre relatif, équipement

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	540 10	Électromètre relatif
1	540 11	Équipement électrostatique 1
1	540 12	Équipement électrostatique 2
1	540 131	LIT: Électromètre relatif, allemand

540 10P	Électromètre relatif, équipement
---------	----------------------------------

## 3.4.2 avec l'électroscope

### Électroscope

Pour des expériences de base et d'initiation à l'électrostatique ainsi que pour l'affichage de tensions continues et alternatives. Sert aussi à illustrer le fonctionnement d'un voltmètre haute tension de Braun. Convient pour la projection d'ombres. Livré avec une plaque de condensateur et deux douilles d'adaptation au silicium.

Caractéristiques techniques :

- Tension : max. 8 kV
- Diamètre : 18 cm
- Hauteur : 25 cm
- Tige : 10 mm Ø

Matériel livré :

- 1 électroscope
- 1 plaque de condensateur

540 091	Électroscope
---------	--------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 11	Socle



### Bâtonnets de friction, PVC et plexiglas

Pour produire des charges par frottement et mettre en évidence les forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les charges électriques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 10 mm
- Matériau de friction adapté : feuille en plastique
- Nature des charges : ±

541 00	Bâtonnets de friction, PVC et plexiglas
--------	---



### Tube en verre

Pour produire des charges par frottement et mettre en évidence les forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les charges électriques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 10 mm
- Matériau de friction adapté : papier journal, cuir
- Nature des charges : +

541 01	Tube en verre
--------	---------------



## 3.4 ÉLECTROSTATIQUE

### 3.4.2 AVEC L'ÉLECTROSCOPE



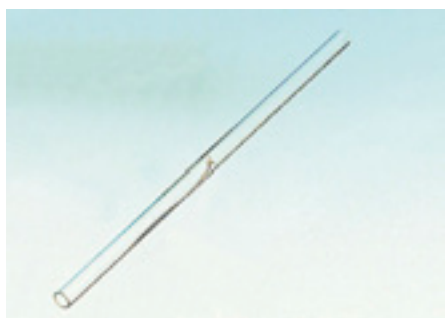
#### Bâtonnet en plastique

Pour produire des charges par frottement et mettre en évidence les forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les charges électriques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 8 mm
- Matériau de friction adapté : laine ou fibres textiles
- Nature des charges : -

541 04    Bâtonnet en plastique



#### Tube en verre avec chape

Pour produire des charges par frottement et mettre en évidence les forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les charges électriques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 10 mm
- Matériau de friction adapté : papier journal, cuir
- Nature des charges : +

541 02    Tube en verre avec chape

Complément nécessaire :

1 pied-support à pivot                    de 513 51



#### Bâtonnet en plastique avec chape

Pour produire des charges par frottement et mettre en évidence les forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les charges électriques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 25 cm
- Diamètre : 8 mm
- Matériau de friction adapté : laine ou fibres textiles
- Nature des charges : -

541 05    Bâtonnet en plastique avec chape

Complément nécessaire :

1 pied-support à pivot                    de 513 51



#### Peau de chamois

Pour charger des bâtonnets en verre en électricité statique par simple frottement.

541 21    Peau de chamois

## Électrostatique, collection

Pour la démonstration des phénomènes électrostatiques.

### Matériel livré :

- 1 socle
- 1 tige support avec douille de fixation et de connexion
- 1 bille avec tige de connexion
- 1 plaque de base avec tige de connexion et rainure pour bille
- 1 étrier support avec crochet
- 1 boîtier avec électrode sphérique
- 1 boîtier avec électrode en pointe
- 1 roue pour l'effet de pointe
- 1 roulement à aiguilles avec tige de connexion
- 1 pendule double avec moelle de sureau
- 10 morceaux de moelle de sureau
- 1 touffe de papier
- 2 chaînes
- 1 support pour carillon
- 1 panneau à éclair
- 1 bâtonnet de friction avec perçage de 4 mm
- 1 support de rangement



541 68 | Électrostatique, collection

### Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	541 72	Générateur de Van de Graaf
1	541 652*	Machine à influence de Wimshurst

\* alternative

## 3.4.3 avec l'amplificateur électromètre

### Expériences de base en électrostatique avec l'amplificateur électromètre

L'expérience P3.1.1.2 consiste à étudier la séparation de charges par frottement mutuel de deux corps: on démontre qu'un corps porte des charges positives et l'autre des charges négatives, avec des quantités d'électricité égales en valeur absolue. Si l'on mesure simultanément les charges des deux corps, leur action se compense. Le signe de la charge ne dépend pas uniquement du corps lui-même, mais également de la matière du deuxième corps.

### Collection Amplificateur électromètre

Pour des expériences d'électrostatique sur la triboélectricité.

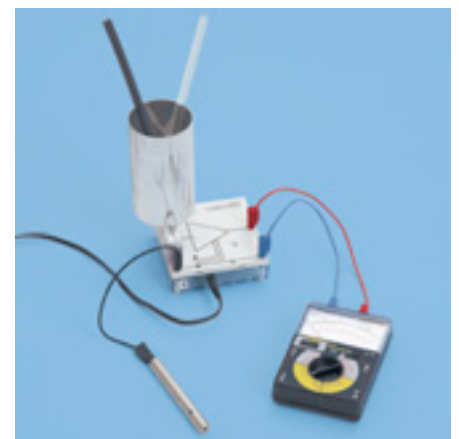
### Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	532 14	Amplificateur électromètre
1	532 16	Tige de raccordement
1	541 00	Bâtonnets de friction, PVC et plexiglas
1	546 12	Cage de Faraday
1	578 25	Condensateur 1 nF, STE 2/19
1	590 011	Fiche de fixation
1	648 07	Boîte de rangement S24-FN
2	648 08	Séparation ZW 24
1	648 202	Casier de rangement BEL Science Kit Advanced

532 151 | Collection Amplificateur électromètre

### Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 791	Adaptateur secteur 12 V CA



## 3.4 ÉLECTROSTATIQUE

### 3.4.3 AVEC L'AMPLIFICATEUR ÉLECTROMÈTRE



#### Collection complémentaire Amplificateur électromètre

Pour la mesure de tensions ainsi que de courants très faibles et de charges. Rangement avec la collection 532 151.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	522 27	Alimentation 450 V
1	546 311	Électrode de zinc et électrode à grille
1	577 00	Résistance 100 Mohms, STE 2/19
1	577 02	Résistance 1 Gohm, STE 2/19
1	577 03	Résistance 10 Gohms, STE 2/19
1	577 76	Résistance 1 Mohm, STE 2/19
1	577 78	Résistance 10 Mohms, STE 2/19
1	578 10	Condensateur 10 nF, STE 2/19
1	578 15	Condensateur 1 $\mu$ F, STE 2/19
1	578 31	Condensateur 0,1 $\mu$ F, STE 2/19

532 152 Collection complémentaire Amplificateur électromètre

#### 3.4.4 avec mesureur de champ électrique

##### Mesure de la force du champ électrique dans un condensateur à plaques

L'expérience P3.1.7.4 se consacre à la détermination de la dépendance du potentiel du champ électrique  $E$  de la tension donnée  $U$  et de la distance entre les plaques  $d$ . Ainsi, on commence par mesurer le potentiel du champ électrique différent en changeant la tension  $U$  mais à une distance fixe  $d$ . Ensuite on maintient la tension  $U$  et l'on détermine le potentiel du champ électrique  $E$  en fonction de la distance entre les plaques  $d$ .

##### Mesureur de champ électrique S

Pour la mesure du champ électrique statique (ou champ électrostatique) avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou avec l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Le champ est enregistré avec la polarité correcte. L'appareil s'utilise par ex. pour les expériences sur l'intensité du champ dans un condensateur, aussi avec diélectrique, ou sur l'intensité du champ de corps chargés. Il permet aussi d'étudier le champ électrique terrestre au niveau de l'ionosphère (env. +100 V/m) et la charge électrique des nuages (plusieurs kV/m). À l'aide d'une plaque de mesure de la tension de 1 cm (livrée avec l'appareil), il sert aussi de voltmètre à très haute impédance, par ex. pour la mesure du potentiel dans un espace libre au moyen de la sonde à flamme ou de la cage de Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de mesure  
Intensité du champ :  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  kV/m,  $\pm 1$  MV/m  
Tension :  $\pm 10/\pm 100$  V,  $\pm 1/\pm 10$  kV
- Fréquence limite : 10 Hz
- Résistance d'entrée :  $10^{15}$   $\Omega$  (dans des conditions normales)
- Capacité d'entrée : 4 pF
- Alimentation en tension :  $\pm 12$  V de CASSY
- Diamètre :  
logement pour condensateur : 58,3 mm  
au dos : 60 mm
- Longueur : 96 mm
- Longueur de la tige : 190 mm sans filetage

Matériel livré :

- 1 Mesureur de champ électrique S
- 1 Tige à filetage
- 1 Plaque de mesure de la tension, 1 cm d'écartement

524 080 Mesureur de champ électrique S

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	540 540	Accessoires pour le mesureur de champ électrique S



### Accessoires pour le mesureur de champ électrique S

Plaques de condensateur, sonde à flamme et accessoires pour montages expérimentaux avec le mesureur de champ électrique S (524 080) dans le domaine de l'électrostatique.

**Matériel livré :**

- 2 plaques de condensateur de 28,3 cm avec bloc support
- 1 plaque de condensateur de 28,3 cm à monter sur le mesureur de champ électrique S
- 1 sonde à flamme avec tige isolée (540 541)
- 1 diélectrique 30 cm x 30 cm x 0,4 cm, plastique
- 1 diélectrique 30 cm x 30 cm x 0,4 cm, verre
- 1 jeu de 10 pièces d'écartement
- 1 tige en plastique (590 14)
- 1 flexible pour l'alimentation en gaz, PVC, 3 mm Ø
- 1 raccord pour flexible PP, 3/6 - 7/11 mm

540 540	Accessoires pour le mesureur de champ électrique S
---------	--



### 3.4.5 Lignes de champ et équipotentielles

#### Équipement lignes de champ électrique

Pour la représentation à l'aide d'un rétroprojecteur. La forme des lignes de champ est visualisée par l'orientation de petites particules ; pour ce faire, il faut placer la coupelle fermée remplie d'huile et de semoule sur les plaques pourvues d'électrodes disposées de différentes façons. La tension d'excitation est appliquée aux électrodes, par ex. à l'aide de l'alimentation haute tension 10 kV (521 70).

**Caractéristiques techniques :**

- Diamètre de la coupelle : 9 cm
- Dimensions des plaques : 12 x 12 cm
- Écartement minimum des électrodes : 14 mm
- Diamètre des douilles de raccordement : 4 mm

**Matériel livré :**

- 1 coupelle fermée, remplie d'huile et de semoule
- 4 plaques sérigraphiées avec paires d'électrodes
  - 2 sphères (686 30)
  - 1 sphère et 1 plaque (686 31)
  - 2 plaques (condensateur à plaques) (686 32)
  - 2 anneaux (condensateur cylindrique ou sphérique) (686 33)
- 1 plateau de rangement

541 06	Équipement lignes de champ électrique
--------	---------------------------------------

**Complément nécessaire :**

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	452 111	Rétroprojecteur Famulus alpha 250
2	501 05	Câble haute tension, 1 m
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV

#### Cuve électrolytique

Pour la représentation de lignes équipotentielles.

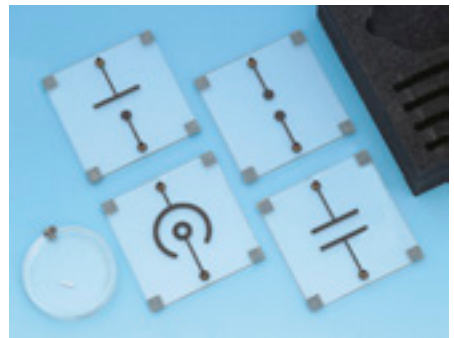
**Caractéristiques techniques :**

- Dimensions : 26,5 cm x 26,5 cm x 2 cm

**Matériel livré :**

- 1 cuve en plastique
- 1 paire d'électrodes barres
- 1 paire d'électrodes circulaires
- 1 électrode annulaire

545 09	Cuve électrolytique
--------	---------------------





### 3.4.6 Condensateurs à plaques

#### Détermination de la capacité d'un condensateur à plaques – mesure de la charge avec l'amplificateur de mesure D

L'expérience P3.1.7.3 consiste à mesurer avec précision la capacité  $C$  d'un condensateur à plaques en fonction de la distance  $d$  entre les plaques. Pour ce faire, on emploie un condensateur à plaques de 13 cm de rayon dont l'écartement des plaques peut se régler de 0 à 70 mm. Le but de l'exploitation est de représenter les valeurs mesurées sous la forme

$$C = f\left(\frac{1}{d}\right)$$

et de les comparer avec les valeurs théoriques.

#### Condensateur à plaques

Pour étudier les relations entre les grandeurs électriques charge, tension et capacité, ainsi que pour mesurer les constantes électriques et diélectriques de différents matériaux. Avec mécanisme de précision pour le réglage fin de l'écartement des plaques.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des plaques : 0 à 70 mm, réglable en continu
- Réglage fin de l'écartement des plaques : sur 20 mm avec une précision de 1/10ème de mm
- Diamètre des plaques : 25,5 cm
- Épaisseur des plaques : 7 mm

544 22	Condensateur à plaques
--------	------------------------



#### Condensateur démontable

Pour étudier les relations entre les grandeurs électriques charge, tension et capacité, ainsi que pour mesurer les constantes diélectriques de différents matériaux. Les plaques du condensateur sont fixées sur des cavaliers isolants qu'il est possible de décaler l'un par rapport à l'autre sur un rail métallique de précision gradué. Entretoises pour le réglage de petits écartements.

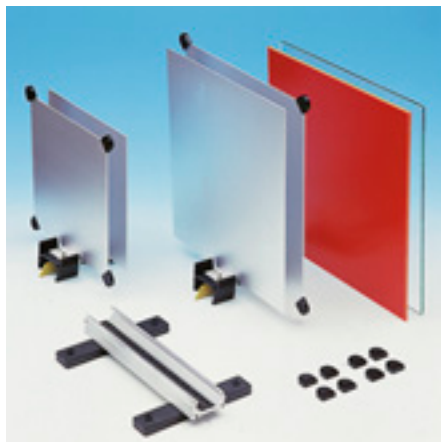
Caractéristiques techniques :

- Surfaces des plaques : 28,3 cm x 28,3 cm et 20 cm x 20 cm, l'une
- Rail
  - Longueur : 25 cm
  - Échelle : graduée en cm et en mm
- Entretoises : 1/2/3/4/6 mm
- Diélectriques
  - Surface : 30 cm x 30 cm, l'un
  - Épaisseur : 4 mm, l'un
- Masse : 2,9 kg

Matériel livré :

- 2 paires de plaques de condensateur sur cavaliers
- 1 rail métallique de précision avec pieds
- 2 jeux de 10 entretoises
- 2 plaques diélectriques : verre, polystyrène

544 23	Condensateur démontable
--------	-------------------------



### 3.4.7 Répartition de la charge sur les conducteurs

#### Détermination de la capacité d'une sphère dans un espace libre

L'expérience P3.1.6.1 consiste à déterminer la capacité d'une sphère dans un espace libre, en électrisant la sphère avec une haute tension  $U$  connue et en mesurant sa charge  $Q$  avec un amplificateur électromètre branché en coulombmètre. La mesure se fait pour différents rayons  $r$ . Le but de l'exploitation est de confirmer les proportionnalités  $Q \propto U$  et  $C \propto r$

#### Isolateur pour l'expérimentation

Isolateur rigide avec résistance d'isolation élevée.

Caractéristiques techniques :

- Résistance d'isolation :  $10^{13} \Omega$
- Tension d'isolation : 15 kV max.
- Raccords :  
côté haute tension : 1 perçage axial de 4 mm et 2 autres radiaux, 1 vis de serrage  
côté terre : 1 perçage radial de 4 mm
- Longueur de l'isolateur : 5,5 cm
- Longueur totale : 14 cm

540 52 Isolateur pour l'expérimentation

#### Cage de Faraday

Pour l'étude de la répartition des charges sur un corps métallique creux. Avec fiche de 4 mm pour l'enfichage direct sur un électroscope (540 08, 540 091, 540 10) ou sur l'amplificateur électromètre (532 14).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 72 mm
- Hauteur : 13 cm
- Connexion : fiche de 4 mm

546 12 Cage de Faraday

#### Sphères conductrices, jeu de 3

Pour déterminer la capacité de sphères en fonction du rayon. Sphères avec élément de fixation pour enfichage sur la tige isolante fournie.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des sphères : 25 mm, 30 mm, 35 mm
- Tige isolante : 24 cm x 10 cm  $\varnothing$

543 00 Sphères conductrices, jeu de 3

#### Plaquette d'essai, 4 cm x 4 cm

Pour le transport de la charge et pour l'étude de l'influence ; montée sur tige isolante.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 40 mm x 40 mm
- Longueur totale : 20 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

542 52 Plaquette d'essai, 4 cm x 4 cm

#### Plaque à influence, 8 cm x 4 cm

Pour le transport de la charge et pour l'étude de l'influence ; montée sur tige isolante.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque : 80 mm x 40 mm
- Longueur totale : 28 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

542 51 Plaque à influence, 8 cm x 4 cm



## 3.4 ÉLECTROSTATIQUE

### 3.4.7 RÉPARTITION DE LA CHARGE SUR LES CONDUCTEURS



#### Sphère creuse métallisée

Pour l'étude du transport de la charge entre deux plaques électrisées (condensateurs à plaques 544 22/23) ; sphère creuse avec œillet et fil isolant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la sphère : 38 mm
- Longueur du fil isolant : 1,5 m

543 01 Sphère creuse métallisée



#### Électrode de zinc et électrode à grille

Pour l'étude de l'effet photoélectrique et de la conductivité de l'air par ionisation. Électrodes avec fiche de 4 mm pour le montage et la connexion électrique. Avec plaque en verre.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 95 mm x 77 mm x 1,5 mm, l'une

546 311 Électrode de zinc et électrode à grille



#### Sphère sur support isolant

Pour expériences d'électrostatique, par exemple pour la détermination de la capacité d'une sphère à partir de la charge et de la tension, pour le montage d'un condensateur sphérique avec la paire d'hémisphères (543 05) ou pour la détermination du potentiel tout autour d'une sphère électrisée. Sur tige isolante, avec douille de raccordement de 4 mm. Utilisation possible aussi bien sur la table, avec le pied, que sur le banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la sphère : 10 cm
- Hauteur totale (y compris le pied) : 29 cm

543 021 Sphère sur support isolant



#### Conducteur conique sur support isolant

Pour expériences d'électrostatique, par exemple pour illustrer l'effet de pointe sur les corps électrisés. Sur pied isolant.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 10 cm
- Longueur du cône creux : 20 cm
- Hauteur totale (y compris le pied) : 29 cm

543 071 Conducteur conique sur support isolant



#### Hémisphères de Cavendish, paire

Pour le montage d'un condensateur sphérique avec la sphère sur support isolant (543 021).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 11 cm
- Longueur (y compris le manche isolant) : 18 cm

543 05 Hémisphères de Cavendish, paire



#### Bouteille de Leyde

Condensateur haute tension pour expériences d'électrostatique ainsi que pour une utilisation dans un circuit oscillant de Tesla à haute fréquence.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 1000 pF
- Diamètre : 10 cm
- Hauteur du cylindre en verre : 26 cm
- Connexion : douilles de 4 mm
- Hauteur totale : 36 cm

544 02 Bouteille de Leyde



### 3.4.8 Loi de Coulomb

#### Vérification de la loi de Coulomb – tracé et exploitation avec CASSY

Pour l'expérience P3.1.2.3, on emploie le logiciel CASSY Lab pour tracer et exploiter les résultats des mesures. On mesure la force de Coulomb pour différentes charges  $Q_1$  et  $Q_2$  en fonction de la distance  $r$ . Les charges des sphères sont mesurées avec un amplificateur électromètre branché en coulombmètre. Le but de l'exploitation est de confirmer la proportionnalité

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

et de déterminer la constante de champ électrique  $\epsilon_0$ .



#### Jeu de corps conducteurs

Pour mesurer la force entre des sphères chargées électriquement en fonction de la charge et de la distance (loi de Coulomb) et pour mesurer les forces appliquées à des corps (plaque à influence, sphère) dans le champ électrique d'un condensateur à plaques (544 22), par exemple. Mesure des forces avec le capteur de forces S (524 060) et l'instrument de mesure universel Physique (531 835) ou avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009).

Caractéristiques techniques :

- 3 sphères, métallisées, 38 mm Ø, chacune d'elles montée sur une tige tubulaire isolante de 15 cm de long et 6 mm de diamètre
- 1 plaque à influence circulaire, métallique, 62 mm Ø, montée sur une tige tubulaire isolante de 15 cm de long et 6 mm de diamètre
- 4 fiches de couplage, 4 mm Ø

314 263 | Jeu de corps conducteurs



#### Capteur de forces S, ±1 N

Pour mesurer des forces (par ex. électrostatiques) de ±1 N avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Avec deux lames souples à quatre jauges extensométriques montées en pont.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : ±10/±30/±100/ ±300 mN, ±1 N
- Compensation : ±2,5 N dans chaque gamme de mesure
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure (suivant l'emplacement)
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 1 m
- Dimensions : 14,4 cm x 4 cm x 4 cm
- Masse : 360 g

524 060 | Capteur de forces S, ±1 N

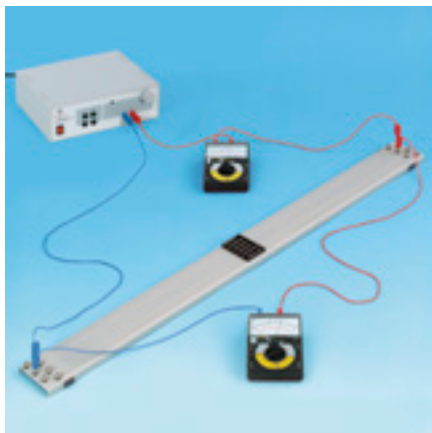


# 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

## 3.5.1 DANS LES MÉTAUX

### 3.5 Conductivité électrique

#### 3.5.1 dans les métaux



#### Vérification de la loi d'Ohm et mesure de résistances spécifiques

L'expérience P3.2.2.1 consiste à vérifier la proportionnalité entre courant et tension pour des fils métalliques de matériau différent, ainsi que d'épaisseur et de longueur différentes et à déterminer la résistance spécifique du matériau utilisé.

#### Appareil pour mesures de la résistance

Pour étudier l'influence de la longueur, de la section et du matériau du fil résistif sur sa résistance électrique.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de fils : 6
- Matériaux et diamètres :
  - constantan : 1 mm Ø
  - constantan (2x) : 0,7 mm Ø
  - constantan : 0,5 mm Ø
  - constantan : 0,35 mm Ø
  - laiton : 0,5 mm Ø
- Longueur : 1 m, l'un
- Connexion : douilles de 4 mm ; uniquement pour la très basse tension

550 57 | Appareil pour mesures de la résistance

#### Conducteurs et isolants, jeu

Pour étudier la conductivité électrique de différents matériaux, livré avec boîte de rangement

Caractéristiques techniques :

- Nombre d'échantillons : 10
- Longueur : 15 cm, l'un
- Matériaux : cuivre, aluminium, fer, charbon, bois, nylon, matière plastique, caoutchouc, verre acrylique, verre

550 601 | Conducteurs et isolants, jeu

#### Plaquette pour enroulement de fil

Pour la fixation mécanique et pour la connexion électrique des fils résistifs (550 35 à 550 51). En matériau réfractaire ; à bords crantés pour définir le nombre exact de spires, fixation du fil aux extrémités par des vis moletées.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du fil pouvant être enroulé : 2 m
- Nombre de spires : 25
- Connexion : par fiches de 4 mm
- Dimensions : 16,5 cm x 4 cm x 3,5 cm

567 18 | Plaquette pour enroulement de fil



### Fils résistifs

Pour étudier l'influence du matériau, de la longueur et de la section du fil utilisé sur sa résistance électrique.

N° de cat.	Diamètre	Longueur	Section	Résistance spécifique	Matériau
550 35	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	0,6 Ω/m	Cuivre
550 39	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	0,4 Ω/m	Laiton
550 40	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	15,4 Ω/m	Constantan
550 41	0,25 mm	100 m	0,05 mm <sup>2</sup>	10,4 Ω/m	Constantan
550 361	0,3 mm	100 m	0,07 mm <sup>2</sup>	7,7 Ω/m	Constantan
550 42	0,35 mm	100 m	0,1 mm <sup>2</sup>	5 Ω/m	Constantan
550 43	0,4 mm	50 m	0,12 mm <sup>2</sup>	4 Ω/m	Constantan
550 44	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	2,5 Ω/m	Constantan
550 443	0,7 mm	20 m	0,4 mm <sup>2</sup>	1,3 Ω/m	Constantan
550 445	1 mm	20 m	0,8 mm <sup>2</sup>	0,6 Ω/m	Constantan
550 45	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	34,5 Ω/m	Chrome-nickel
550 46	0,25 mm	100 m	0,05 mm <sup>2</sup>	21,3 Ω/m	Chrome-nickel
550 47	0,35 mm	100 m	0,1 mm <sup>2</sup>	11 Ω/m	Chrome-nickel
550 48	0,4 mm	50 m	0,12 mm <sup>2</sup>	8,2 Ω/m	Chrome-nickel
550 49	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	5,4 Ω/m	Chrome-nickel
550 51	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	3,3 Ω/m	Fer



### 3.5.2 dans les métaux précieux et les semi-conducteurs

#### Étude de l'influence de la température sur la résistance d'un métal précieux

Dans les expériences P7.2.2.1 et P7.2.2.2, on mesure la valeur de la résistance en fonction de la température dans un montage en pont de Wheatstone. On utilise l'interface CASSY pour enregistrer et afficher les courbes. Pour la résistance en métal précieux, on confirme la relation suivante avec une bonne précision dans le domaine de température étudié :

$$R = R_0 \cdot \frac{T}{\Theta}$$

$\Theta = 240 \text{ K}$  : Température de Debye du platine

Pour le semi-conducteur, l'exploitation donne une dépendance de la forme

$$R \sim e^{\frac{\Delta E}{2kT}}$$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$  : constante de Boltzmann

pour l'intervalle de bandes  $\Delta E = 0,5 \text{ eV}$ .

#### Résistance en métal précieux

Montée sur plaque support, pour mesurer la résistance ohmique en fonction de la température.

Caractéristiques techniques :

- Plage de température : -80 ... +400 °C
- Résistance à 20 °C : env. 100 Ω
- Variation de la résistance dans la plage de température : 1:3,5
- Connexion : douilles de 4 mm
- Diamètre : 3,5 cm
- Longueur : 12 cm

586 80 Résistance en métal précieux

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	555 81	Four électrique, 230 V



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.2 DANS LES MÉTAUX PRÉCIEUX ET LES SEMI-CONDUCTEURS



#### Résistance à semi-conducteur 5 kΩ

Montée sur plaque support, pour mesurer la résistance ohmique en fonction de la température.

Caractéristiques techniques :

- Plage de température : -55 ... +200 °C
- Résistance
  - à 25 °C : 5 kΩ
  - à 100 °C : 0,5 kΩ
- Diamètre : 3,5 cm
- Longueur : 12 cm

586 821	Résistance à semi-conducteur 5 kΩ
---------	-----------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	555 81	Four électrique, 230 V



### 3.5.3 dans les supraconducteurs

#### Détermination de la température critique d'un supraconducteur à haute température

Dans l'expérience P7.2.6.1, on détermine la température critique du supraconducteur à haute température  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ . Pour cela, on refroidit la substance avec de l'azote liquide en dessous de sa température critique  $T_c = 92$  K. Dans une mesure en 4 points, on trace la chute de tension à l'échantillon en fonction de sa température avec l'interface CASSY.

#### Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication

Sert aussi à la démonstration du diamagnétisme parfait ou effet Meissner-Ochsenfeld (expérience de lévitation). Utilisé avec un four à moufle ou un four à creuset, ce kit permet de fabriquer soi-même des pastilles supraconductrices. Le mélange requis des oxydes métalliques est préparé dans les proportions adéquates et déjà homogénéisé.

Matériel livré :

- 1 mélange prêt à l'emploi composé de  $Y_2O_3$ ,  $BaCO_3$ ,  $CuO$
- 1 récipient fritté
- 1 outil de pressage
- 1 coupe pour l'azote liquide
- 1 pincette en plastique
- 1 aimant spécial, 4 mm x 10 mm Ø
- 1 notice pour la fabrication de pastilles supraconductrices

667 550	Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication
---------	--

#### Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation

Pour la démonstration du diamagnétisme parfait ou effet Meissner-Ochsenfeld qui permet de mettre en évidence la supraconductivité d'une substance. Le supraconducteur est refroidi jusqu'à 77 K avec de l'azote liquide. Lorsque la température de transition est atteinte, l'aimant spécial (grande intensité de champ magnétique pour un poids minimal) se met à flotter au-dessus du supraconducteur.

Matériel livré :

- 1 pastille supraconductrice, 4 mm x 23 mm Ø
- 2 aimants spéciaux, 4 mm x 10 mm Ø
- 1 coupe pour l'azote liquide
- 1 pincette en plastique

667 551	Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation
---------	--

### Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation

Ce kit permet la détermination exacte de la température de transition (mesure en 4 points) à laquelle la résistance du supraconducteur devient nulle.

Matériel livré :

- 1 adaptateur de mesure avec source de courant intégrée à haute stabilité. L'adaptateur délivre des signaux linéarisés pour la chute de tension et la température à deux sorties enregistreur. Le relevé des valeurs mesurées s'effectue par le biais d'un enregistreur à deux canaux ou par le biais d'un ordinateur à l'aide de l'interface CASSY (524 013) et du logiciel CASSY-Lab (524 220)
- 1 supraconducteur à 4 points de contact pour la mesure de la tension et à capteur de température intégré, câblé et prêt à être raccordé à l'adaptateur de mesure
- 1 boîte en aluminium
- 1 plateau isolant utilisable pour l'expérimentation et le rangement de l'adaptateur de mesure et du module supraconducteur

667 552 | Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation



### 3.5.4 dans le vide et les gaz

#### Étude de la décharge gazeuse autonome dans l'air en fonction de la pression

Dans l'expérience P3.9.2.1, on relie un tube de verre cylindrique à une pompe à vide afin de le vider doucement. On applique une haute tension aux électrodes du tube en verre disposées frontalement. Il ne se produit aucune décharge à pression normale. Ce n'est qu'à pression diminuée qu'il y a apparition d'un courant lié à un phénomène lumineux. Après réduction supplémentaire de la tension de gaz, on observe plusieurs phases: un fil lumineux s'étend d'abord de l'anode vers la cathode. Une colonne lumineuse issue de l'anode remplit ensuite la quasi totalité de l'espace. Une couche lumineuse se trouve au dessus de la cathode. La colonne se raccourcit et se décompose en plusieurs couches. L'apparition de ces couches est due au fait que les électrons excitateurs doivent traverser une zone d'accélération après excitation par choc, afin d'avoir suffisamment d'énergie pour exciter les atomes une nouvelle fois. Le libre parcours est donc mis en évidence par la distance entre les couches.

#### Tube à décharge, rayons canaux

Pour observer les éclairs lumineux produits par les décharges électriques dans les gaz raréfiés en fonction de la pression ainsi que pour étudier les rayons cathodiques et canaux qui surviennent à basse pression ( $\leq 3 \cdot 10^{-2}$  mbar) hors du trajet de décharge et au-delà des électrodes en aluminium percées. Les calottes d'extrémité du tube à décharge sont recouvertes de matériau fluorescent.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre
- Longueur : env. 70 cm
- Raccord pour vide : rodage conique femelle RN 19/26
- Raccord haute tension : douilles de 4 mm

554 161 | Tube à décharge, rayons canaux

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	378 752	Pompe à vide à palettes D 2,5 E
		Accessoires

Attention :

Lorsqu'il fonctionne avec l'alimentation haute tension 10 kV (521 70), le tube n'émet pas de rayonnement X non autorisé. Même avec des basses pressions dans le domaine du rayonnement cathodique, le débit de dose du rayonnement X à 0,1 m de la surface accessible n'excède pas  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Le tube est donc considéré comme un émetteur perturbateur non soumis à enregistrement selon l'art. 5 du Décret allemand sur les rayons X (RöV).



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.4 DANS LE VIDE ET LES GAZ



#### Diode de démonstration

Pour l'étude quantitative des propriétés de tubes à vide poussé, l'étude de l'effet Edison (émission d'électrons par un filament chaud), le relevé des caractéristiques d'une diode et la démonstration de l'effet redresseur des diodes en tube électronique ; la diode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 A pour 6,3 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -500 ... 500 V
- Courant anodique : 6 mA pour 6,3 V/300 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 610 Diode de démonstration



#### Triode de démonstration

Pour l'étude quantitative des propriétés de tubes à vide poussé à fonctionnement commandé, l'étude de l'effet Edison (émission d'électrons par un filament chaud), la détermination de la polarité des porteurs de charge émis, le relevé des caractéristiques d'une triode et la démonstration de son utilisation en amplificateur ; la triode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 pour 6,3 V
- Grille de commande : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension de grille : -10 ... 10 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -300 ... 300 V
- Courant anodique : 1 mA, valeur typique pour une tension de chauffe de 6,3 V, une tension de grille de 9 V et une tension anodique de 300 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 612 Triode de démonstration



#### Triode à gaz

Avec une charge d'hélium, pour l'étude de la conduction électrique dans les gaz et de la décharge de gaz autonome et non autonome ainsi que pour l'étude quantitative de la libération d'énergie discontinue par des atomes d'hélium lors de collisions avec des électrons libres (expérience simplifiée de Franck-Hertz). La triode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : hélium, env. 1 hPa
- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 A pour 6,3 V
- Grille de commande : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension de grille : -500 ... +500 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -500 ... +500 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 614 Triode à gaz

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V
1	555 600	Support pour tubes

### 3.5.5 dans les liquides

#### Poste de travail Electrochimie

Utilisé avec l'unité de mesure, l'équipement permet d'effectuer un grand nombre de mesures du potentiel électrochimique (oxydoréduction).

Appareil de base sans unité de mesure !

Matériel livré :

- 2 blocs en plastique résistant. Ils se séparent et se nettoient facilement. Du papier filtre intercalé entre les blocs sert de diaphragme. Quatre éléments galvaniques peuvent être montés simultanément.
- 18 électrodes (plaques de 28 mm x 43 mm) adaptées aux blocs, en 7 matériaux différents : Cu (4x), Zn (4x), Fe (2x), Ag (3x), C (graphite, 2x), Pt (électrode réticulaire, 1x), Ni (électrode réticulaire, 2x)
- 2 pastilles en plastique et 1 ruban en Mg pour la fabrication d'électrodes au magnésium
- 3 boîtes pour les électrodes devant être conservées dans un liquide
- 1 pierre ponce pour nettoyer les électrodes
- 1 jeu de diaphragmes en papier (100 feuilles)
- 4 pipettes compte-gouttes avec têtes en caoutchouc
- 1 plateau de rangement : 46 cm x 31 cm

664 395	Poste de travail Electrochimie
---------	--------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	664 381	Couvercle transparent, PVC

#### Unité de mesure pour le poste de travail Electrochimie

L'unité de mesure se place dans le logement du poste de travail prévu à cet effet pour ainsi pouvoir réaliser des mesures. Cet appareil de mesure s'utilise aussi indépendamment du poste de travail Electrochimie. Avec moteur à disque comme indicateur de courant (max. 3 V), par ex. pour illustrer le flux électrique en cas de piles à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesures : 100/200/500 mV, 1/2/5/10 V (7 gammes)
- Résistance interne : env.  $10^8 \Omega$
- Précision de mesure : 1,5 %
- Gamme de mesure du pH : 0 ... 14
- Résistance d'entrée de la douille pH :  $10^{12} \Omega$
- Dimensions : 21 cm x 11 cm

Matériel livré :

- 1 instrument de mesure
- 4 câbles de connexion avec pinces crocodiles
- 1 adaptateur secteur pour le branchement sur du 230 V

664 394	Unité de mesure pour le poste de travail Electrochimie
---------	--

#### Électrode de pH combinée

Grâce à son corps en plastique incassable, convient particulièrement bien pour des mesures du pH sur le terrain ; avec connecteur DIN de 13 mm de diamètre.

667 417	Électrode de pH combinée
---------	--------------------------

#### Couvercle transparent, PVC

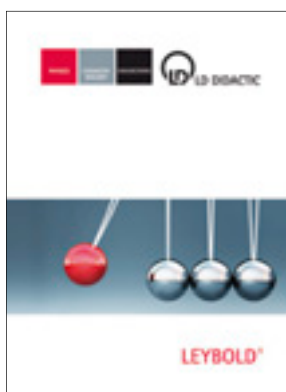
Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Electrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381	Couvercle transparent, PVC
---------	----------------------------



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.5 DANS LES LIQUIDES



#### LIT: Travaux pratiques d'électrochimie, pour l'élève, anglais

668 422 LIT: Travaux pratiques d'électrochimie, pour l'élève, anglais

#### LIT: Poste de travail Electrochimie, français

32 pages, A4 ; manuel pédagogique avec cours complet en « électrochimie » pour le deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Inclut toutes les bases théoriques et l'analyse des 16 expériences réalisables avec le poste de travail Electrochimie avec, dans la partie enseignant, les corrigés et les feuilles de travaux pratiques à photocopier pour les élèves, dans classeur avec CD, en français.

668 42FR LIT: Poste de travail Electrochimie, français

#### Lot de produits chimiques pour l'électrochimie

Comprend les 17 produits chimiques les plus utilisés pour les expériences en électrochimie. Le lot suffit pour environ 5 groupes de travail.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	670 3600	Solution ammoniacale, 25 %, 250 ml
1	670 4010	Chlorure d'ammonium, 250 g
1	672 1500	Graphite, 50 g
1	672 2810	Solution d'hydrate d'hydrazine, 250 ml
1	672 4930	Solution de bromure de potassium, 250 ml
1	672 6400	Hydroxyde de potassium, 250 g
1	672 6660	Solution d'iode de potassium 10 %, 250 ml
1	672 9660	Solution de sulfate de cuivre, 500 ml
1	673 1230	Solution de chlorure de magnésium, 250 ml
1	673 2210	Dioxyde de manganèse, (pyrolusite), 500 g
1	673 5740	Solution de chlorure de sodium, 500 ml, env. 1M, pour l'électrochimie
1	674 6900	Acide hydrochlorique 1 mol/l, 500 ml
1	674 7850	Acide sulfurique, 95-98 %, 250 ml
1	674 8800	Solution de nitrate d'argent, 250 ml
1	675 3500	Peroxyde d'hydrogène, 30 %, 250 ml
1	675 5110	Chlorure de zinc, anhydre, 250 g
1	675 5500	Solution de sulfate de zinc, 500 ml

661 125 Lot de produits chimiques pour l'électrochimie



### Électrochimie, collection

Pour les travaux pratiques consacrés à la réalisation d'expériences d'électrochimie.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	591 51	Cuve plate / Cuve à électrolyse
1 de	591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10
1 de	591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10
1 de	591 55	Électrodes de fer en plaque, jeu de 10
2 de	591 56	Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5
1 de	591 57	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10
2 de	591 61	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5

591 501	Électrochimie, collection
---------	---------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 83	Pinces crocodiles isolées, jeu de 6
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S
2	531 110	Multimètre LDanalog 10

### Cuve plate / Cuve à électrolyse

Pour les expériences d'électrochimie ; à utiliser avec les électrodes en plaque (591 53 à 61).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions extérieures : 85 mm x 70 mm x 45 mm
- Dimensions intérieures : 77 mm x 59 mm x 32 mm

591 51	Cuve plate / Cuve à électrolyse
--------	---------------------------------

### Électrodes en plaque, 76 mm x 40 mm

Grandes électrodes en plaque (76 mm x 40 mm x 1 mm) à utiliser avec la cuve à électrolyse (581 51) ou comme élément de rechange pour la collection Électrochimie (591 501). Avec le symbole de l'élément chimique métallique en question.

N° de cat.	Désignation
591 57	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10
591 591	Électrodes de plomb en plaque, jeu de 2
591 55	Électrodes de fer en plaque, jeu de 10
591 61	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5
591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10
664 422	Électrodes à plaque de laiton, jeu de 10
591 56	Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5
591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10
664 416	Électrodes en toile métallique au nickel, jeu de 5



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.5 DANS LES LIQUIDES



#### Pile Daniell

Modèle clair d'un élément électrochimique constitué d'un cylindre en zinc, d'un cylindre en cuivre et d'un vase poreux. Les deux électrodes métalliques sont pourvues de douilles de 4 mm ; livrée avec un cylindre en verre.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 160 mm
- Diamètre : 100 mm

664 397 Pile Daniell

#### Vases poreux

Pour la réalisation d'une pile électrochimique dans un bécher.

N° de cat.	Diamètre	Hauteur	Volume
664 0201	20 mm	100 mm	20 ml
664 0211	60 mm	150 mm	300 ml



#### Pile Leclanché

Pour la démonstration du principe de fonctionnement d'une pile saline ou pile sèche charbon-zinc. Démontable, à remplir avec une solution de chlorure d'ammonium à 20 %.

Caractéristiques techniques :

- Tension : env. 1,5 V
- Hauteur : 225 mm
- Diamètre : 110 mm
- Masse : 1,1 kg

Matériel livré :

- 1 verre pour la pile
- 1 vase poreux
- 1 électrode de zinc
- 1 électrode de charbon
- 1 dioxyde de manganèse, 500 g
- 1 pince crocodile
- 1 couvercle

664 398 Pile Leclanché

#### Chlorure d'ammonium, 250 g

670 4010 Chlorure d'ammonium, 250 g

#### Dioxyde de manganèse, (pyrolusite), 500 g

673 2210 Dioxyde de manganèse, (pyrolusite), 500 g

### 3.5.6 Piles à combustible et accessoires

#### Poste de travail Pile à combustible

Le poste de travail Pile à combustible comprend - hormis l'unité de mesure - tout le matériel nécessaire à la réalisation d'expériences sur le thème des piles à combustible, des technologies de l'hydrogène et des énergies nouvelles. Le panneau solaire génère le courant pour l'électrolyse de l'eau dans l'électrolyseur. Les gaz ainsi générés sont ensuite amenés à la pile à combustible. Le poste de travail permet à la fois le rangement et l'expérimentation. Un emplacement spécialement prévu à cet effet permet d'utiliser l'unité de mesure (667 4041) nécessaire en supplément. Cet appareil sert à mesurer le courant et la tension ; il met en outre un moteur et une ampoule à disposition comme consommateurs.

Caractéristiques techniques :

- Pile à combustible PEM (667 4042)
  - Tension à vide : 0,9 V
  - Courant max. : 1,5 A
  - Puissance max. : 0,6 W
  - Dimensions : 50 mm x 60 mm x 60 mm
  - Masse : 100 g
- Electrolyseur PEM avec réservoir à gaz (667 4043)
  - Tension d'alimentation : 1,6 ... 2,5 V
  - Courant : max. 0,5 A
  - Génération de gaz : env. 4 ml/min de H<sub>2</sub>, 2 ml/min de O<sub>2</sub>
  - Dimensions : 100 mm x 125 mm x 90 mm
  - Masse : 300 g
- Panneau solaire (578 623)
  - Tension à vide : 4,5 V
  - Courant max. : 100 mA
  - Puissance : 250 mW
  - Dimensions : 95 mm x 65 mm x 10 mm
  - Masse : 70 g
- Plateau de rangement : 46 cm x 31 cm



667 404 | Poste de travail Pile à combustible

#### Unité de mesure S

L'unité de mesure est spécialement conçue pour le poste de travail Pile à combustible (667 404) et le poste de travail Electrochimie (664 395). Elle permet la mesure numérique du courant et de la tension d'éléments galvaniques, de piles à combustible ou de toute autre source de courant. Outre deux consommateurs (moteur et ampoule), elle comprend une décade de résistances permettant la charge précise des éléments et le relevé de caractéristiques. Une sortie de tension avec courant réglable peut par ex. être utilisée pour le fonctionnement de l'électrolyseur en vue de la déduction de la loi de Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Mesure de la tension :
  - 0 ... 2 V CC ; résolution : 0,001 V
  - 0 ... 20 V CC ; résolution : 0,01 V
- Mesure du courant :
  - 0 ... 2 A CC ; résolution : 0,001 A
- Sortie de tension : max. 18 V CC
- Régulation du courant : 50 ... 500 mA
- Décade de résistances : 0 ... 200 Ω
- Moteur avec hélice : U<sub>max</sub> = 10 V
- Ampoule : U<sub>max</sub> = 1,5 V
- Alimentation en tension : par adaptateur secteur 12 V CA/1,6 A (fourni)
- Dimensions : 21 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 350 g

Matériel livré :

Unité de mesure S  
 Adaptateur secteur  
 3 câbles rouges de 30 cm  
 3 câbles noirs de 30 cm

667 4041 | Unité de mesure S



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.6 PILE À COMBUSTIBLE ET ACCESSOIRES



#### Pile à combustible PEM S

Avec une membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte; pas besoin de bain acide ni alcalin. L'hydrogène et l'oxygène (de l'air par ex.) réagissent ensemble pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique.

Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : 0,9 V
- Courant max. : 1,5 A
- Puissance max. : 0,6 W
- Surface d'électrode : env. 10 cm<sup>2</sup>
- Connexion : douilles de 2 mm
- Dimensions : 50 mm x 60 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

Matériel livré :

- Pile à combustible PEM
- Tuyau
- Bouchons

667 4042 Pile à combustible PEM S



#### Électrolyseur PEM S

Pour la production d'hydrogène et d'oxygène à partir de l'eau distillée. Les gaz sont collectés dans des récipients gradués. L'énergie nécessaire pour l'électrolyse peut être fournie par un panneau solaire (578 623), une alimentation (521 35) ou l'unité de mesure S (667 4041). Les gaz générés peuvent être directement amenés à une pile à combustible PEM (667 4042).

Caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : 1,6 ... 2,5 V
- Courant max. : 0,5 A
- Génération de gaz : env. 4 ml/min (H<sub>2</sub>), 2 ml/min (O<sub>2</sub>)
- Réservoirs de gaz : 12 ml H<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>
- Dimensions : 100 mm x 125 mm x 90 mm
- Masse : 0,3 kg

Matériel livré :

- Électrolyseur PEM avec réservoirs de gaz
- Tuyau
- Bouchons

667 4043 Électrolyseur PEM S



#### Couvercle transparent, PVC

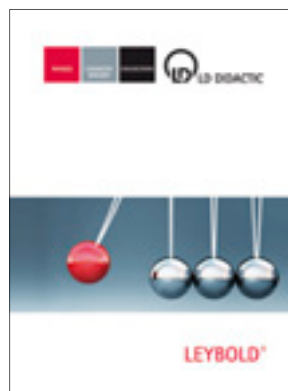
Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Electrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381 Couvercle transparent, PVC

#### LIT: Poste de travail Pile à combustible, français

Manuel pédagogique pour l'expérimentation avec le poste de travail Pile à combustible et l'unité de mesure S. Il contient les bases théoriques et 14 descriptions d'expériences sur les technologies pile à combustible, hydrogène et énergie solaire, avec les corrigés dans la partie enseignant ainsi que des fiches de TP à photocopier ; dans classeur avec CD.

668 46FR LIT: Poste de travail Pile à combustible, français



### Collection EN 2 Science Kit Advanced

Pour 1 groupe de travail avec 11 composants pour réaliser des expériences sur le thème de la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique avec des piles à combustible, convient notamment comme complément à la collection Énergie Science Kit Advanced (588 836S), dans plateau de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 160 mm x 460 mm x 80 mm
- Masse : 1 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	458 120	Module résistance sur écran
2 de	571 26	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5
2 de	571 262ET5	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, rouges, jeu de 5
1	604 451	Pince pour tuyaux Q-Fix, 1 ... 5 mm
1	667 198	Tuyau en silicone, 2 mm Ø, 1 m
2	667 4044	Pile à combustible PEM réversible
1	667 4045	Réservoir de gaz O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub>
1	667 4047	Plaque de base pour les piles à combustible

588 837S | Collection EN 2 Science Kit Advanced

### Pile à combustible PEM réversible

Elle combine les fonctions de l'électrolyseur et de la pile à combustible en un seul et même dispositif. Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire. Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique. À l'absorption d'énergie électrique, les gaz hydrogène et oxygène sont générés à partir de l'eau. L'énergie nécessaire pour l'électrolyse peut être fournie par un panneau solaire (578 623), une alimentation (par ex. 521 35) ou l'unité de mesure S (667 4041). Fait partie du poste de travail Pile à combustible (667 4048) et de la collection EN 2 Science Kit advanced (588 837S).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 54 mm x 54 mm x 17 mm
- Masse : 70 g

Fonction de pile à combustible

- Tension à vide : 0,9 V
- Courant max. : 0,36 A
- Puissance max. : 0,21 W

Fonction d'électrolyseur

- Tension d'alimentation : 1,8 ... 3 V
- Courant : max. 0,7 A
- Génération de gaz : env. 7 ml/min H<sub>2</sub>, 3,5 ml/min O<sub>2</sub>

Matériel livré :

Compléments inclus : tuyau, raccords de tuyaux et seringue.

667 4044 | Pile à combustible PEM réversible



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.6 PILE À COMBUSTIBLE ET ACCESSOIRES



#### Réservoir de gaz O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>

Réservoir pour l'hydrogène et l'oxygène nécessaire à la pile à combustible PEM réversible (667 4044) pour générer l'énergie par hydrolyse. Les gaz sont stockés dans des cylindres gradués. Il est ainsi possible d'étudier la stœchiométrie de la décomposition de l'eau. Les gaz peuvent être directement acheminés dans une autre pile à combustible PEM. Le réservoir permet d'expérimenter quasiment sans aucune projection d'eau. Il fait partie du poste de travail Pile à combustible (667 4048) et de la collection EN 2 Science Kit Advanced (588 837S).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : Ø 70 mm x 90 mm
- Masse : 0,2 kg
- Raccord de tuyau : 0,2 mm Ø int.

Matériel livré :

- 1 réservoir de gaz gradué O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>
- 1 béccher pour le réservoir de gaz

667 4045	Réservoir de gaz O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub>
----------	---



#### Plaque de base pour les piles à combustible

Plaque de base pour deux piles à combustible PEM réversibles (667 4044) et un réservoir de gaz O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> (667 4045). La plaque de base fait partie du poste de travail Pile à combustible (667 4048) et de la collection EN 2 Science Kit Advanced (588 837S).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 205 mm x 135 mm
- Masse : 0,1 kg

667 4047	Plaque de base pour les piles à combustible
----------	---



#### Pile à combustible PEM

Avec une membrane polymère échangeuse de protons en guise d'électrolyte ; pas besoin de bain acide ni alcalin. L'hydrogène et l'oxygène (de l'air par ex.) réagissent ensemble pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique.

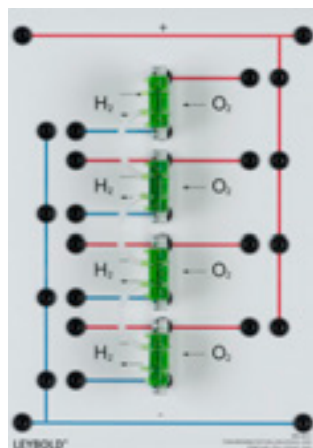
Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : 0,9 V
- Courant max. : 3 A
- Puissance max. : env. 1 W
- Surface d'électrode : 20 cm<sup>2</sup>
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 100 mm x 100 mm x 60 mm
- Masse : 0,7 kg

Matériel livré :

- Pile à combustible PEM
- Capuchons
- Tuyau en silicone

667 401	Pile à combustible PEM
---------	------------------------



#### Stack de piles à combustible PEM, CPS

Le stack de piles à combustible PEM permet d'expérimenter avec plusieurs piles à combustible. Il permet de brancher jusqu'à 4 piles à combustible en série ou en parallèle. Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire. Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique. Convient pour relever des caractéristiques en association avec l'HydroStik PRO, CPS (666 4796), le compte-bulles, CPS (666 4794) et des charges électriques, CPS (666 4831).

Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : (4 x 0,9 V CC) 3,6 V
- Courant : max. 1,7 A
- Puissance : env. 1,2 W
- Surface d'électrode : env. 4 x 4 cm<sup>2</sup>
- Dimensions de la plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm x 100 mm
- Masse : 0,6 kg

Matériel livré :

- 4 piles à combustible PEM
- 9 cavaliers de sécurité (de 500 59)
- Plaque de base CPS
- Tuyaux en silicone, seringues

666 4812	Stack de piles à combustible PEM, CPS
----------	---------------------------------------

### Charges électriques, CPS

À utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS). Contient en guise de charges électriques un moteur avec roue, une ampoule et deux résistances de charge réglables. Ces éléments permettent la décharge définie d'un élément et le relevé de caractéristiques.

Caractéristiques techniques :

- **Éléments de contrainte :**  
Résistance réglable 5  $\Omega$ , 4 W  
Résistance réglable 50  $\Omega$ , 4 W
- **Moteur :**  
 $U_{\max} = 10 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 150 \text{ mA}$
- **Ampoule :**  
 $U_{\max} = 3,8 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 0,07 \text{ mA}$  (variabel)
- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 100 mm
- Poids : 0,3 kg

Matériel livré :

- 1 élément de contrainte, CPS
- 3 cavaliers de sécurité, noirs

666 4831 Charges électriques, CPS

### Compte-bulles, CPS

Pour le contrôle du flux de gaz à l'intérieur du stack de piles à combustible PEM (666 4812) et venant de celui-ci. Compte-bulles avec dispositif anti-retour (664 814) pour la protection de la cartouche à hydrogène.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 10 mm
- Masse : 0,3 kg

Matériel livré :

- Plaque de base CPS
- 2 compte-bulles (664 813 et 664 814)

666 4794 Compte-bulles, CPS

### Compte-bulles

Pour le contrôle du flux de gaz.

N° de cat.	Hauteur	Variante
664 812	110 mm	avec tube droit
664 813	85 mm	avec tube droit
664 814	85 mm	avec anti-retour



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.6 PILE À COMBUSTIBLE ET ACCESSOIRES



#### HydroStik PRO, CPS

Cartouche à hydrogène pratique et très sûre à utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS), par ex. pour les piles à combustible. L'hydrogène est prélevé de la cartouche intégrée HydroStik PRO (666 4796) avec la vanne de régulation fixe.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque d'expérimentation : 100 mm x 297 mm
- Poids : 0,3 kg

#### HydroStik PRO

- Charge : env. 10 l (0,9 g d'hydrogène)
- Pression de remplissage max.: 3.0 MPa (20°C)
- Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
- Connexion : taraudage M6
- Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
- Masse : 0,09 kg

#### Vanne de régulation

- Raccord de tuyau : 2 mm Ø
- Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

Matériel livré :

- 1 HydroStik PRO (666 4796)
- 1 vanne de régulation (666 4797)
- 1 plaque d'expérimentation

666 4795	HydroStik PRO, CPS
----------	--------------------

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide. Elle peut être remplie de manière très simple avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798) (non inclus au matériel livré). Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible.



#### HydroStik PRO

Permet le stockage de l'hydrogène de manière simple et en toute sécurité, par ex. pour une utilisation dans des piles à combustible. La cartouche HydroStik PRO peut stocker 0,9 g d'hydrogène sous forme d'hydrure métallique. Elle se recharge aisément avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798). Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible. Le prélèvement de l'hydrogène est effectué avec la vanne de régulation (666 4797). Pour la démonstration, l'HydroStik PRO existe aussi dans la variante CPS (666 4795).

Caractéristiques techniques :

- Charge : 10 l (env. 0.9 g d'hydrogène)
- Pression de remplissage max. : 3.0 MPa (20 °C)
- Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
- Connexion : taraudage M6
- Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
- Masse : 0,09 kg

666 4796	HydroStik PRO
----------	---------------

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide.

#### Vanne de régulation

Pour la cartouche HydroStik PRO (666 4796). Permet la régulation précise de la quantité prélevée d'hydrogène, par ex. pour le fonctionnement d'une pile à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Raccord de tuyau : 2 mm Ø
- Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

666 4797	Vanne de régulation
----------	---------------------





### HydroFill PRO

L'HydroFill PRO fournit de l'hydrogène obtenu par électrolyse à partir d'eau distillée. Il suffit simplement d'avoir une prise électrique pour le branchement. L'hydrogène est directement stocké dans la cartouche HydroStik PRO (666 4796) sous forme d'hydrure métallique. Il est ainsi possible de travailler avec l'hydrogène sans avoir à utiliser de bouteilles de gaz comprimé, par ex. pour la réalisation d'expériences avec les piles à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 145 mm x 153 mm x 208 mm
- Poids : 1,8 kg
- Eau utilisable : eau désionisée ou distillée (10 ... 40°C)
- Consommation d'eau : env. 20 ml/h
- Pression de prélèvement : 0 ... 3,0 MPa
- Production de gaz : jusqu'à 3 l/h
- Pureté de l'hydrogène produit : 99,99 %
- Temps de chargement d'une cartouche HydroStik PRO : env. 4 heures

Matériel livré :

- 1 HydroFill PRO
- 1 adaptateur CA-CC
- Poudre pour la régénération (acide malique)

666 4798 HydroFill PRO

Le générateur d'hydrogène HydroFill PRO est capable de remplir seul la cartouche HydroStik PRO (666 4796) avec de l'hydrogène.

### Pompe d'aération pilotable CPS

Pour une aération continue. La pompe peut également servir à générer une dépression. Le débit est commandé soit manuellement (par un régulateur tournant) soit par voie externe (par une tension de commande de 0 à 10 V).

Caractéristiques techniques :

- Débit : 0 à 3 l/min, réglable manuellement ou par voie externe
- Pression : max. 2 bars
- Dépression : min. 380 mbars
- Alimentation : 13 V/1,3 A par adaptateur secteur fourni (230 V/50-60 Hz)
- Dimensions : 100 x 297 x 130 mm
- Plaque d'expérimentation : 100 x 297 mm
- Masse : 1,3 kg

666 482 Pompe d'aération pilotable CPS

### Électrolyseur PEM, CPS

À utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS) et comme appareil de table. Pour la génération de courant, on utilise seulement l'eau distillée provenant d'un réservoir. Les gaz sont collectés dans des récipients gradués. L'énergie nécessaire pour l'électrolyse peut être fournie par un panneau solaire (par ex. 664 431) ou une alimentation (par ex. 521 35). Les gaz générés peuvent être directement amenés à une pile à combustible PEM.

Caractéristiques techniques :

- Tension : 1,8 à 2,0 V
- Courant max. : 2,0 A
- Génération de gaz : 20 ml/min (H<sub>2</sub>), 10 ml/min (O<sub>2</sub>)
- Raccords : 5 mm Ø
- Dimensions : 200 mm x 297 mm x 100 mm
- Plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm
- Masse : 1,8 kg

666 484 Électrolyseur PEM, CPS



## 3.5 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### 3.5.6 PILE À COMBUSTIBLE ET ACCESSOIRES



#### Cellule d'électrolyse

Pour produire de l'hydrogène (et de l'oxygène) à l'aide du courant électrique. La cellule d'électrolyse est construite de façon à être très compacte et fixée au support avec des pinces à ressort. Les électrodes de platine sont fixées à l'élément en verre par des raccords filetés. La cellule d'électrolyse peut aussi servir de voltamètre d'Hofmann. L'énergie électrique nécessaire peut être fournie par une alimentation (521 230), le panneau solaire (664 431) ou l'éolienne (664 430).

Caractéristiques techniques :

- Tension de service  $U > 2\text{ V}$  :
  - $U = 3\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 70\text{ mA}$
  - $U = 4\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 170\text{ mA}$
  - $U = 5\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 340\text{ mA}$
- Dimensions : 45 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 2,3 kg

664 432 Cellule d'électrolyse



#### Électrolyseur en U

Voltamètre d'Hofmann, pour l'électrolyse de l'eau. Les gaz qui se dégagent aux électrodes sont recueillis séparément. La construction flexible de la branche centrale permet de réaliser une compensation de pression pour le relevé des volumes de gaz ; les erreurs de lecture consécutives aux différentes pressions du gaz sont ainsi évitées.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 61 cm x 31,5 cm x 20,5 cm
- Masse : 4,0 kg

Matériel livré :

- 1 élément en verre gradué avec 2 raccords filetés GL 18 et 1 raccord fileté GL 14
- 1 vase de niveau
- 1 tuyau en silicone
- 1 paire d'électrodes de platine
- 1 plaque support avec indication de la polarité
- 1 statif

664 350 Électrolyseur en U

#### Élément en verre pour l'électrolyseur en U

Gradué, avec 2 raccords filetés GL 18 et 1 raccord fileté GL 14 pour l'électrolyseur en U (voltamètre d'Hofmann).

664 355 Élément en verre pour l'électrolyseur en U



#### Électrodes, lame platine, jeu de 2

S'utilisent avec l'électrolyseur en U (664 350) et la cellule d'électrolyse (664 432) avec douilles pour le raccordement de fiches de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Modèle : scellée dans tube en verre
- Dimensions : 135 x 8 Ø mm
- Comprises dans : 664 432, 666 446

664 369 Électrodes, lame platine, jeu de 2

#### Panneau solaire 10 V/0,3 A

Pour générer un courant électrique à partir de l'énergie solaire. Les deux cellules solaires sont montées sur un axe inclinable de façon à pouvoir les orienter en direction du soleil. Les deux plaques support se branchent soit en parallèle, soit en série. La tension est prélevée au niveau des douilles de la plaque de base.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 250 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide par plaque : 5 V
- Intensité du courant de court-circuit par plaque : 0,3 A
- Branchement en série : 10 V/0,3 A
- Branchement en parallèle : 5 V/0,6 A
- Angle d'inclinaison : 0° à 90°
- Dimensions : 25 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 1,6 kg

664 431 Panneau solaire 10 V/0,3 A



### Adaptateur enfichable avec deux paires de douilles de 4 mm

Avec trou transversal pour raccorder des éléments enfichables (par ex. moteur ou ampoule) aux piles à combustible PEM (667 401, 667 4011).

666 486 | Adaptateur enfichable avec deux paires de douilles de 4 mm



### Micromoteur avec hélice

Le moteur peut servir d'indicateur pour les tensions et courants électriques faibles (par ex. de piles à combustible, cellules galvaniques, etc.).

Caractéristiques techniques :

- $U_{max} = 10 \text{ V}$
- $I_{max} = 150 \text{ mA}$
- Tension de démarrage : 250 mV
- Courant de démarrage : 4 mA
- Dimensions : 60 mm x 30 mm Ø
- Masse : 50 g

666 487 | Micromoteur avec hélice



### Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19

Douille à filetage E 10, pour positionnement de l'ampoule vissée sur la face supérieure et rayonnement vertical pour une grande facilité d'observation et de comparaison de l'efficacité optique et de la signalisation.

579 06 | Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19



### Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10

505 051 | Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10



### Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10

Elle sert d'indicateur si utilisée avec le stack de piles à combustible (667 4011 / 666 4811).

Caractéristiques techniques :

- Tension : 2,8 V
- Courant : 0,85 A
- Puissance : 2,4 W
- Culot : E10

505 052 | Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10

### Micromoteur STE 2/19

Micromoteur avec engrenage réducteur solidaire et poulie pour la mise en évidence mécanique de faibles valeurs de la tension et du courant provenant par ex. d'une cellule photoélectrique ou d'une pile à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 0,5 ... 1,5 V CC
- Rapport de démultiplication : 40:1
- Dimensions de l'élément enfichable : 2/19

579 37 | Micromoteur STE 2/19





### 3.6 Magnétostatique

#### 3.6.1 Aimants et boussoles

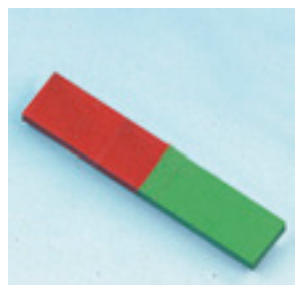
##### Aimant naturel

Pierre magnétique non traitée en magnétite.

Caractéristiques techniques :

- Masse : env. 40 g

510 01	Aimant naturel
--------	----------------



##### Aimants droits, jeu de 2

En matériau magnétique AlNiCo, avec marquage du pôle nord en couleur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 mm x 13 mm x 5 mm

510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
-----------	--------------------------



##### Support tournant

Support enfichable avec plateau tournant et 2 ressorts de serrage pour la fixation d'éléments circulaires ou plats.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des fiches : 4 mm
- Ouverture des ressorts : 4 ... 10 mm

510 51	Support tournant
--------	------------------



##### Jougs en fer, paire

Éléments en fer doux pour prolonger l'aimant droit (510 50ET2) afin d'obtenir soit un aimant droit long, soit un aimant en fer à cheval.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 mm x 12 mm x 5 mm, l'un

510 60	Jougs en fer, paire
--------	---------------------



##### Barreau cylindrique aimanté, court

Caractéristiques techniques :

- Matériau : AlNiCo
- Longueur : 50 mm
- Diamètre : 20 mm

510 13	Barreau cylindrique aimanté, court
--------	------------------------------------



##### Barreau cylindrique aimanté

Avec crochet en plastique enfichable pour fixer l'aimant à un fil.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : AlNiCo
- Longueur : 20 cm
- Diamètre : 10 mm
- Pôles : en couleur (rouge/vert)

510 11	Barreau cylindrique aimanté
--------	-----------------------------

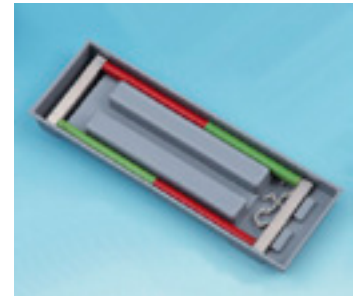
#### Barreaux cylindriques aimantés, paire

Analogues à (510 11), avec en plus deux jougs en fer. Livrés complets avec plateau de rangement alvéolé. Pour la projection, il est possible de mettre directement sur le plateau du papier ou un film transparent sur lequel on pulvérisera de la limaille de fer.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un joug : 75 mm x 10 mm x 10 mm
- Dimensions du plateau : 258 mm x 86 mm

510 12 Barreaux cylindriques aimantés, paire



#### Billes aimantées, jeu de 10

Aimants en forme de bille, surpuissants, en NdFeB. Aimants de rechange pour le kit pour l'étude de la loi de Lenz (560 361).

510 25 Billes aimantées, jeu de 10



#### Aimants, 35 mm Ø, paire

Aimants cylindriques en ferrite, avec perforation axiale et marquage du pôle nord.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du trou : 6,2 mm
- Pôles : marqués en couleur
- Diamètre : 35 mm
- Hauteur : 20 mm

510 48 Aimants, 35 mm Ø, paire



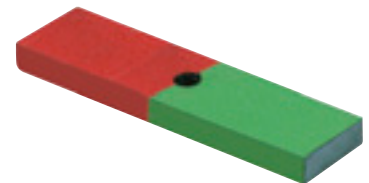
#### Aimant perforé

À suspendre ou à enficher sur le roulement à billes (342 43), convient également pour les bobines (590 83/84) destinées aux expériences sur l'induction.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du trou : 6 mm
- Dimensions : 70 mm x 19 mm x 6 mm

510 15 Aimant perforé



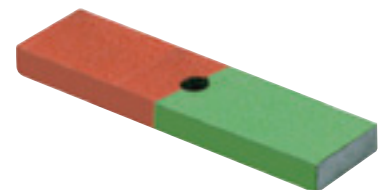
#### Aimant perforé à pôles en couleur

À suspendre ou à enficher sur le roulement à billes (342 43), convient également pour les bobines (590 83/84) destinées aux expériences sur l'induction.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 70 mm x 19 mm x 6 mm

510 17 Aimant perforé à pôles en couleur



#### Roulement à billes

Version métallique enfichable avec arbre et filetage intérieur pour la fixation de l'aimant perforé (510 15).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Diamètre de l'arbre : 5 mm

342 43 Roulement à billes



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.1 AIMANTS ET BOUSSOLES



#### Aimant à palier et pôles en couleur

Analogue à (510 15) mais avec coussinet pour montage sur pied-support à pivot (de 513 511).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 70 mm x 19 mm x 6 mm

510 16 Aimant à palier et pôles en couleur

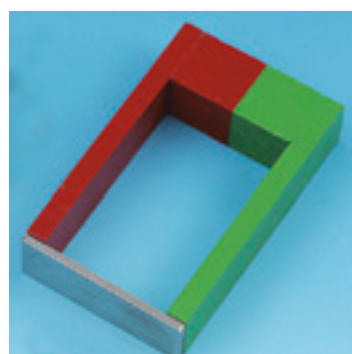


#### Aimant en fer à cheval, avec joug

Caractéristiques techniques :

- Pôles : en couleur (rouge/vert)
- Matériau : acier magnétique au cobalt 2 %
- Hauteur : 8 cm
- Écartement des pôles : 5,2 cm
- Ouverture : 4 cm

510 21 Aimant en fer à cheval, avec joug



#### Aimant en fer à cheval, grand, avec joug

Caractéristiques techniques :

- Pôles : en couleur (rouge/vert)
- Force d'adhérence du joug : 250 N
- Longueur : 13 cm
- Écartement des pôles : 7 cm
- Ouverture : 6,2 cm

510 22 Aimant en fer à cheval, grand, avec joug



#### Support pour aimant

Sert à fixer le grand aimant en fer à cheval (510 22) sur le matériel support.

Caractéristiques techniques :

- Écartement : 16 ... 30 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

510 23 Support pour aimant



#### Ruban en acier magnétisable

Du fait de sa flexibilité, peut être recourbé de façon à ce que les pôles aux extrémités entrent en contact ; leurs propriétés sont ainsi annulées.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 40 cm x 2 cm
- Épaisseur : 0,5 mm

510 35 Ruban en acier magnétisable



#### Tiges magnétisables, jeu de 4

Pour mettre en évidence l'existence de dipôles magnétiques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 30 cm, l'une

510 321 Tiges magnétisables, jeu de 4

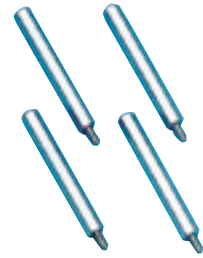
#### Barres magnétisables, jeu de 8

Pour des expériences de magnétisation et de démagnétisation ainsi que pour mettre en évidence que les tronçons sont des dipôles magnétiques. Barres avec embouts mâle et femelle filetés permettant de les assembler.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 60 mm, l'une

510 54ET2 Barres magnétisables, jeu de 8



#### Plaques métalliques, jeu de 5

Pour étudier les propriétés mécaniques, électriques et magnétiques de différents matériaux.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 5 cm x 5 cm
- Matériau : aluminium, épaisseur : 1 mm
- Matériau : plomb, épaisseur : 1 mm
- Matériau : laiton, épaisseur : 0,5 mm
- Matériau : fer, nickelé, épaisseur : 0,5 mm
- Matériau : fer, épaisseur : 0,5 mm

550 64 Plaques métalliques, jeu de 5



#### Diffuseurs de limaille de fer, jeu de 5

Flacon en plastique. Livré vide, sans limaille de fer.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 20 ml

514 72ET5 Diffuseurs de limaille de fer, jeu de 5



#### Limaille de fer, 250 g

Fine, pour visualiser les lignes de champ magnétique.

Caractéristiques techniques :

- Masse : 250 g

514 73 Limaille de fer, 250 g



#### Appareil pour l'étude des lignes de champ magnétique, 3 D

Pour la visualisation en trois dimensions de l'allure des lignes de champ sur un barreau cylindrique aimanté, corps en plexiglas avec perçage central pour le barreau cylindrique aimanté, visualisation des lignes de champ par de la limaille de fer dans un liquide visqueux.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du perçage : 21 mm
- Dimensions : 11,5 cm x 11,5 cm x 12 cm
- Masse : 0,8 kg

560 630 Appareil pour l'étude des lignes de champ magnétique, 3 D

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	510 13	Barreau cylindrique aimanté, court



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.1 AIMANTS ET BOUSSOLES



#### Boussoles de traçage, paire

Pour le relevé point par point des lignes de champ ; les boussoles permettent également de visualiser par projection le spectre du champ magnétique. Aiguille aimantée sur pivot à frottement réduit, dans boîtier en plastique transparent.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 12 mm x 15 mm Ø, l'une
- Longueur de l'aiguille : 11 mm

510 53 Boussoles de traçage, paire



#### Aiguille aimantée sur pied-support à pivot

Aiguille aimantée avec chape en agate et pôles marqués en couleur ; fournie avec capuchon de protection.

Caractéristiques techniques :

- Aiguille aimantée : L = 75 mm
- Pied : 44 mm Ø
- Hauteur totale : 80 mm

513 511 Aiguille aimantée sur pied-support à pivot



#### Boussole d'arpenteur démontable

Modèle illustrant le fonctionnement d'une boussole directrice ; convient également pour la projection. Constitué d'un boîtier rond transparent avec pivot, rose des vents et échelle angulaire, aiguille aimantée en forme de losange avec chape et repère indicateur transparent, en couleur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 22 mm x 90 mm Ø
- Échelle : 360°, graduée tous les 2°

510 55 Boussole d'arpenteur démontable



#### Boussole de poche

Caractéristiques techniques :

- Palier : agate
- Boîtier : laiton
- Diamètre : 45 cm

513 70 Boussole de poche



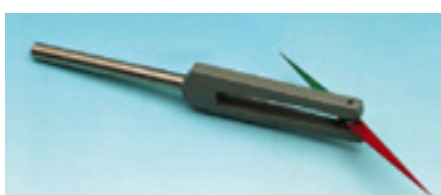
#### Indicateur de champ magnétique

Petit aimant droit à suspension cardanique, avec poignée. Pour l'étude spatiale d'un champ magnétique.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de l'aimant droit : env. 18 mm
- Dimensions : 120 mm x 40 mm x 3 mm

514 011 Indicateur de champ magnétique



#### Aiguille d'inclinaison

Peut aussi être utilisée comme aiguille de boussole.

Caractéristiques techniques :

- Palier : pivot avec chape en agate
- Pression du palier : réglable
- Longueur : 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

514 04 Aiguille d'inclinaison



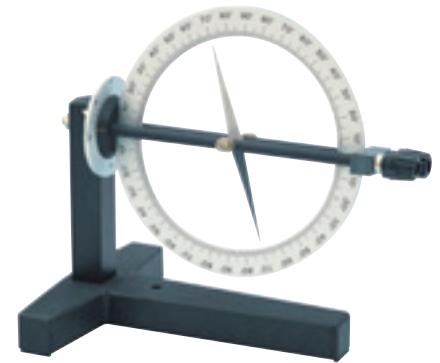
### Boussole d'inclinaison et de déclinaison

Pour rechercher les méridiens magnétiques, déterminer l'inclinaison et mettre en évidence la déviation d'une aiguille aimantée par le courant électrique ; utilisée avec la balance de torsion selon Schürholz (516 01), elle convient aussi pour mesurer le pôle magnétique ; fixation dans pied permettant la rotation sur l'axe horizontal.

Caractéristiques techniques :

- Palier : agate
- Pression du palier : réglable
- Pôles : marqués
- Diamètre du cercle primitif : 14 cm
- Échelle : 4 x 90° à graduation en degrés
- Boucles conductrices : laiton massif
- Courant max. : 10 A
- Connexion : douilles de 4 mm

514 02 Boussole d'inclinaison et de déclinaison



### 3.6.2 Modèle d'aimants

#### Jeu pour la démonstration du champ magnétique

Pour la démonstration des champs produits par des aimants permanents et des conducteurs parcourus par un courant ; s'utilise aussi avec le rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions des boîtes en plastique : 18 cm x 12 cm x 3,5 cm
- Plateau de rangement : 240 mm x 460 mm x 80 mm

Matériel livré :

- 1 conducteur droit sur boîte en verre acrylique
- 1 conducteur annulaire double sur boîte en verre acrylique (utilisation : individuellement ou comme paire de bobines de Helmholtz)
- 1 bobine cylindrique sur boîte en verre acrylique
- 1 support d'aimant à rainures avec couvercle lisse en verre acrylique
- 2 aimants permanents
- 2 barreaux en fer doux
- 1 tore en fer doux
- 1 diffuseur avec limaille de fer
- 1 aiguille de boussole sur support
- 1 compas
- 1 plateau de rangement

560 701 Jeu pour la démonstration du champ magnétique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 55	Alimentation à courant fort

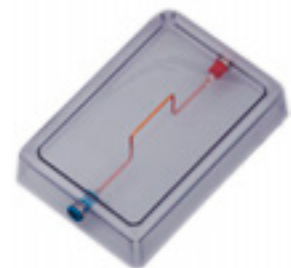
#### Conducteur droit sur boîte en verre acrylique

Inclus dans le jeu pour la démonstration du champ magnétique 560 701.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 18 cm x 12 cm x 3,5 cm

560 702 Conducteur droit sur boîte en verre acrylique



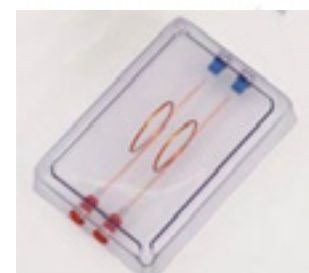
#### Conducteur annulaire sur boîte en verre acrylique

Inclus dans le jeu pour la démonstration du champ magnétique 560 701.

Caractéristiques techniques :

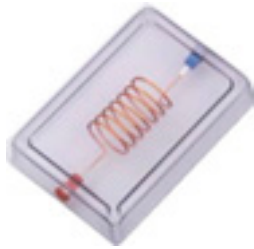
- Dimensions : 18 cm x 12 cm x 3,5 cm

560 703 Conducteur annulaire sur boîte en verre acrylique



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.2 MODÈLE D'AIMANTS



#### Conducteur en forme de bobine sur boîte en verre acrylique

Inclus dans le jeu pour la démonstration du champ magnétique 560 701.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 18 cm x 12 cm x 3,5 cm

560 704 Conducteur en forme de bobine sur boîte en verre acrylique



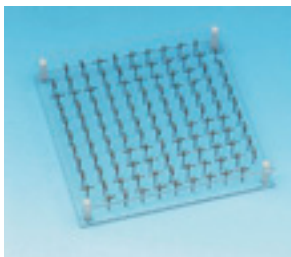
#### Support d'aimant à rainures sur boîte en verre acrylique

Inclus dans le jeu pour la démonstration du champ magnétique 560 701.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 18 cm x 12 cm x 3,5 cm

560 705 Support d'aimant à rainures sur boîte en verre acrylique



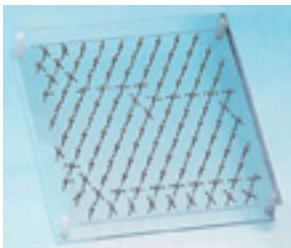
#### Modèle d'aimants, cubique

Pour démontrer les phénomènes complexes se déroulant dans le réseau cristallin de matériaux ferromagnétiques, pour traiter les domaines de Weiss, les sauts de Barkhausen, la saturation, le cycle d'hystérèse, le point de Curie et l'influence de l'agitation thermique ; avec plaque de base et plaque couvercle transparentes.

Caractéristiques techniques :

- Nombre d'aiguilles aimantées : env. 120, à orientation libre
- Longueur des aiguilles aimantées : 11 mm
- Dimensions : 15 cm x 15 cm

560 61 Modèle d'aimants, cubique



#### Modèle d'aimants, hexagonal

Analogue à (560 61), si ce n'est que les aimants sont disposés en hexagone.

Caractéristiques techniques :

- Nombre des aiguilles aimantées : env. 120, à orientation libre
- Longueur des aiguilles aimantées : 11 mm
- Dimensions : 15 cm x 15 cm

560 62 Modèle d'aimants, hexagonal



#### Bobines plates, paire

Paire de bobines pour la mise en évidence de la variation du flux magnétique lors de l'inversion de l'aimantation des modèles d'aimants (560 61, 560 62). Cela permet ainsi de relever électroniquement le cycle d'hystérèse des deux modèles d'aimants. La paire de bobines convient d'autre part à la production d'un champ magnétique quasi-homogène sur la surface de projection d'un rétroprojecteur (par ex. 452 111).

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires par bobine : 120
- Résistance en courant continu par bobine : env. 100  $\Omega$
- Charge admissible :
  - en permanence : 0,5 A
  - temporairement : max. 1 A
- Dimensions : 4,5 cm x 4,5 cm x 19 cm
- Masse : 0,3 kg

560 59 Bobines plates, paire

### Substances diamagnétiques, paramagnétiques et ferromagnétiques dans un champ magnétique non homogène

Dans l'expérience P7.3.1.1, on suspend trois tiges de 9 mm de long, de comportement magnétique différent et qu'il est facile de faire tourner, dans un champ magnétique fortement non-homogène de telle façon que ce champ les attire ou les repousse suivant leurs propriétés magnétiques.

### Diamagnétisme et ferromagnétisme, jeu de tiges

Pour étudier la force exercée par un champ magnétique non homogène sur des substances diamagnétiques, paramagnétiques et ferromagnétiques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur des tiges : 9 mm, l'une

Matériel livré :

- 1 tige de bismuth avec fil de suspension
- 1 tige d'aluminium avec fil de suspension
- 1 tige de nickel avec fil de suspension
- 1 support pour tiges

560 41 Diamagnétisme et ferromagnétisme, jeu de tiges



### 3.6.3 Mesure du champ magnétique

#### Sonde B combinée S

Pour mesurer la densité du flux magnétique en direction tangentielle ou axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Livrée avec tige filetée.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de mesure :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300/\pm 1000$  mT
- Direction de mesure : commutable
- Erreur de mesure :  $\pm 2\%$  plus  $0,5\%$  de la pleine échelle
- Compensation : jusqu'à 1000 mT dans chaque gamme de mesure
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 190 mm
- Masse : 0,15 kg

524 0381 Sonde B combinée S

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles

#### Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT

Pour mesurer la densité du flux magnétique en direction axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Livrée avec tige filetée.

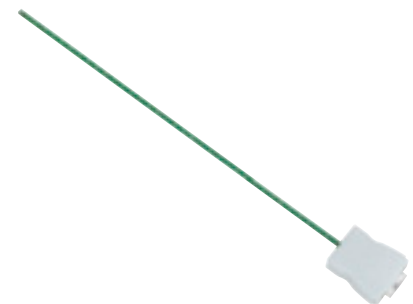
Caractéristiques techniques :

- Gammas de mesure :  $\pm 10/\pm 30/\pm 100/\pm 300/\pm 1000$  mT
- Erreur de mesure :  $\pm 2\%$  plus  $0,5\%$  de la pleine échelle
- Compensation : jusqu'à 1000 mT dans chaque gamme de mesure
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 420 mm
- Masse : 0,15 kg

524 0382 Sonde B axiale S,  $\pm 1000$  mT

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.3 MESURE DU CHAMP MAGNÉTIQUE



#### Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT

Pour la mesure de la densité du flux magnétique de petits champs en direction axiale avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). La sonde sert par exemple à mesurer la valeur et la direction du champ magnétique terrestre ( $40 \dots 60 \mu\text{T}$ ) ou à mesurer le champ magnétique d'un conducteur traversé par un courant continu ou alternatif (Biot et Savart). Livré avec tige filetée non magnétique.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  $\pm 30/\pm 100/\pm 300 \mu\text{T}$
- Compensation : jusqu'à  $\pm 300 \mu\text{T}$  dans chaque gamme de mesure
- Fréquence limite : 100 Hz dans la gamme de mesure 300  $\mu\text{T}$

524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT
----------	--------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 11	Câble rallonge, à 15 pôles

#### Mobile-CASSY

Appareil de mesure universel, portable, pour l'enseignement scientifique.

- Associé aux capteurs de la famille CASSY, Mobile-CASSY peut mesurer de nombreuses grandeurs rencontrées en physique, chimie et biologie telles que la température, la conductivité, le pH, la pression, la force, la fréquence cardiaque etc.
- Jusqu'à quatre valeurs mesurées peuvent être affichées simultanément sur l'appareil, au choix, avec des chiffres de différentes tailles.
- En cas d'utilisation avec CASSY Lab (524 220), il est possible de recourir à l'ordinateur comme grand afficheur et pour l'enregistrement des valeurs mesurées.
- Avec horloge en temps réel intégrée et collecteur de données.  
Le contenu de la mémoire de données pour jusqu'à 16 000 valeurs mesurées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être lu ultérieurement via le port USB de CASSY Lab.
- Actualisable à tout instant par le logiciel CASSY Lab pour des performances optimisées.
- Chargement facile grâce à un accumulateur intégré

Caractéristiques techniques :

- Slot pour adaptateurs de signaux : raccordement possible de la plupart des capteurs CASSY  
Résolution : 12 bits  
Taux d'échantillonnage : max. 5 valeurs/s  
Nombre de grandeurs mesurées : max. 8 simultanément (suivant l'adaptateur de signaux enfiché) par Mobile-CASSY  
Les grandeurs mesurées et les gammes changent automatiquement en fonction de l'adaptateur raccordé (reconnaissance automatique de l'adaptateur de signaux).  
Pour davantage d'informations sur les gammes de mesure possibles, veuillez vous référer à la description des capteurs.
- Collecteur de données : maximum 16 000 valeurs mesurées  
Intervalle d'échantillonnage réglable de 5 valeurs/s à 1 valeur/h
- Capacité de l'accumulateur : 9 Wh
- Raccords :  
slot pour adaptateurs de signaux CASSY (15 contacts)  
USB (compatible avec 1.x et 2.0, à séparation galvanique)  
Prise creuse pour adaptateur secteur 12 V CA/CC
- Accumulateurs intégrés
- Dimensions : 87 mm x 215 mm x 30 mm
- Masse : 250 g, sans piles

Matériel livré :

- Mobile-CASSY
- Adaptateur secteur
- Câble USB
- Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)

524 009A	Mobile-CASSY
----------	--------------



## Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage

à l'aide de capteurs CASSY interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835	Instrument de mesure universel Physique
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0331	Tube compteur GM S
1	524 0381	Sonde B combinée S
1	524 0382	Sonde B axiale S, ±1000 mT
1	524 0383	Sonde B axiale S, ±0,3 mT
1	524 042	Capteur de forces S, ±50 N
1	524 0421	Plaque de forces S
1	524 0422	Capteur d'accélération 3D S
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 060	Capteur de forces S, ±1 N
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, ±2 000 hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, ± 70 hPa
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 068	Appareil à force centrifuge S
1	524 073	Capteur de déplacement à laser S
1	524 080	Mesure de champ électrique S
1	524 082	Capteur de rotation S

## Câble rallonge, à 15 pôles

Pour brancher les capteurs S à CASSY.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 2 m

501 11	Câble rallonge, à 15 pôles
--------	----------------------------



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.3 MESURE DU CHAMP MAGNÉTIQUE



#### Intensité de champ, instrument de mesure numérique

Sert à mesurer l'intensité des champs alternatifs électriques et magnétiques (smog électronique), par ex. sous les lignes haute tension, sur les appareils électriques (moniteur), dans les bureaux, sur les circuits ferroviaires, les bobines électriques etc., blindage contre les champs électriques - cage de Faraday.

- Excellent temps de réponse
- Lecture fiable grâce à l'affichage LCD
- Surveillance automatique de l'usure de la pile
- Grande facilité d'emploi.
- Avec mode d'emploi.

Caractéristiques techniques :

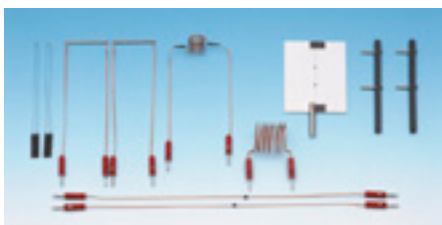
- Affichage : LCD, 2 chiffres  $\frac{1}{2}$ , 13 mm de haut
- Gammes de mesure :
  - Champ magnétique : 200, 2 000, 20 000 nT
  - Champ électrique : 20, 200, 2 000 V/m
- Précision de mesure (pour 50 Hz) :
  - Champ magnétique :  $\pm 5 \%$
  - Champ électrique :  $\pm 10 \%$
- Fréquences :
  - sans filtre : 16 Hz ... 100 kHz  $\pm 1$  dB
  - avec filtre HP 50: 50 Hz - 100 kHz  $\pm 1$  dB
  - avec filtre TP2K: 16 Hz - 2 kHz  $\pm 1$  dB
- Sonde de mesure : 138 mm x 40 mm x 24 mm
- Alimentation en tension : pile de 9 V (incluse au matériel livré)
- Dimensions : 158 mm x 85 mm x 45 mm
- Masse : 0,4 kg

667 922 Intensité de champ, instrument de mesure numérique

### 3.6.4 Mesure de la force sur des conducteurs parcourus par un courant

#### Équipement pour expériences d'électromagnétisme

Pour visualiser les lignes de champ électromagnétiques de conducteurs parcourus par un courant, la déviation d'une aiguille aimantée dans le champ d'un conducteur parcouru par un courant, les forces exercées entre des conducteurs parallèles parcourus par un courant, un modèle d'appareil de mesure à cadre mobile et de wattmètre, etc.



Caractéristiques techniques :

- Connexion : par fiches et douilles de 4 mm

Matériel livré :

- 2 tiges support avec douilles isolantes (685 89)
- 2 conducteurs souples avec fiches (685 90)
- 2 conducteurs droits avec chacun 2 fils de connexion souples avec fiches (685 91)
- 1 bobine stationnaire avec fiches
- 1 bobine mobile avec fiches (685 92)
- 2 blocs de fer doux avec boucles
- 1 plaque blanche avec 2 perçages

560 15 Équipement pour expériences d'électromagnétisme

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 39	Transformateur variable TBT
1	521 55*	Alimentation à courant fort

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	314 081	Dynamomètre de précision, 0,01 N

### Mesure de la force sur des conducteurs parcourus par un courant dans le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval

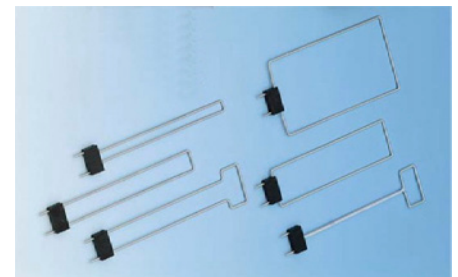
Dans l'expérience P3.3.3.1, les boucles conductrices se trouvent dans le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval. La force  $F$  est mesurée en fonction de l'intensité du courant  $I$ , de la longueur du conducteur  $s$  et de l'angle  $\alpha$  entre le champ magnétique et le conducteur. La relation suivante est confirmée

$$F = I \cdot s \cdot B \cdot \sin \alpha$$


### Boucles conductrices pour la mesure de la force

Ce jeu est constitué de 6 boucles conductrices différentes pour étudier les effets dynamiques qui existent entre des champs magnétiques et des conducteurs traversés par un courant soit avec la balance électrodynamique (516 32), soit avec le capteur de forces (314 261) et le support de boucle (314 265) dans les bobines sans fer ou dans le champ magnétique homogène de la pièce polaire (562 25).

516 34    Boucles conductrices pour la mesure de la force



### Support de boucle conductrice

Le support de boucle permet de relier le capteur de forces (524 060) et les boucles conductrices (516 34). Il est constitué de deux douilles de 2 mm avec lamelle interne, d'une prise de fixation et de deux torons de cuivre très flexibles pour l'alimentation en tension et en courant.

Caractéristiques techniques :

- Courant permanent : 10 A ; temporairement (5 min) max. 20 A

314 265    Support de boucle conductrice



### Capteur de forces S, ±1 N

Pour mesurer des forces (par ex. électrostatiques) de ±1 N avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835). Avec deux lames souples à quatre jauges extensométriques montées en pont.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : ±10/±30/±100/ ±300 mN, ±1 N
- Compensation : ±2,5 N dans chaque gamme de mesure
- Résolution : 0,1 % de la gamme de mesure (suivant l'emplacement)
- Connexion : connecteur Sub-D15
- Longueur du câble : 1 m
- Dimensions : 14,4 cm x 4 cm x 4 cm
- Masse : 360 g

524 060    Capteur de forces S, ±1 N



## 3.6 MAGNÉTOSTATIQUE

### 3.6.4 MESURE DE LA FORCE SUR DES CONDUCTEURS PARCOURUS PAR UN COURANT



#### Instrument de mesure universel Physique

Pour la mesure d'un grand nombre de grandeurs physiques telles que par ex.

- la force
- l'accélération
- l'angle de rotation
- la pression
- la température
- la tension
- l'intensité du courant
- l'intensité du champ électrique
- la densité du flux magnétique
- les impulsions
- les taux de comptage

à l'aide de capteurs CASSY interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. L'instrument de mesure peut en plus être branché à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 15 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Signal acoustique pour mesures de taux de comptage
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à séparation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 835 Instrument de mesure universel Physique

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 0331	Tube compteur GM S
1	524 0381	Sonde B combinée S
1	524 0382	Sonde B axiale S, $\pm 1000$ mT
1	524 0383	Sonde B axiale S, $\pm 0,3$ mT
1	524 042	Capteur de forces S, $\pm 50$ N
1	524 0421	Plaque de forces S
1	524 0422	Capteur d'accélération 3D S
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 060	Capteur de forces S, $\pm 1$ N
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, $\pm 2 000$ hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, $\pm 70$ hPa
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 068	Appareil à force centrifuge S
1	524 073	Capteur de déplacement à laser S
1	524 080	Mesureur de champ électrique S
1	524 082	Capteur de rotation S



### Équipement pour faire de la balance de laboratoire une balance électrodynamique

Avec support pour boucles conductrices servant de lien entre la balance d'enseignement et de laboratoire T 310 (315 06) et le jeu de boucles conductrices (516 34) pour la réalisation d'une balance électrodynamique.

Caractéristiques techniques :

- Support pour boucles conductrices  
Masse adaptée à la balance de laboratoire de façon à ce que 30,00 g puisse être indiqués avec la boucle conductrice avec toron en cuivre flexible pour l'alimentation en courant  
Courant permanent : 10 A, temporairement max. 20 A
- Support pour câble d'alimentation électrique  
Pour la fixation à la tige support  
Dimensions : L = 35 cm, 10 mm Ø  
Taraudage : M6

516 36 Équipement pour faire de la balance de laboratoire une balance électrodynamique



### Balance d'enseignement et de laboratoire T 310

Balance de précision à poids curseurs mobiles pour la démonstration, les travaux pratiques et le travail en laboratoire.

Particularités :

- Construction entièrement métallique
- Poids curseurs imperdables
- Réglettes graduées avec encoches
- Réglage du zéro
- Platine en agate et couteau en acier trempé spécial
- Amortissement magnétique sans contact
- Lecture de l'équilibre sans erreur de parallaxe
- Crochet pour pesages hydrostatiques et sous la balance

Caractéristiques techniques :

- Système : monoplateau à anse
- Étendue de pesée : 310 g
- Sensibilité : 10 mg
- Réglage du ressort : 0,01 à 10 g (avec vernier)
- Échelle des poids curseurs :  
10 à 100 g  
100/200 g
- Plateau à hauteur réglable
- Diamètre du plateau : 10 cm
- Dimensions : 37 cm x 14 cm x 31 cm
- Masse : 1,9 kg

315 06 Balance d'enseignement et de laboratoire T 310



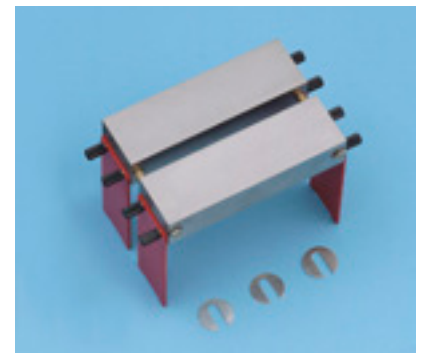
### Garniture de pièces polaires

Sert à générer des champs magnétiques homogènes à l'aide du noyau en U (562 11) et d'une ou de deux bobines. Elle est constituée de deux blocs en fer doux reliés de chaque côté par une tige en laiton et muni d'un entrefer réglable. Leur écartement peut être ajusté par des rondelles en aluminium.

Caractéristiques techniques :

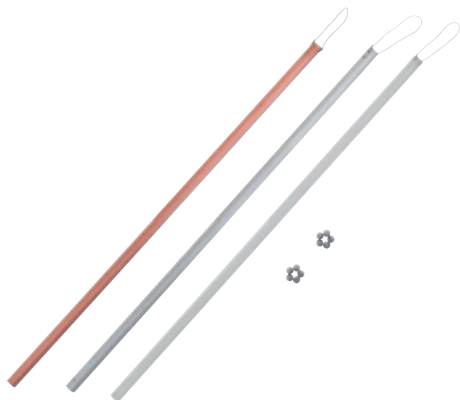
- Dimensions :  
Bloc en fer doux : 200 mm x 40 mm x 60 mm, l'un  
Support : hauteur 140 mm, réglable
- Masse : 7 kg

562 25 Garniture de pièces polaires



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.1 LOI DE LENZ



## 3.7 Électromagnétisme et induction

### 3.7.1 Loi de Lenz

#### Loi de Lenz, kit

Kit permettant d'étudier le freinage par courants de Foucault d'un aimant en chute libre dans un tube. Contient trois tubes de mêmes dimensions, un en cuivre, un en aluminium et un en plexiglas, ainsi que 10 aimants sphériques (510 25).

Caractéristiques techniques :

- Tube : 12 mm  $\varnothing_{\text{ext}}$ , 10 mm  $\varnothing_{\text{int}}$ , L = 50 cm
- Aimant : 8 mm  $\varnothing$
- Temps de chute de l'aimant dans :
  - le tube en cuivre : env. 5,0 s
  - le tube en aluminium : env. 3,7 s
  - le tube en plexiglas : env. 0,3 s

560 361 | Loi de Lenz, kit

#### Pendule de Waltenhofen

Permet de réaliser des expériences sur les courants de Foucault lorsqu'il est utilisé avec le transformateur démontable et la paire de pièces polaires perforées (560 31).

Caractéristiques techniques :

- Plaque métallique : 10 cm x 7 cm

560 34 | Pendule de Waltenhofen

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	342 07	Noix avec support à palier

#### Noix avec support à palier

Pour la fixation du pendule de Waltenhofen (560 34) au matériel support.

Caractéristiques techniques :

- Écartement pour tiges : 8 à 12 mm

342 07 | Noix avec support à palier

#### Disque tournant en aluminium

Pour mettre les courants de Foucault en évidence et pour construire un modèle de compteur de courant alternatif ; livré avec un étrier en fer en forme de U.

Caractéristiques techniques :

- Disque : 15 cm  $\varnothing$
- Tige : 10 mm  $\varnothing$

560 32 | Disque tournant en aluminium

### 3.7.2 Bobines de champ et d'induction

#### Mesure du champ magnétique sur un conducteur droit et sur des boucles conductrices

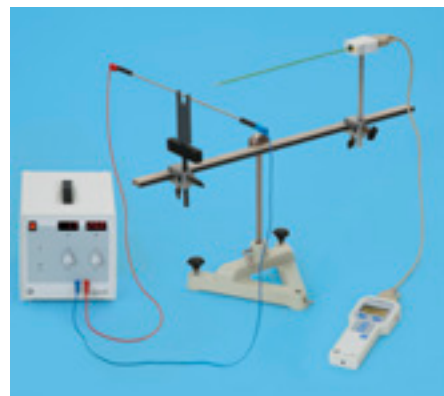
Dans l'expérience P3.3.4.1, on mesure le champ magnétique d'un conducteur droit et long pour différentes intensités  $I$  du courant, en fonction de la distance  $r$  au conducteur. Quantitativement, on confirme la relation

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$$

En complément, on mesure le champ magnétique de bobines circulaires de rayon  $R$  différent en fonction de la distance  $x$  sur l'axe central de la bobine. On compare les valeurs mesurées avec celles calculées à partir de la formule

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I \cdot R^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Les mesures peuvent être effectuées avec la sonde combinée B. Celle-ci est constituée de deux sondes à effet Hall, l'une étant sensible parallèlement à l'axe de la sonde et l'autre perpendiculairement à l'axe de la sonde.



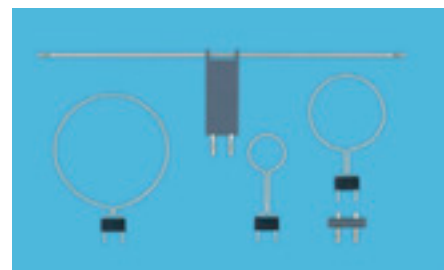
#### Conducteurs de courant, jeu de 4

Pour mesurer l'induction magnétique sur des conducteurs rectilignes et annulaires parcourus par un courant (loi de Biot et Savart).

Caractéristiques techniques :

- Conducteur rectiligne  
Longueur : 40 cm  
Connexion : fiche de 4 mm
- Boucles conductrices  
Rayon : 2/4/6 cm  
Avec adaptateur : fiches de 4 mm espacées de 19 mm
- Courant permanent : 20 A

516 235 Conducteurs de courant, jeu de 4



#### Bobines de champ

Pour mesurer l'intensité du champ magnétique en fonction du courant et du nombre de spires, pour démontrer que l'intensité du champ ne dépend pas de la surface de la bobine ainsi que pour les expériences quantitatives sur l'induction et les circuits électriques oscillants ; seulement pour les très basses tensions. Le corps des bobines est en plexiglas et permet de voir à l'intérieur et à travers les bobines.

- Nombre de spires : 120
- Longueur des bobines : 42 cm
- Courant : max. 10 A, temporairement 20 A
- Connexion : douilles de 4 mm

N° de cat.	Diamètre
516 243	90 mm
516 244	120 mm



#### Bobine à densité de spires variable

Pour l'étude de l'intensité du champ magnétique en fonction de la densité des spires.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 30
- Diamètre de la bobine : 80 mm
- Longueur de la bobine : 42 cm
- Courant : max. 10 A, temporairement 20 A
- Connexion : douilles de 4 mm

516 242 Bobine à densité de spires variable



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.2 BOBINES DE CHAMP ET D'INDUCTION



#### Support pour tubes et bobines

En plexiglas.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (LxlxH) : 30 cm x 15 cm x 23,2 cm
- Hauteur centrale des bobines (80 mm ... 120 mm Ø) : env. 24 cm

516 249 Support pour tubes et bobines

#### Bobines à induction, jeu de 3

Pour mesurer la tension induite en fonction de la variation de la densité du flux magnétique. Les bobines ont un corps en plexiglas de différentes sections et avec un nombre de spires différent. Convient pour une utilisation dans les bobines de champ.

Caractéristiques techniques :

- Connexion : douilles de 4 mm
- Bobine 1  
Nombre de spires : 300 avec 2 prises pour 100 et 200 spires  
Section transversale de la bobine : 50 x 50 mm  
Longueur de la bobine : 170 mm
- Bobine 2  
Nombre de spires : 300  
Section transversale de la bobine : 50 x 30 mm  
Longueur de la bobine : 170 mm
- Bobine 3  
Nombre de spires : 300  
Section transversale de la bobine : 50 x 20 mm  
Longueur de la bobine : 170 mm

516 241 Bobines à induction, jeu de 3

### 3.7.3 Appareil à induction

#### Appareil à induction avec boucles conductrices

Pour l'étude précise et claire de la loi de l'induction et de la définition qui en découle du flux de force et de la densité du flux.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions des boucles conductrices :
  - 1) 500 mm x 40 mm (rectangulaire)
  - 2) 500 mm x 20 mm (rectangulaire)
  - 3) 500 mm x 40 mm x cos 45° (trapézoïdale)
- Induction magnétique entre les pièces polaires avec 16 aimants : env.  $5 \cdot 10^{-2}$  T
- Distance entre les pièces polaires : 8 mm
- Dimensions de l'appareil à induction :  
(fermé) : 14 cm x 50 cm x 8 cm  
(déployé) : 10 cm x 100 cm x 8 cm
- Ordre de grandeur de la tension induite : env. 100  $\mu$ V
- Masse : 8,5 kg

Matériel livré :

- 1 appareil à induction avec boucles conductrices
- 2 paires d'aimants (510 48)
- 1 accouplement avec poulie étagée
- 1 fil
- 1 cavalier

516 40 Appareil à induction avec boucles conductrices

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	347 35	Moteur d'expériences
1	347 36	Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences
6	510 48	Aimants, 35 mm Ø, paire
1	532 13	Microvoltmètre

### 3.7.4 Balance de torsion

#### Balance de torsion selon Schürholz

Pour mesurer de faibles couples, par ex. dans des expériences sur la loi de Coulomb, des forces agissant dans un champ électrique homogène et dans les champs magnétiques de conducteurs électriques, etc.

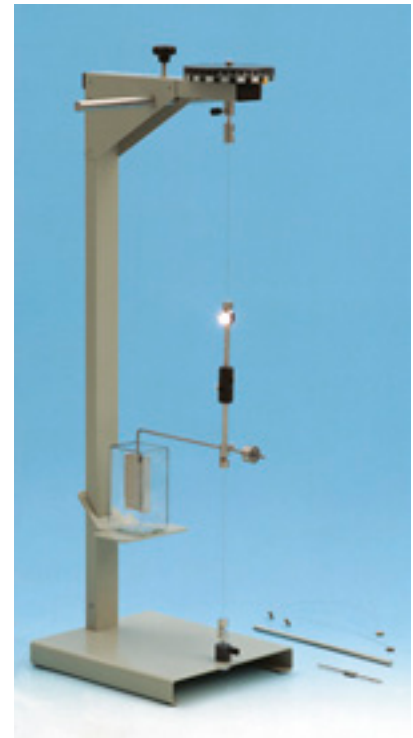
Caractéristiques techniques :

- Couple de rappel du système de mesure : env.  $3 \cdot 10^{-4}$  Nm
- Sensibilité :  $3 \cdot 10^{-7}$  N pour une longueur du bras actif de 5 cm
- Échelle du cercle primitif : gradué tous les  $5^\circ$
- Miroir concave : 17 mm x 20 mm  
Distance focale : env. 35 cm
- Hauteur : 70 cm
- Masse : 5 kg

Matériel livré :

- 1 potence sur plaque de base
- 1 support pour les objets à étudier
- 1 miroir concave
- 1 tête de torsion avec cercle primitif
- 1 cuve d'amortissement
- 1 languette d'amortissement avec contre-poids
- 1 tige pour détermination dynamique de la sensibilité
- 1 tige pour détermination statique de la sensibilité
- 2 paires de fils de torsion

516 01 Balance de torsion selon Schürholz



#### Échelle sur support

Aussi lisible de loin ; réglable en hauteur et latéralement.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Graduations : mm, cm et dm

Matériel livré :

- 1 échelle
- 1 tige ronde, 80 cm de long
- 2 œillets
- 1 pied en V, 20 cm (300 02)
- 1 tige (300 42)
- 1 noix Leybold (301 01)

516 04 Échelle sur support



#### Électrostatique, accessoires

Pour la mesure des forces entre des sphères électrisées en fonction de la charge et de l'écartement (loi de Coulomb) ainsi que pour l'étude quantitative du rapport entre les forces d'un champ électrique et des forces mécaniques ; permet aussi de déduire la constante d'influence  $\epsilon$ . À utiliser avec la balance de torsion (516 01).;

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des sphères : 3 cm
- Échelle :  
Longueur : 23 cm  
Graduations : cm et mm
- Diamètre de la cuillère électrostatique : 40 mm

Matériel livré :

- 1 support pour régler la distance, avec échelle
- 1 poignée
- 1 sphère sur isolateur court
- 2 sphères avec isolateurs longs
- 1 cuillère électrostatique (disque avec isolateur)

516 20 Électrostatique, accessoires



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.4 BALANCE DE TORSION



#### Magnétostatique, accessoires

Pour mesurer le flux au voisinage des pôles de longues aiguilles aimantées ainsi que les moments magnétiques de ces aiguilles et pour mettre en évidence la loi de Coulomb sur la magnétostatique. À utiliser avec la balance de torsion (516 01).

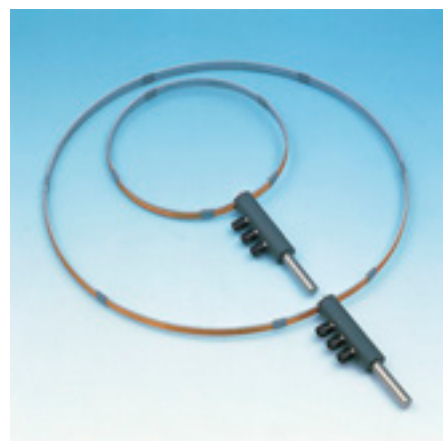
Caractéristiques techniques :

- Longueur des aiguilles en acier : 40 cm
- Longueur des échelles :
  - 50 cm, graduée en dm, cm et mm,
  - 8 cm, graduée en cm et mm

Matériel livré :

- 4 aiguilles en acier
- 1 cadre de rangement pour les aiguilles
- 1 support pour monter 1, 2 ou 3 aiguilles ; complet avec échelle horizontale pour la mesure de l'écartement et une échelle verticale qui lui est perpendiculaire pour localiser les zones polaires.

516 21 Magnétostatique, accessoires



#### Loi de Biot et Savart, accessoires

Permet de montrer que le champ magnétique qui règne au centre de conducteurs annulaires parcourus par un courant est dépendant de ce courant, du nombre de spires et du diamètre des conducteurs.

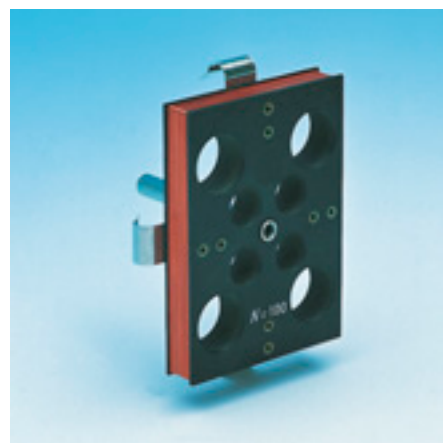
Caractéristiques techniques :

- Diamètre des boucles de courant : 40 cm et 20 cm
- Nombre de spires par boucle : 10
- Connexion : douilles de 4 mm
- Tige aimantée : L = 3 cm ; 6 mm Ø

Matériel livré :

- 2 bobines de diamètre différent
- 1 tige aimantée à utiliser avec la balance de torsion (516 01)

516 23 Loi de Biot et Savart, accessoires



#### Bobine à induction et wattmètre

À utiliser avec la balance de torsion (516 01) et les bobines de champ et à induction (516 241, 516 243, 516 244) pour mesurer la force exercée sur un conducteur rectangulaire placé dans un champ magnétique homogène ainsi que pour le montage d'un wattmètre électrodynamique dans la plage allant jusqu'à 1 kW. Avec tige axiale pour la mise en place dans la balance de torsion et avec des étriers de ressort pour la conduction du courant via les fils de torsion.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 100
- Charge admissible : 300 mA max.
- Dimensions : 5 cm x 7 cm

516 30 Bobine à induction et wattmètre

### 3.7.5 Balance électrodynamique

#### Balance électrodynamique

Balance différentielle avec indicateur lumineux permettant de mesurer les forces exercées sur des courants électriques dans des champs magnétiques et sur des charges électriques au repos dans des champs électriques.

Caractéristiques techniques :

- Courant : 10 A max.
- Hauteur : env. 40 cm
- Fléau de la balance : env. 40 cm de long
- Support : env. 25 cm de long

Matériel livré :

- 1 support
- 1 fléau de balance
- 1 dispositif de suspension pour le dynamomètre
- 1 pivot
- 6 boucles conductrices (longueur : 80, 40, 20, 10 mm ; 40 mm rétrécie à 20 mm ; 40 mm en boucle fermée)
- 4 bandes de feuille d'aluminium pour la conduction du courant (15 mm x 120 mm)
- 1 rouleau de feuille d'aluminium pour la confection de bandes de rechange
- 1 poids de compensation
- 1 fil Perlon, env. 10 cm
- 1 clé Allen

516 32 Balance électrodynamique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand
1	300 42	Tige 47 cm, 12 mm Ø
1	314 081	Dynamomètre de précision, 0,01 N

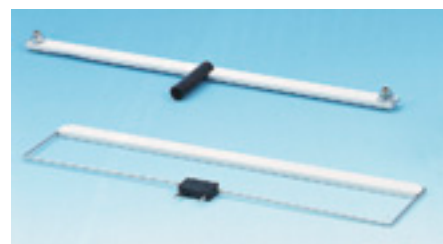
#### Boucles conductrices pour la définition de l'ampère

Utilisé avec la balance électrodynamique (516 32) et le support à hauteur variable (516 31), ce matériel permet de mesurer la force exercée entre deux conducteurs parcourus par un courant variable suivant leur écartement et l'intensité du courant qui les traverse.

Caractéristiques techniques :

- Courant : max. 10 A
- Conducteur 1
  - Longueur : 300 mm
  - Diamètre du fil : 1 mm
  - Connexion : fiches de 2 mm, convient pour une utilisation avec la balance électrodynamique
- Conducteur 2
  - Longueur : 300 mm
  - Diamètre du fil : 1 mm
  - Connexion : douille de 4 mm
  - Diamètre de la tige : 10 mm

516 33 Boucles conductrices pour la définition de l'ampère



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.5 BALANCE ÉLECTRODYNAMIQUE



#### Électrostatique avec la balance électrodynamique, accessoires

Ces accessoires permettent de mettre en évidence les forces agissant entre des corps électrisés ; ils sont à combiner au support à hauteur variable (516 31) et à la balance électrodynamique (516 32) ou au capteur de forces (524 060) avec l'instrument de mesure universel Physique (531 835) ou à CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) et au capteur de forces (524 060) ; par ex. pour la vérification de la loi de Coulomb, pour une utilisation comme électromètre absolu de Kirchhoff et pour la mesure des charges dans un champ électrostatique.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des plaques du condensateur : 200 mm et 150 mm
- Cuillère électrostatique : 45 mm Ø
- Diamètre des sphères : 3 cm

Matériel livré :

- 1 plaque de condensateur avec fiches de fixation
- 1 écran sur support
- 1 sphère sur tige isolante
- 1 sphère sur isolateur avec fiches de fixation
- 1 cuillère électrostatique
- 1 masse de tarage
- 1 plateau de rangement alvéolé (55 cm x 33 cm)

516 37	Électrostatique avec la balance électrodynamique, accessoires
--------	---

#### Support à hauteur variable

Pour la mesure et le réglage exact de l'écartement d'objets placés face à face en position verticale, par ex. dans des expériences avec la balance électrodynamique (516 32) utilisée avec les accessoires (516 37) ou avec les boucles conductrices (516 33) pour la définition de l'ampère selon la théorie de l'électrodynamique.

Caractéristiques techniques :

- Ouverture pour les tiges : jusqu'à max. 14 mm Ø
- Course : max. 30 mm
- Graduation : 0,2 mm
- Zéro : réglable
- Dimensions du pied : 12 cm x 15 cm
- Masse : 0,4 kg

Matériel livré :

- 1 Support à hauteur variable avec vis de mise à niveau
- 1 Contrepoids pour les expériences avec la balance électrodynamique pour la définition de l'ampère.

516 31	Support à hauteur variable
--------	----------------------------

#### Balance électrodynamique, équipement

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	516 31	Support à hauteur variable
1	516 32	Balance électrodynamique
1	516 33	Boucles conductrices pour la définition de l'ampère
1	516 37	Électrostatique avec la balance électrodynamique, accessoires

516 32P	Balance électrodynamique, équipement
---------	--------------------------------------



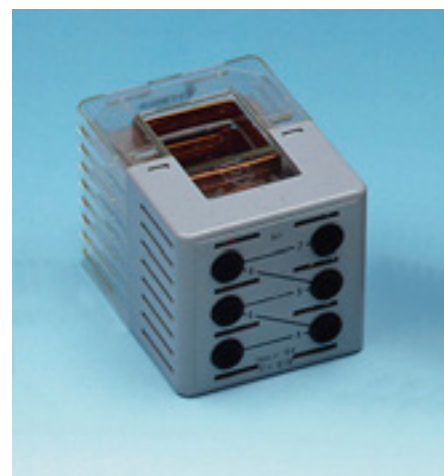
### 3.7.6 Transformateur démontable

Équipement de base : transformateur démontable

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 11	Noyau en U avec joug
1	562 121	Agrafe d'assemblage avec pince à ressort
1	562 13	Bobine à 250 spires
1	562 14	Bobine à 500 spires
1	562 15	Bobine à 1000 spires
1	562 18	Bobine très basse tension, 50 spires
1	562 21	Bobine secteur à 500 spires

562 11P	Équipement de base : transformateur démontable
---------	--



#### Bobines pour le transformateur démontable

N° de cat.	Spires	Charge maximum	Remarques	Désignation
562 18	50	10 A	tension de sortie avec bobine primaire (secteur) ; jusqu'à 20 V par pas de 2 V	Bobine très basse tension, 50 spires
562 13	250	5 A		Bobine à 250 spires
562 14	500	2,5 A		Bobine à 500 spires
562 15	1000	1,25 A		Bobine à 1000 spires
562 131	480	10 A	par ex. pour l'effet Zeeman	Bobine à 480 spires, 10 A
562 16	10000	0,1 A		Bobine à 10 000 spires
562 17	23000	0,02 A	avec électrodes à cornes	Bobine à 23 000 spires
562 21	500	2,5 A	avec interrupteur secteur et prise à contact de protection, fusible TT 2,5	Bobine secteur à 500 spires

#### Noyau en U avec joug

Livré avec vis de fixation mais sans agrafe d'assemblage.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 17 cm
- Largeur : 15 cm
- Section : 4 cm x 4 cm
- Version : feuilleté

562 11	Noyau en U avec joug
--------	----------------------

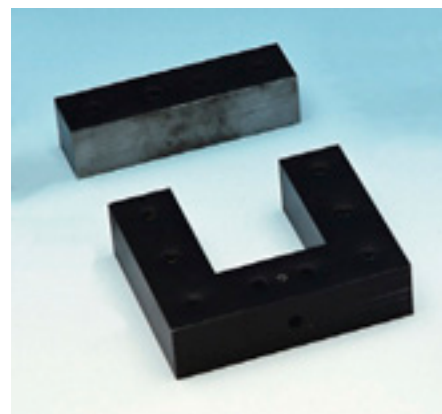
#### Noyau de fer en U avec joug

Sert à étudier les pertes par courants de Foucault dans les montages à transformateur.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 13 cm
- Largeur : 15 cm
- Section : 4 cm x 4 cm
- Version : fer massif

562 115	Noyau de fer en U avec joug
---------	-----------------------------



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.6 TRANSFORMATEUR DÉMONTABLE



#### Agrafe d'assemblage avec pince à ressort

Agrafe d'assemblage pour fixer le joug sur le noyau en U du transformateur d'expérimentation. La pince à ressort sert à maintenir la bobine pour la réalisation d'un électro-aimant.

562 121	Agrafe d'assemblage avec pince à ressort
---------	--



#### Support de bobines

Pour fixer les bobines (562 13-562 21) dans une position d'utilisation quelconque, par ex. lors de la réalisation d'un électro-aimant avec le joug (de 562 11) ou la pièce polaire (560 31).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : non ferromagnétique
- Tige : 10 mm Ø

562 34	Support de bobines
--------	--------------------



#### Pièces polaires perforées, paire

Pour réaliser un électro-aimant à l'aide des éléments du transformateur démontable afin d'obtenir des champs magnétiques homogènes ou non homogènes dans un espace réduit.

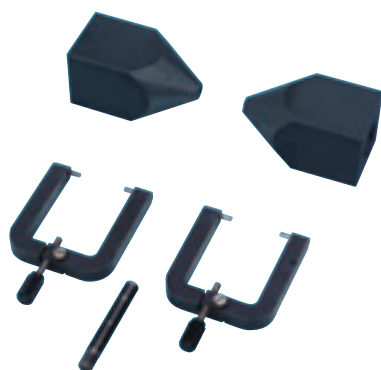
Caractéristiques techniques :

- Longueur des pièces polaires : 10 cm
- Section des pièces polaires : 4 cm x 4 cm

Matériel livré :

- 2 pièces polaires perforées
- 2 noyaux en fer doux pour le perçage longitudinal des pièces polaires
- 2 pièces polaires complémentaires vissables pour produire des champs magnétiques homogènes
- 2 étriers pour fixer les pièces polaires sur le noyau en U

560 31	Pièces polaires perforées, paire
--------	----------------------------------



#### Pièces polaires à grand perçage, paire

Pour réaliser un électro-aimant avec des éléments du transformateur démontable. Une source lumineuse dans le champ magnétique peut être observée dans la direction du champ et perpendiculairement à celui-ci.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du perçage : 5 ... 20 mm
- Dimensions des pièces polaires : 4 cm x 4 cm x 7,5 cm
- Boulon : L = 60 mm, 8 mm Ø
- Filetage M8

Matériel livré :

- 2 pièces polaires
- 2 étriers de serrage
- 1 boulon à visser dans le pied de cavalier avec taraudage.

560 315	Pièces polaires à grand perçage, paire
---------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 11	Noyau en U avec joug

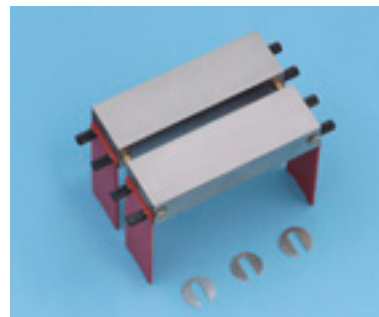
### Garniture de pièces polaires

Sert à générer des champs magnétiques homogènes à l'aide du noyau en U (562 11) et d'une ou de deux bobines. Elle est constituée de deux blocs en fer doux reliés de chaque côté par une tige en laiton et muni d'un entrefer réglable. Leur écartement peut être ajusté par des rondelles en aluminium.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
Bloc en fer doux : 200 mm x 40 mm x 60 mm, l'un  
Support : hauteur 140 mm, réglable
- Masse : 7 kg

562 25 Garniture de pièces polaires



### Pendule de Waltenhofen

Permet de réaliser des expériences sur les courants de Foucault lorsqu'il est utilisé avec le transformateur démontable et la paire de pièces polaires perforées (560 31).

Caractéristiques techniques :

- Plaque métallique : 10 cm x 7 cm

560 34 Pendule de Waltenhofen



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	342 07	Noix avec support à palier

### Noix avec support à palier

Pour la fixation du pendule de Waltenhofen (560 34 ) au matériel support.

Caractéristiques techniques :

- Écartement pour tiges : 8 à 12 mm

342 07 Noix avec support à palier



### Creuset annulaire

À utiliser comme bobine secondaire à une seule spire pour illustrer le principe de la fusion par induction. Le cordon de soudure (562 32) est à placer dans le creuset.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 6 cm

562 20 Creuset annulaire



### Cordon de soudure

À placer dans le creuset annulaire (562 20).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : étain

562 32 Cordon de soudure



### Anneau métallique

Pour montrer les forces de répulsion s'exerçant entre les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur (anneau de Thomson).

Caractéristiques techniques :

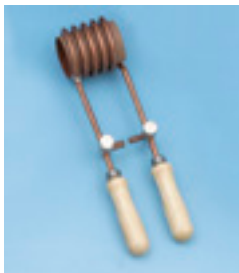
- Diamètre : 6 cm

562 33 Anneau métallique



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.6 TRANSFORMATEUR DÉMONTABLE



#### Bobine à 5 spires

Pour produire des courants très forts d'une intensité supérieure à 100 A pour le soudage par points de tôles, la fusion par effet Joule (clou en fer) et la fusion par induction.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 5
- Diamètre de la bobine : 65 mm

562 19	Bobine à 5 spires
--------	-------------------

#### Lames en fer blanc, jeu de 5

Pour la démonstration du procédé de soudage par points avec la bobine à 5 spires (562 19).

562 31	Lames en fer blanc, jeu de 5
--------	------------------------------



#### Disque tournant en aluminium

Pour mettre les courants de Foucault en évidence et pour construire un modèle de compteur de courant alternatif ; livré avec un étrier en fer en forme de U.

Caractéristiques techniques :

- Disque : 15 cm Ø
- Tige : 10 mm Ø

560 32	Disque tournant en aluminium
--------	------------------------------

#### Compteur de courant alternatif

Pour illustrer le fonctionnement d'un compteur de courant alternatif vendu dans le commerce et pour mesurer l'énergie électrique dans des circuits à courant alternatif ; avec couvercle en plastique transparent permettant d'observer chacun des composants ; livré avec cavalier de sécurité.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 230 V/50 Hz par câble secteur
- Courant : max. 10 A
- Constante du compteur : 600 tr/kWh
- Sorties :
  - prise à contact de protection pour récepteur,
  - douilles de sécurité de 4 mm pour ampèremètre et voltmètre
- Dimensions : 30 cm x 29,7 cm x 15 cm
- Masse : 3,5 kg

560 331	Compteur de courant alternatif
---------	--------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative

### Joulemètre-wattmètre

Pour la mesure et l'affichage de la tension efficace  $U$  et du courant efficace  $I$  pour des tensions et courants d'allure quelconque, de la puissance active  $P$  ainsi que de l'intégrale temporelle de  $P(t)$  (travail),  $U(t)$  (pointe de tension) et  $I(t)$  (charge). La gamme de puissance s'étend sur 12 décades (de nW à kW).

Les courbes tracées en fonction du temps  $U(t)$ ,  $I(t)$  et  $P(t)$ , leurs valeurs efficaces, la puissance active, la puissance apparente et le facteur de puissance ( $\cos \phi$ ) peuvent être représentés et évalués avec le logiciel sous Windows fourni avec l'appareil, via le port USB intégré à isolation galvanique.

Caractéristiques techniques :

- **Mesure de la tension  $U$**   
Gamme de mesure CC :  $\pm 5/\pm 50/\pm 500$  mV ;  $\pm 5/\pm 50/\pm 250$  V  
Gamme de mesure CA\* : 350 mV ; 3,5/35/250 V
- Résolution de l'affichage : 1/10/100  $\mu$ V, 1/10/100 mV
- Résistance d'entrée :  $\geq 1$  M $\Omega$
- **Mesure du courant  $I$**   
Gamme de mesure CC :  $\pm 0,2/\pm 2/\pm 20$  mA,  $\pm 0,2/2/10$  A  
Gamme de mesure CA\* : 0,14/1,4/14 mA, 0,14/1,4/10 A
- Résolution de l'affichage : 0,1/1/10  $\mu$ A, 0,1/1/10 mA
- Résistance d'entrée : 10  $\Omega$ /env. 0,01  $\Omega$  (shunt)
- **Mesure de la puissance  $P$**   
Plage d'affichage :  $\pm 10/\pm 100$   $\mu$ W,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  mW,  $\pm 1/\pm 10/\pm 100$  W,  $\pm 1/\pm 2,5$  kW
- Résolution de l'affichage : 1/10 nW, 0,1/1/10  $\mu$ W, 0,1/1/10 mW, 0,1/1 W
- **Intégration  $U, I, P$**   
Plage d'affichage  $\int U(t) dt$ : 0,000 mVs ...  $\pm 9999$  kWh  
Plage d'affichage  $\int I(t) dt$ : 0,0  $\mu$ As ...  $\pm 9999$  kWh  
Plage d'affichage  $\int P(t) dt$ : 0,000  $\mu$ Ws ...  $\pm 9999$  kWh
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Commutation CA/CC : automatique ou manuelle
- Précision de mesure  $U, I^{**}$ : 1 %
- Connexion du consommateur : au choix douilles de sécurité de 4 mm ou prise (face avant)
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour la valeur numérique et matrice 7x15 pour l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Taux d'échantillonnage : max. 10 000 valeurs/s (pour mesure sur ordinateur de la forme de la courbe)
- Mémoire de valeurs mesurées : resp. 16 000 valeurs pour  $U$  et  $I$  (pour mesure sur ordinateur de la forme de la courbe)
- Port USB : USB 1.x et 2.0 (full speed), à isolation galvanique
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : env. 2 kg

531 831 Joulemètre-wattmètre

\* Pour des signaux d'entrée sinusoïdaux

\*\* La précision indiquée est valable en fin de plage pour CC ainsi que CA (fréquence de 50 ou 60 Hz) et un facteur de crête (= valeur de crête : valeur efficace)  $\leq 2$ .

### 3.7.8 Transformateur pour travaux pratiques

#### Transformateur pour travaux pratiques

Monté sur plaque d'expérimentation pour étudier et démontrer les propriétés et les lois du transformateur monophasé ; livré avec cavalier. Il permet d'étudier différents types de transformateurs (transformateurs d'isolement, autotransformateurs, transformateurs à fer dur et à fer mou) ainsi que le comportement à la résistance et à l'aimantation, les propriétés du champ de fuite et les rapports de transformation.

Caractéristiques techniques :

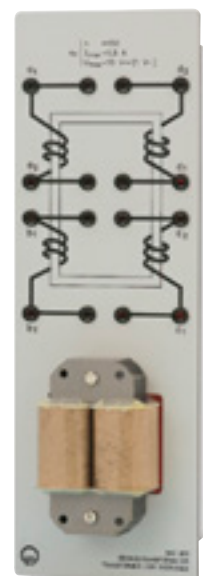
- Tension d'entrée : max. 20 V CA, 1 V CC
- Courant : 1,5 A, temporairement 3 A
- Nombre de spires : 4 x 150, séparées galvaniquement
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 10 cm x 29,7 cm x 10 cm
- Masse : 1 kg

562 801 Transformateur pour travaux pratiques

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative



## 3.7 ÉLECTROMAGNÉTISME ET INDUCTION

### 3.7.9 MODÈLES ÉLECTROMÉCANIQUES



### 3.7.9 Modèles électromécaniques

#### Démonstration du mode de fonctionnement d'un relais

L'expérience P3.6.7.2 consiste à démontrer le fonctionnement d'un relais. On fait fonctionner un électroaimant attirant l'induit d'un relais dans un circuit électrique de commande. Si on arrête l'électroaimant, l'induit retourne à sa position de repos. Si l'induit touche un contact, un deuxième circuit électrique est formé, permettant par exemple d'alimenter des ampoules en courant. Si on positionne le contact de manière à ce qu'il touche l'induit au repos, on parle de contact de repos, sinon on parle de contact de travail.

#### Modèle de sonnette et de relais, matériel

Comprend tous les éléments nécessaires à la réalisation des expériences « rupteur électromécanique » et « relais pour sonnette ». À enficher sur la plaque pour sonnette et relais et à raccorder à une source très basse tension.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque : 30 cm x 29,7 cm x 7 cm
- Connexion : douilles de 4 mm

Matériel livré :

- 1 Plaque pour sonnette et relais
- 1 Contact de réglage, élément enfichable (579 30)
- 1 Palette vibrante (579 31)
- 1 Timbre pour sonnette (579 32)
- 2 bobines à 500 spires (590 83)
- 1 noyau de transformateur, démontable (593 21)
- 2 cavaliers (de 501 48)
- 1 plaque avec symboles à fixation magnétique pour sonnette et relais

561 071	Modèle de sonnette et de relais, matériel
---------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative

## 3.8 Machines électriques d'enseignement MEE

### 3.8.1 Collections MEE

#### Cadre d'expérimentation et de démonstration VI (MEE)

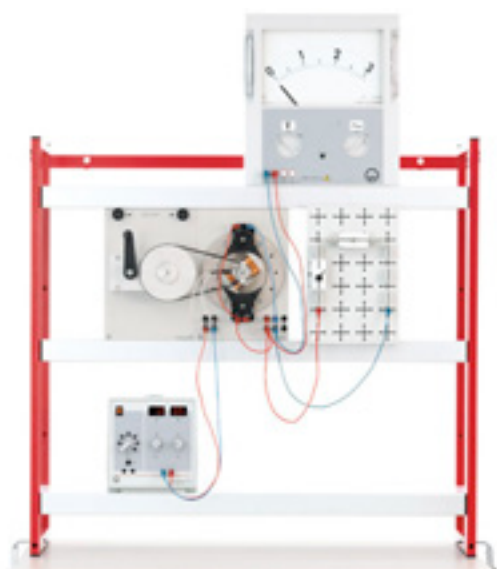
Cadre pour montages verticaux pour la réalisation d'expériences sur les générateurs et les moteurs avec le matériel des collections MEE (machines électriques d'enseignement).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 05	Pince de table avec goujon
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 310	Étagère
1	301 311	Rail profilé
1	563 303	Entraînement manuel MEE
1	563 480	Collection de base MEE
1	563 481	Collection complémentaire MEE
1	727 81	Unité de base pour machine

301 300S6	Cadre d'expérimentation et de démonstration VI (MEE)
-----------	--

Photo : exemple de montage avec les machines électriques d'enseignement (système d'éléments enfichables, alimentation et appareil de mesure non fournis)



### Collection de base MEE

Pour réaliser des modèles de générateurs et de moteurs à courant continu ou alternatif avec rotor bipolaire et stator bipolaire.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	510 48	Aimants, 35 mm Ø, paire
1	563 04	Plateau de rangement pour les composants MEE
2	563 091	Pièce polaire pour aimant MEE
2	563 101	Pièce polaire large pour bobine MEE
2	563 11	Bobine à 250 spires MEE
2	563 13	Balai MEE
1	563 16	Clé Allen
1	563 17	Disque de centrage MEE
1	563 18	Porte-balais MEE
1	563 19	Rotor à aimant MEE
1	563 22	Rotor bipolaire MEE
1	563 28	Rotor à aiguille aimantée MEE
1	563 31	Huile, 100 ml, en flacon compte-gouttes

563 480 | Collection de base MEE

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	563 303	Entraînement manuel MEE
1	727 81	Unité de base pour machine
1	727 88*	Unité d'entraînement

\* alternative

### Collection complémentaire MEE

Pour réaliser des modèles de générateurs et de moteurs à courant continu ou alternatif avec rotor tripolaire ainsi que des modèles pour le courant triphasé.

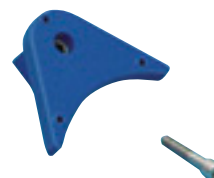
Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	563 101	Pièce polaire large pour bobine MEE
1	563 11	Bobine à 250 spires MEE
1	563 13	Balai MEE
1	563 23	Rotor tripolaire MEE

563 481 | Collection complémentaire MEE

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	563 480	Collection de base MEE



## 3.8 MACHINES ÉLECTRIQUES D'ENSEIGNEMENT MEE

### 3.8.2 PIÈCES DÉTACHÉES MEE



#### 3.8.2 Pièces détachées MEE

##### Unité de base pour machine

Pour le montage de machines électriques dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) avec un rail profilé (301 311) supplémentaire ou dans un cadre de montage (par ex. 726 04).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 200 mm x 297 mm
- Connexion : douilles de 4 mm (5 x 2 douilles)
- Axe de rotor : L = 100 mm, 8 mm Ø

727 81    Unité de base pour machine



##### Rotor à aiguille aimantée MEE

Aiguille aimantée avec coussinet de pivotement pour mettre en évidence un champ tournant à faible vitesse.

563 28    Rotor à aiguille aimantée MEE



##### Rotor à aimant MEE

Induit en double T à aimantation permanente avec 2 aimants en ferrite cylindriques, un coussinet de pivotement et une poulie.

563 19    Rotor à aimant MEE



##### Rotor bipolaire MEE

Sur noyaux de fer en paquets de tôles feuilletées sans courant parasite ; avec coussinet de pivotement, poulie et tambour d'enroulement.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 2 x 380
- Résistance ohmique : 1,3  $\Omega$
- Impédance : 5,9  $\Omega$
- Courant max. : 1,5 A
- Collecteur : bipolaire
- Bagues collectrices : 2 (180°)

563 22    Rotor bipolaire MEE



##### Rotor tripolaire MEE

Sur noyaux de fer en paquets de tôles feuilletées sans courant parasite ; avec coussinet de pivotement, poulie et tambour d'enroulement.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 3 x 340
- Résistance ohmique : 1,6  $\Omega$
- Impédance : 7  $\Omega$
- Courant max. : 1,5 A
- Collecteur : tripolaire
- Bagues collectrices : 3 (120°)

563 23    Rotor tripolaire MEE



### Rotor en tambour MEE

Induit en T à 12 segments avec poulie.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 12 x 90
- Courant max. : 1,5 A
- Vitesse de rotation max. : 5 000 tr/min.
- Rotor : 90 mm Ø

563 24 Rotor en tambour MEE

### Porte-balais MEE

Pour le maintien des rotors sur l'axe d'une plaque support, doté de 5 alvéoles pour la fixation des balais ; livré avec vis de fixation.

563 18 Porte-balais MEE

### Balai MEE

Contact en carbone dur avec ressort de pression, câble et fiche de 4 mm ; à connecter au collecteur et aux bagues collectrices des rotors bobinés.

Caractéristiques techniques :

- Courant max. : 1,5 A

563 13 Balai MEE

### Pièce polaire large pour bobine MEE

Pour stators bipolaires et tripolaires.

563 101 Pièce polaire large pour bobine MEE

### Bobine à 250 spires MEE

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires : 250
- Résistance ohmique : 1,8 Ω
- Impédance : 6,7 Ω (pour 50 Hz)
- Courant max. : 1,5 A

563 11 Bobine à 250 spires MEE

### Pièce polaire pour aimant MEE

Avec surface de contact magnétique polie et perçage pour fixation ; livrée avec une vis hexagonale creuse (M6 x 35).

563 091 Pièce polaire pour aimant MEE

### Aimants, 35 mm Ø, paire

Aimants cylindriques en ferrite, avec perforation axiale et marquage du pôle nord.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du trou : 6,2 mm
- Pôles : marqués en couleur
- Diamètre : 35 mm
- Hauteur : 20 mm

510 48 Aimants, 35 mm Ø, paire



## 3.8 MACHINES ÉLECTRIQUES D'ENSEIGNEMENT MEE

### 3.8.2 PIÈCES DÉTACHÉES MEE



#### Huile, 100 ml, en flacon compte-gouttes

Huile pour machines, exempte d'acide.

563 31	Huile, 100 ml, en flacon compte-gouttes
--------	---

#### Clé Allen

Pour la fixation sur une plaque support d'une bobine ou de pièces polaires avec aimant.

563 16	Clé Allen
--------	-----------

#### Disque de centrage MEE

Pour un écartement optimal entre les pièces polaires et les rotors.

563 17	Disque de centrage MEE
--------	------------------------

#### Unité d'entraînement

Moteur universel avec poulie et commande par découpage de phase pour le réglage en continu de la vitesse de rotation de 0 à 3000 tr/min. À monter dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) avec un rail profilé (301 311) supplémentaire ou dans un cadre de montage (726 19).

Caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : 230 V CA
- Dimensions : 200 mm x 297 mm

727 88	Unité d'entraînement
--------	----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	685 96	Courroie de transmission longue pour l'unité d'entraînement 727 88

#### Entraînement manuel MEE

Avec poulie, manivelle et courroie, pour l'entraînement des rotors de l'équipement Machines Électriques d'Enseignement ; sur plaque d'expérience avec deux arrêts. À installer dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) avec un rail profilé (301 311) supplémentaire ou dans un cadre de montage (726 19).

Caractéristiques techniques :

- Rapport de transformation : 1:33
- Rotation à droite/à gauche/en roue libre
- Diamètre de la poulie d'entraînement : 12 cm
- Dimensions : 20 cm x 29,7 cm x 15 cm
- Masse : 2,5 kg

563 303	Entraînement manuel MEE
---------	-------------------------

#### LIT: Machines électriques d'enseignement S1, allemand

16 descriptions d'expériences pour l'enseignement secondaire, 20 pages, A4.  
Sujets traités :

- Champ magnétique de rotors et de stators
- Génération d'une tension alternative avec une génératrice à pôles intérieurs
- Générateur à pôles intérieurs en fonction de la tension d'induction
- Générateur à pôles intérieurs sous charge
- Génération d'une tension alternative avec une génératrice à pôles extérieurs
- Génération d'une tension continue avec une génératrice à pôles extérieurs
- Génération d'une tension alternative triphasée
- Moteur à courant continu simple
- Moteur à courant continu à démarrage automatique

539 507DE	LIT: Machines électriques d'enseignement S1, allemand
-----------	---

### 3.9 Électricité/électronique (BST)

#### 3.9.1 Collections BST

##### Circuit électrique simple, collection de base BST

Pour la réalisation de circuits électriques simples et d'instruments élémentaires pour des expériences plus approfondies en électricité et en électronique. Dans plateau de rangement.

Thèmes :

- Circuit électrique simple
- Fonctionnement d'un interrupteur
- Association de résistances en série et en parallèle
- Mesure simple du courant et de la tension
- Association de piles en série et en parallèle

Les composants sont dotés de 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	505 11	Ampoules 2,5 V/0,25 W, E10, jeu de 10
2 de	505 15	Ampoules 6 V / 0,05 A, E10, jeu de 10
2	539 024	Douille pour lampe, culot E10, BST
1	539 025	Interrupteur à bascule, BST
2	539 053	Support piles, BST
1	539 069	Plateau de rangement, BST
4 de	685 47ET5	Piles de 1,5 V (Baby C), jeu de 5

539 070 | Circuit électrique simple, collection de base BST

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 078	Câbles de connexion, collection de base BST
1	539 077*	Raccords, collection de base BST

\* alternative

##### Interrupteurs pour circuit électrique, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits ET, OU, de commutation et va-et-vient. Complément pour 539 070.

Thèmes :

- Circuit ET et circuit OU
- Circuit de commutation
- Circuit va-et-vient

Les composants sont dotés de 2 ou 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

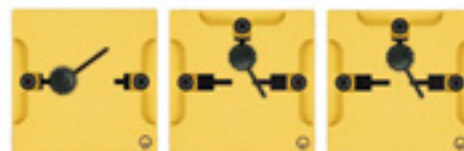
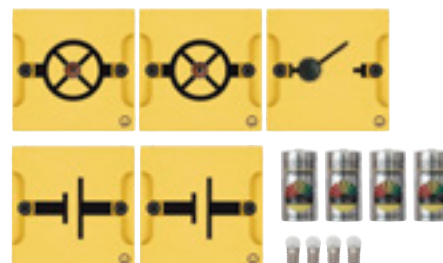
- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 025	Interrupteur à bascule, BST
2	539 026	Commutateur, BST

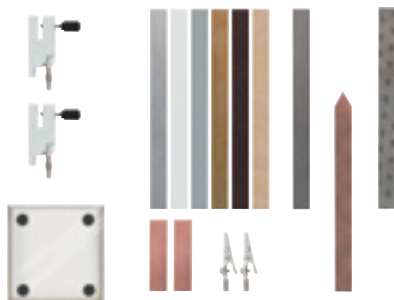
539 071 | Interrupteurs pour circuit électrique, collection complémentaire BST

Rangement dans le plateau de la collection de base 539 070



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.1 COLLECTIONS BST



#### Conducteurs et isolants, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits pour l'étude de la conduction électrique dans les solides et les liquides. Complément pour 539 070.

Thèmes :

- Le courant électrique dans les solides et les liquides

- Action chimique du courant électrique

La cuve s'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
2	539 060	Connecteur adaptateur, BST
1 de	539 061ET10	Lames de contact, BST, jeu de 10
1	539 062	Bilame, BST
1	539 063	Conducteurs et isolants, BST, jeu
1	539 064	Ressort à lame, BST
1	539 065	Cuve, BST
1	539 066	Électrodes, BST, paire

539 072 Conducteurs et isolants, collection complémentaire BST

Rangement dans le plateau de la collection de base 539 070

#### Résistance électrique, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits avec des résistances et des fils. Complément pour 539 070/539 072.

Thèmes :

- Action thermique du courant électrique

- Loi d'Ohm

- Résistance au courant électrique

- Association de résistances en série et en parallèle

- Montage potentiométrique

Les composants sont dotés de 2 ou 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 008	Résistance 47 ohms, BST
2	539 009	Résistance 100 ohms, BST
1	539 019	Potentiomètre 220 ohms, BST
1	550 42	Fil résistif (constantan), 0,35 mm Ø, 100 m
1	550 46	Fil résistif (nickel-chrome), 0,25 mm Ø, 100 m
1	550 47	Fil résistif (nickel-chrome), 0,35 mm Ø, 50 m
1	567 18	Plaquette pour enroulement de fil

539 073 Résistance électrique, collection complémentaire BST

Rangement dans le plateau de la collection de base 539 070

### Électromagnétisme et induction, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits avec des bobines, par ex. un transformateur. Complément pour 539 070/539 072/539 073.

Thèmes :

- Action magnétique du courant électrique
- Modèle de relais magnétique
- Induction électromagnétique
- Transformateur

Les composants sont dotés de 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

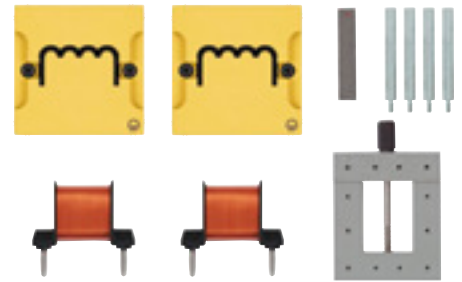
- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
4 de	510 54ET2	Barres magnétisables, jeu de 8
2	539 052	Porte-bobine, BST
1	590 83	Bobine à 500 spires, STE 2/50
1	590 84	Bobine à 1000 spires, STE 2/50
1	593 21	Noyau de transformateur, décomposable

539 074 | Électromagnétisme et induction, collection complémentaire BST

Rangement dans le plateau de la collection de base 539 070. Plateau de rangement supplémentaire 539 069 nécessaire en cas d'acquisition des trois autres collections complémentaires : 539 071, 539 072 et 539 073.)



### Bases de l'électronique, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits de base électroniques avec des résistances spéciales, des condensateurs, des diodes et des cellules solaires. Complément pour 539 070/539 072/539 073.

Thèmes :

- Thermistance et photorésistance
- La diode comme redresseur
- Caractéristique de diodes et diodes électroluminescentes
- Propriétés d'une cellule solaire
- Association en série et en parallèle de cellules solaires
- Courbe de charge et de décharge d'un condensateur

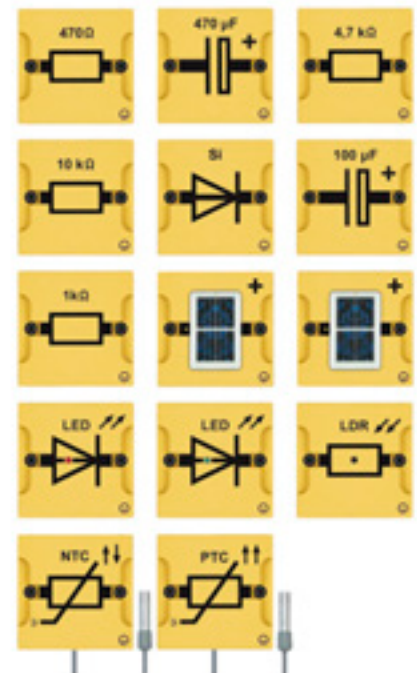
Les composants sont dotés de 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

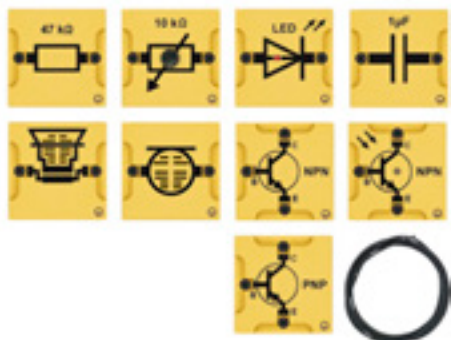
Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 010	Résistance 470 ohms, BST
1	539 011	Résistance 1 kohm, BST
1	539 012	Résistance 4,7 kohms, BST
1	539 013	Résistance 10 kohms, BST
1	539 020	Photorésistance LDR 05, BST
1	539 021	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, BST
1	539 022	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, BST
1	539 029	Condensateur électrolytique 100 µF, BST
1	539 030	Condensateur électrolytique 470 µF, BST
1	539 035	Diode 1N4007, BST
1	539 037	Diode électroluminescente rouge, BST
1	539 038	Diode électroluminescente verte, BST
2	539 042	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A, BST
1	539 069	Plateau de rangement, BST



539 075 | Bases de l'électronique, collection complémentaire BST

## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.1 COLLECTIONS BST



#### Électronique à transistors, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits électroniques à transistors et phototransistor avec des fibres optiques. Complément pour 539 070/539 073/539 075.

Thèmes :

- Propriété des transistors NPN et PNP
- Gain en courant et en tension
- Le transistor comme interrupteur
- Conduction de la lumière et atténuation dans les fibres optiques
- Propriétés d'un phototransistor
- La transmission du son par fibre optique

Les composants sont dotés de 2 ou 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 014	Résistance 47 kohms, BST
1	539 015	Rhéostat 10 kohms, BST
1	539 031	Condensateur 1 μF, BST
1	539 040	Diode électroluminescente pour fibres optiques, BST
1	539 043	Transistor NPN, BST
1	539 044	Transistor PNP, BST
1	539 047	Phototransistor pour fibres optiques, BST
1	539 049	Haut-parleur, BST
1	539 050	Microphone, BST
1	539 069	Plateau de rangement, BST
1	579 44	Fibres optiques, jeu de 2

539 076 | Électronique à transistors, collection complémentaire BST

#### Sécurité électrique, collection complémentaire BST

Pour la réalisation de circuits permettant d'étudier la sécurité électrique domestique. Complément pour les collections 539 070/539 072/539 074. Dans boîte de rangement.

Thèmes :

- Résistance du corps humain
- Comportement de coupure d'un fusible
- Protection par fusibles en cas de court-circuit
- Contact bipolaire
- Contact unipolaire
- Interrupteur d'éclairage et sécurité électrique
- Court-circuit à la masse, isolation de protection et conducteur de protection
- Séparation de sécurité, très basse tension de sécurité

Les composants sont dotés de douilles de sécurité (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	539 086	Modèle prise de courant, BST
1	539 087	Modèle fusible, BST
1	539 088	Consommateur avec boîtier, BST
1	539 089	Modèle corps humain, BST
1	539 090	Conducteurs PE, L, N, BST
1	648 03	Boîte de rangement S12-FN
4	648 04	Séparation ZW 12

539 080 | Sécurité électrique, collection complémentaire BST

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	502 04	Multiprise
1	539 081	Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST

### Raccords, collection de base BST

Pour la réalisation de circuits électriques conformément à des schémas de câblage à l'aide des composants électriques. Les composants sont dotés de douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000) et s'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'un composant : 80 mm x 80 mm x 38 mm

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
30	539 000	Cavalier, BST
4	539 001	Raccord droit, BST
2	539 002	Raccord droit avec douille, BST
3	539 003	Raccord droit avec 2 douilles, BST
8	539 004	Raccord angle à 90°, BST
2	539 005	Raccord angle à 90° avec douille, BST
2	539 006	Raccord dérivation en T, BST
3	539 007	Raccord dérivation en T avec douille, BST
2	539 069	Plateau de rangement, BST

539 077	Raccords, collection de base BST
---------	----------------------------------

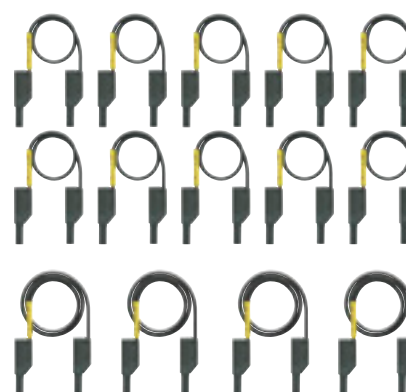
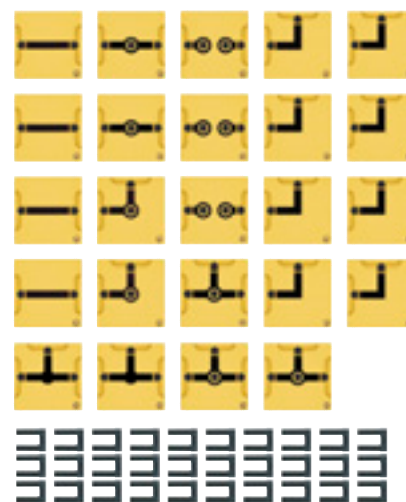
### Câbles de connexion, collection de base BST

Câbles d'expérimentation de sécurité pour la réalisation de circuits électriques avec les composants électriques BST.

Matériel livré :

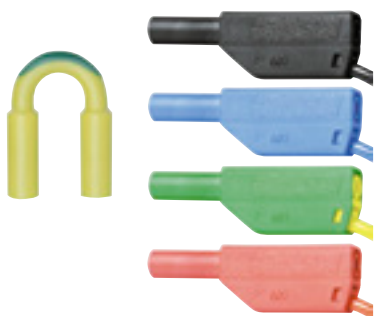
Quantité	N° de cat.	Désignation
10	500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir
4	500 614	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, noir
4	500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir

539 078	Câbles de connexion, collection de base BST
---------	---



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.1 COLLECTIONS BST



### Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST

Câbles d'expérimentation de sécurité pour le matériel « Sécurité électrique » rangé par composants ou par collection (539 080, 539 180S, 539 180B4 - 539 180B14)

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	500 591	Cavaliers de sécurité, verts/jaunes, jeu de 10
2	500 600	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, jaune/vert
1	500 601	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, rouge
3	500 602	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, bleu
3	500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir
2	500 622	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu
2	500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir
2	500 640	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, jaune/vert

539 081 Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	502 04	Multiprise

### 3.9.2 Composants BST

#### Support piles, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Avec deux piles (piles Baby CEI R14) (685 47ET5).

Caractéristiques techniques :

- Tension : 3 V
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 053 Support piles, BST



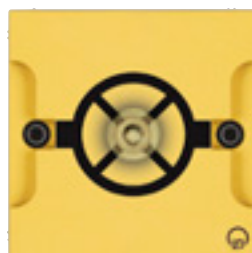
#### Douille pour lampe, culot E10, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 024 Douille pour lampe, culot E10, BST



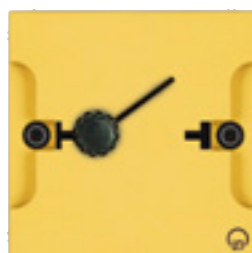
#### Interrupteur à bascule, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Fonctions de commutation : MARCHE - ARRÊT
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 025 Interrupteur à bascule, BST





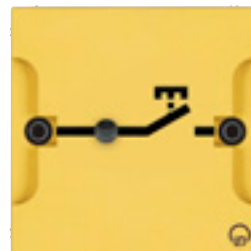
### Bouton-poussoir, contacteur, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Fonctions de commutation : MARCHE - ARRÊT
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 027 Bouton-poussoir, contacteur, BST



### Commutateur, BST

Composant avec 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Fonctions de commutation : MARCHE - ARRÊT / ARRÊT - MARCHE/Commutation
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

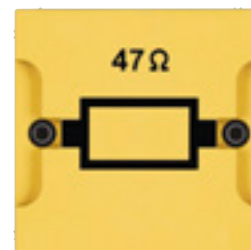
539 026 Commutateur, BST



### Résistances, BST

Composants avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers. S'utilisent sur le tableau magnétique. Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

N° de cat.	Résistance	Charge max.
539 008	0,047 kΩ	2 W
539 009	0,1 kΩ	2 W
539 010	0,47 kΩ	2 W
539 011	1 kΩ	2 W
539 012	4,7 kΩ	2 W
539 013	10 kΩ	0,5 W
539 014	47 kΩ	0,5 W



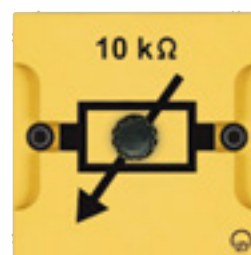
### Rhéostat 10 kohms, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Charge admissible : 4 W
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 015 Rhéostat 10 kohms, BST



### Potentiomètre 220 ohms, BST

Composant avec 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Charge admissible : 3 W
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 019 Potentiomètre 220 ohms, BST



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.2 COMPOSANTS BST



#### Photorésistance LDR 05, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Résistance sous éclairement : env. 200  $\Omega$
- Résistance dans l'obscurité : >100 k $\Omega$
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 020 | Photorésistance LDR 05, BST



#### Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Résistance pour 25 °C : 4,7 k $\Omega$
- Température max. : 150 °C
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 021 | Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, BST



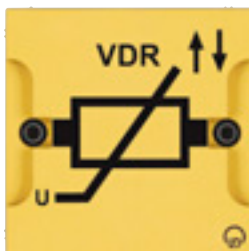
#### Sonde à thermistance CTP 30 ohms, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Résistance pour 25 °C : 30  $\Omega$
- Température max. : 150 °C
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 022 | Sonde à thermistance CTP 30 ohms, BST



#### Varistance VDR, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Tension caractéristique pour 1 mA (CC) : 6 à 11 V
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 023 | Varistance VDR, BST



#### Porte-bobine, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Permet d'enfiler une bobine (590 83 ou 590 84) et de construire un transformateur avec un deuxième porte-bobine.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

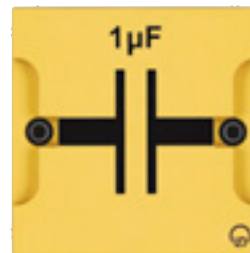
539 052 | Porte-bobine, BST

### Condensateurs, BST

Composants avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

- Tension max. : 40 V DC
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

N° de cat.	Capacité	Tolérance	Type
539 031	1 $\mu$ F	5 %	
539 029	100 $\mu$ F	20 %	Électrolyte
539 030	470 $\mu$ F	20 %	Électrolyte



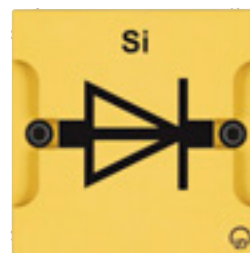
### Diode 1N4007, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Diode au silicium
- Tension inverse : 100 V
- Courant permanent : max. 1 A
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 035	Diode 1N4007, BST
---------	-------------------



### Diodes électroluminescentes, BST

Composants avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

- Courant max. : 20 mA
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

N° de cat.	Couleur
539 037	rouge
539 038	vert



### Diode électroluminescente pour fibres optiques, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde : 600 nm (rouge)
- $I_{max}$  : 45 mA
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 040	Diode électroluminescente pour fibres optiques, BST
---------	---



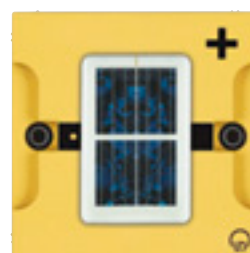
### Cellule solaire 0,5 V/0,3 A, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

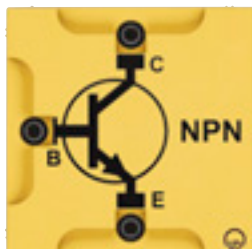
- Surface photosensible : 2,5 cm x 5 cm
- Tension à vide : 0,5 V
- Courant de court-circuit : 0,3 A
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 042	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A, BST
---------	----------------------------------



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.2 COMPOSANTS BST

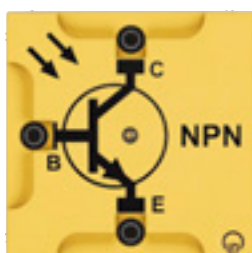


#### Transistors, BST

Composants avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilisent sur le tableau magnétique (301 301).

- Émetteur en bas
- Gain en courant : 40 ... 250
- Puissance dissipée : 2 W
- Courant max. : 1 A
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

N° de cat.	Type
539 043	NPN, BD 137
539 044	PNP, BD 138



#### Phototransistor pour fibres optiques, BST

Composant avec 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Transistor NPN, type SFH 350, émetteur en bas
- Photosensibilité : 400 à 1100 nm
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 047	Phototransistor pour fibres optiques, BST
---------	---



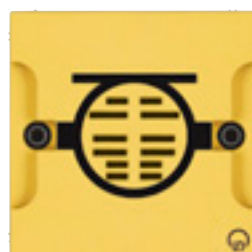
#### Haut-parleur, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Impédance : 8  $\Omega$
- Charge admissible : 0,2 W
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 049	Haut-parleur, BST
---------	-------------------



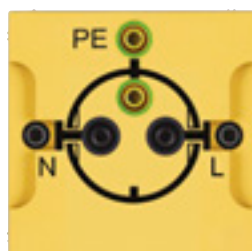
#### Microphone, BST

Capsule à électret dans composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 20 ... 20 000 Hz
- Sensibilité : 5 mV/Pa
- Impédance de sortie : 2,2 k $\Omega$
- Condensateur de couplage : 0,1 ... 4,7  $\mu$ F
- Alimentation : 1,5 ... 10 V CC / 0,5 mA
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 050	Microphone, BST
---------	-----------------



#### Modèle prise de courant, BST

Composant avec 6 douilles de sécurité pour le raccordement des conducteurs extérieur, neutre et de protection. S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Charge permanente :  $I_{max} = 5$  A
- Tension :  $U_{max} = 12$  V
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 086	Modèle prise de courant, BST
---------	------------------------------

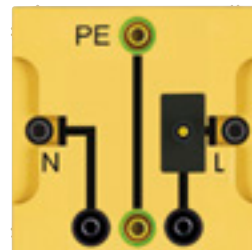
### Modèle fusible, BST

Composant avec 6 douilles de sécurité pour le raccordement des conducteurs extérieur, neutre et de protection. Coupe-circuit thermique dans le conducteur extérieur. S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Coupe-circuit :  $I = 1,2 \text{ A}$  thermique
- Tension :  $U_{\text{max}} = 12 \text{ V}$
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 087 | Modèle fusible, BST



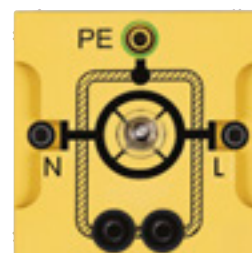
### Consommateur avec boîtier, BST

Composant avec 5 douilles de sécurité pour le raccordement des conducteurs extérieur, neutre et de protection et avec 2 douilles de sécurité sur le boîtier pour la simulation d'un court-circuit à la masse. Avec ampoule 12 V/6 W (505 22ET5). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Puissance :  $P = 6 \text{ W}$
- Tension :  $U_{\text{max}} = 12 \text{ V}$
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 088 | Consommateur avec boîtier, BST



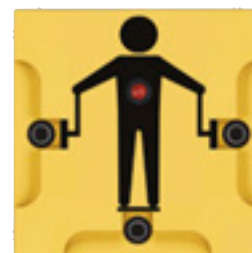
### Modèle corps humain, BST

Composant avec 3 douilles de sécurité et une diode électroluminescente pour la signalisation. Pour la simulation d'un choc électrique en cas de contact unipolaire ou bipolaire et de court-circuit à la masse. S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 089 | Modèle corps humain, BST



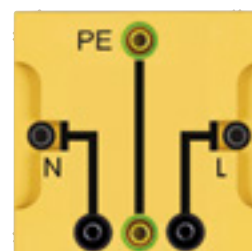
### Conducteurs PE, L, N, BST

Composant avec 6 douilles de sécurité pour le raccordement des conducteurs extérieur, neutre et de protection. S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Charge permanente :  $I_{\text{max}} = 5 \text{ A}$
- Tension :  $U_{\text{max}} = 12 \text{ V}$
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 090 | Conducteurs PE, L, N, BST



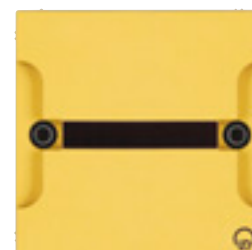
### Raccord droit, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 001 | Raccord droit, BST



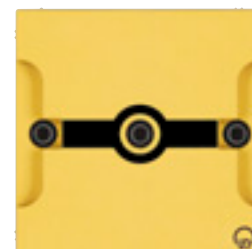
### Raccord droit avec douille, BST

Composant avec des douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Permet de raccorder par ex. un voltmètre dans le circuit électrique.

Caractéristiques techniques :

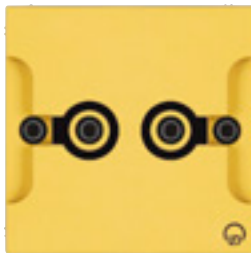
- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 002 | Raccord droit avec douille, BST



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.2 COMPOSANTS BST



#### Raccord droit avec 2 douilles, BST

Composant avec des douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Permet de raccorder par ex. un ampèremètre dans le circuit électrique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 003 Raccord droit avec 2 douilles, BST



#### Raccord angle à 90°, BST

Composant avec 2 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 004 Raccord angle à 90°, BST



#### Raccord angle à 90° avec douille, BST

Composant avec des douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Permet de raccorder par ex. un voltmètre dans le circuit électrique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 005 Raccord angle à 90° avec douille, BST



#### Raccord dérivation en T, BST

Composant avec 3 douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 006 Raccord dérivation en T, BST



#### Raccord dérivation en T avec douille, BST

Composant avec des douilles de sécurité pour câbles ou cavaliers (539 000). S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Permet de raccorder par ex. un voltmètre dans le circuit électrique.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 38 mm

539 007 Raccord dérivation en T avec douille, BST



#### Cavalier, BST

Pour l'assemblage direct de deux composants BST dans un circuit électrique.

Caractéristiques techniques :

- $I \leq 5 \text{ A}$
- Dimensions : 30 mm x 9 mm x 30 mm

539 000 Cavalier, BST

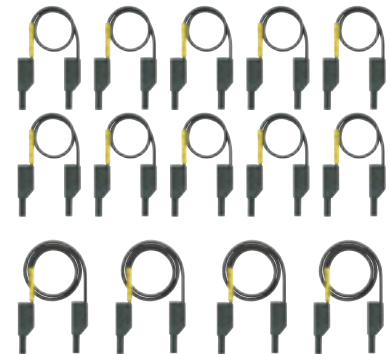
### Câbles de connexion, collection de base BST

Câbles d'expérimentation de sécurité pour la réalisation de circuits électriques avec les composants électriques BST.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
10	500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir
4	500 614	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, noir
4	500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir

539 078	Câbles de connexion, collection de base BST
---------	---



### Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST

Câbles d'expérimentation de sécurité pour le matériel « Sécurité électrique » rangé par composants ou par collection (539 080, 539 180S, 539 180B4 - 539 180B14)

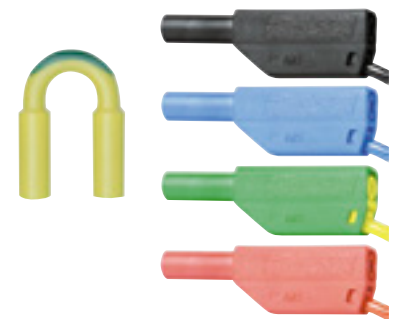
Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	500 591	Cavaliers de sécurité, verts/jaunes, jeu de 10
2	500 600	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, jaune/vert
1	500 601	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, rouge
3	500 602	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, bleu
3	500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir
2	500 622	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu
2	500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir
2	500 640	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, jaune/vert

539 081	Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST
---------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	502 04	Multiprise



## 3.9.3 Accessoires BST

### Connecteur adaptateur, BST

Pour fixer des éléments en plaque, par ex. une lame de contact BST (539 061ET10) et un bilame BST (539 062) ou des fils. Fixation dans une douille de sécurité d'un composant BST.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 40 mm x 20 mm x 45 mm

539 060	Connecteur adaptateur, BST
---------	----------------------------

### Conducteurs et isolants, BST, jeu

À fixer dans le connecteur adaptateur BST (539 060).

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : laiton, aluminium, polystyrène, papier bakéliné, plexiglas, bois
- Dimensions : 170 mm x 15 mm

539 063	Conducteurs et isolants, BST, jeu
---------	-----------------------------------



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.3 ACCESSOIRES BST



#### Ressort à lame, BST

À fixer dans le connecteur adaptateur BST (539 060). Pour réaliser par ex. un modèle de relais à lame de contact BST (539 061ET10).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 170 mm x 15 mm

539 064 Ressort à lame, BST

#### Lames de contact, BST, jeu de 10

Pour le montage d'interrupteurs à ressort à lame BST (539 064) ou de bilames (539 062). À fixer dans le connecteur adaptateur BST (539 060).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 130 mm x 15 mm

539 061ET10 Lames de contact, BST, jeu de 10

#### Bilame, BST

À fixer dans le connecteur adaptateur BST (539 060).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 170 mm x 12 mm

539 062 Bilame, BST

#### Électrodes, BST, paire

À utiliser dans la cuve BST (539 065).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : cuivre
- Dimensions : 78 mm x 26 mm

539 066 Électrodes, BST, paire

#### Cuve, BST

S'utilise sur le tableau magnétique (301 301). Pour des expériences d'électrochimie avec les électrodes BST (539 066).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 30 mm

539 065 Cuve, BST

#### Plaquette pour enroulement de fil

Pour la fixation mécanique et pour la connexion électrique des fils résistifs (550 35 à 550 51). En matériau réfractaire ; à bords crantés pour définir le nombre exact de spires, fixation du fil aux extrémités par des vis moletées.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du fil pouvant être enroulé : 2 m
- Nombre de spires : 25
- Connexion : par fiches de 4 mm
- Dimensions : 16,5 cm x 4 cm x 3,5 cm

567 18 Plaquette pour enroulement de fil





### Fils résistifs

Pour étudier l'influence du matériau, de la longueur et de la section du fil utilisé sur sa résistance électrique.

N° de cat.	Diamètre	Longueur	Section	Résistance spécifique	Matériau
550 35	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	0,6 Ω/m	Cuivre
550 39	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	0,4 Ω/m	Laiton
550 40	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	15,4 Ω/m	Constantan
550 41	0,25 mm	100 m	0,05 mm <sup>2</sup>	10,4 Ω/m	Constantan
550 361	0,3 mm	100 m	0,07 mm <sup>2</sup>	7,7 Ω/m	Constantan
550 42	0,35 mm	100 m	0,1 mm <sup>2</sup>	5 Ω/m	Constantan
550 43	0,4 mm	50 m	0,12 mm <sup>2</sup>	4 Ω/m	Constantan
550 44	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	2,5 Ω/m	Constantan
550 443	0,7 mm	20 m	0,4 mm <sup>2</sup>	1,3 Ω/m	Constantan
550 445	1 mm	20 m	0,8 mm <sup>2</sup>	0,6 Ω/m	Constantan
550 45	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	34,5 Ω/m	Chrome-nickel
550 46	0,25 mm	100 m	0,05 mm <sup>2</sup>	21,3 Ω/m	Chrome-nickel
550 47	0,35 mm	100 m	0,1 mm <sup>2</sup>	11 Ω/m	Chrome-nickel
550 48	0,4 mm	50 m	0,12 mm <sup>2</sup>	8,2 Ω/m	Chrome-nickel
550 49	0,5 mm	50 m	0,2 mm <sup>2</sup>	5,4 Ω/m	Chrome-nickel
550 51	0,2 mm	100 m	0,03 mm <sup>2</sup>	3,3 Ω/m	Fer



### Noyau de transformateur, décomposable

Adapté aux bobines (590 821 - 590 89) pour la réalisation de modèles d'applications électromagnétiques variés comme le transformateur, le générateur, le moteur, le relais, le compteur, etc.

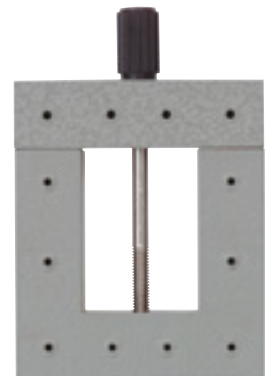
Caractéristiques techniques :

- Matériau : tôle feuilletée
- Section : 18 mm x 18 mm

Matériel livré :

- Noyau en U
- Joug
- Vis de serrage

593 21 Noyau de transformateur, décomposable



### Bobines

S'utilisent avec le porte-bobine, BST (539 052).

N° de cat.	Spires	L	R CC	I <sub>max</sub>
590 83	500	4,4 mH	4 Ω	1,1 A
590 84	1000	18 mH	18 Ω	0,5 A



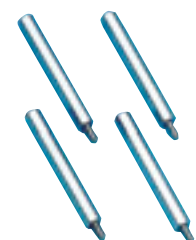
### Barres magnétisables, jeu de 8

Pour des expériences de magnétisation et de démagnétisation ainsi que pour mettre en évidence que les tronçons sont des dipôles magnétiques. Barres avec embouts mâle et femelle filetés permettant de les assembler.

Caractéristiques techniques :

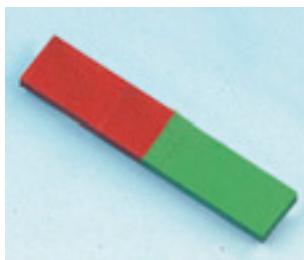
- Longueur : 60 mm, l'une

510 54ET2 Barres magnétisables, jeu de 8



## 3.9 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (BST)

### 3.9.3 ACCESSOIRES BST



#### Aimants droits, jeu de 2

En matériau magnétique AlNiCo, avec marquage du pôle nord en couleur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 mm x 13 mm x 5 mm

510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
-----------	--------------------------



#### Fibres optiques, jeu de 2

Pour des expériences fondamentales dans le domaine de l'opto-électronique avec les diodes émettrices et réceptrices.

Caractéristiques techniques :

- Fibre optique avec gaine  
Diamètre extérieur : 2,2 mm  
Diamètre intérieur : 1 mm  
Ouverture numérique  $A_n$  : 0,47
- Fibre optique sans gaine  
Diamètre extérieur : 2 mm  
Diamètre intérieur : env. 2 mm  
Ouverture numérique  $A_n$  : 0,50
- Longueur : 2 m
- Structure : à saut d'indice
- Matériau du cœur : plastique

579 44	Fibres optiques, jeu de 2
--------	---------------------------



#### Ampoules

S'utilisent avec la douille pour lampe, culot E10, BST (539 024).

N° de cat.	Désignation
505 11	Ampoules 2,5 V/0,25 W, E10, jeu de 10
505 15	Ampoules 6 V / 0,05 A, E10, jeu de 10

#### Pincès crocodile nues, jeu de 6

Pour raccorder des fiches de 4 mm à des fils nus ; uniquement pour des tensions très basses.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 mm

501 861	Pincès crocodile nues, jeu de 6
---------	---------------------------------



#### Piles de 1,5 V (Baby C), jeu de 5

Caractéristiques techniques :

- Tension : 1,5 V
- Type : CEI R14
- Dimensions : 50 mm x 25 mm

685 47ET5	Piles de 1,5 V (Baby C), jeu de 5
-----------	-----------------------------------



#### Plateau de rangement, BST

Pour le rangement de 15 composants BST ou de 12 composants BST avec accessoires.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 482 mm x 345 mm x 78 mm

539 069	Plateau de rangement, BST
---------	---------------------------

#### LIT: Électricité et électronique avec les composants BST, pour la démonstration, anglais

58 descriptions d'expériences à réaliser avec le système de composants BST, pour l'enseignant. Dans classeur. Toutes les descriptions d'expériences figurent également dans le livre « Expériences de démonstration Physique S1 » (539 501de).

Sujets traités :

- Circuit électrique simple
- Interrupteurs dans un circuit électrique
- Conducteurs et isolants
- Résistance électrique
- Condensateurs
- Applications de l'électromagnétisme
- Transformateurs
- Résistances spéciales
- Diodes à semi-conducteurs
- Cellule solaires
- Transistors
- Les transistors et leurs applications

539 506EN

LIT: Électricité et électronique avec les composants BST, pour la démonstration, anglais

#### LIT: Sécurité électrique domestique, anglais

12 expériences de démonstration avec le système de composants BST, 16 illustrations, 20 pages, A4.

Sujets traités :

- Système de câblage L, N, PE
- Protection par fusibles
- L'homme dans un circuit électrique
- Mesures de protection
- Installations électriques domestiques et sécurité

539 508EN

LIT: Sécurité électrique domestique, anglais



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.1 PLAQUES À RÉSEAU STE



## 3.10 Électricité/électronique (STE)

### 3.10.1 Plaques à réseau STE

#### Plaques à réseau STE

Les plaques à réseau constituent la base des montages expérimentaux avec les éléments enfichables. Elles permettent de réaliser des circuits électriques et électroniques pour la démonstration et les travaux pratiques.

Des douilles de 4 mm sont reliées électriquement dans les plaques pour ainsi former des zones de contact. Ces zones de contact sont constituées de 5 douilles disposées en croix sur une face et de 9 douilles disposées en carré sur l'autre face. L'intervalle entre les douilles extérieures aux zones de contact voisines est de 19 mm et de 50 mm entre les douilles centrales.

Il est possible de juxtaposer un nombre quelconque de plaques variable suivant la taille du montage expérimental à réaliser. Dans ce cas, l'intervalle est également de 19 mm et de 50 mm entre les zones de contact des plaques adjacentes.

N° de cat.	Dimensions	Zones de contact (en carré)	Zones de contact (en croix)	Remarque
576 74	DIN A4	24	24	
576 75	DIN A3	48	48	
580 10	DIN A2	96		
726 50		24		avec zones de contact additionnelles, à fixer dans un cadre de montage
726 54		96		à fixer dans un cadre de montage
576 71	100 mm x 50 mm	2		

#### Supports pour plaques STE, paire

Pour une disposition oblique ou verticale des plaques à réseau A4.

576 77	Supports pour plaques STE, paire
--------	----------------------------------

#### Support pour plaques enfichables STE

Pour la fixation des plaques à réseau A4/A3 (576 74/576 75) dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300) ou dans le cadre de montage (726 03) ; la plaque à réseau A2 (580 10) nécessite 2 supports.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 20 cm

301 320	Support pour plaques enfichables STE
---------	--------------------------------------

### 3.10.2 Commutateurs STE

#### Boutons-poussoirs STE

Manocontacts mécaniques à deux positions.

N° de cat.	Désignation
579 10	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/19
582 76	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/50
579 11	Bouton poussoir (rupteur), STE 2/19

### Interrupteurs à bascule STE

Interrupteurs mécaniques à deux positions.

N° de cat.	Désignation
579 13	Interrupteur à bascule, STE 2/19
582 79	Interrupteur à bascule, STE 2/50

### Commutateurs STE

Commutateurs mécaniques avec indication des positions sur le schéma fonctionnel.

N° de cat.	Désignation
582 81	Commutateur STE 4/50
579 15	Commutateur STE 2/50
579 14	Commutateur bipolaire, STE 4/50

### Programmateur à cames STE 4/19/50

Construction ouverte permettant d'enfiler les cames et de programmer des opérations de commutation périodiques. Plaque de base transparente avec deux disques à cames pour deux circuits de commande. Couplage possible par plusieurs programmeurs pour plus de deux circuits de commande.

Caractéristiques techniques :

- Fonctions de commutation : MARCHÉ - ARRÊT
- Temps de commutation : programmable
- Séquence : programmable
- 24 opérations de commutation par tour de poulie
- Tension de commutation : max. 24 V
- Puissance de commutation : max. 50 W
- Entraînement : manuel ou par moto-réducteur 579 36

Matériel livré :

- 36 cames calibrées
- 1 Accouplement avec poulie

579 18	Programmateur à cames STE 4/19/50
--------	-----------------------------------

### 3.10.3 Douilles de lampes STE

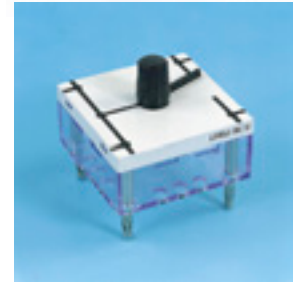
#### Douilles à vis E10 STE

N° de cat.	Désignation
579 06	Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19
582 70	Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/50
579 05	Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/19
582 72	Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/50

#### Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50

Avec boîtier. Raccordement de l'ampoule par deux fiches, boîtier métallique avec connexion par douille de 4 mm. Modèle d'appareil électrique avec boîtier pourvu d'un contact de protection pour des expériences sur la sécurité électrique.

582 73	Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50
--------	-------------------------------------



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.4 RÉSISTANCES LINÉAIRES STE

#### 3.10.4 Résistances linéaires STE

##### Résistances STE 2/19



N° de cat.	Résistance	Charge maximum	Tolérance
577 15	0,1 $\Omega$	2 W	5 %
577 16	0,22 $\Omega$	2 W	10 %
577 18	0,68 $\Omega$	2 W	10 %
577 19	1 $\Omega$	2 W	5 %
577 21	5,1 $\Omega$	2 W	5 %
577 20	10 $\Omega$	1,4 W	5 %
577 23	20 $\Omega$	2 W	5 %
577 24	22 $\Omega$	2 W	5 %
577 28	47 $\Omega$	2 W	5 %
577 30	62 $\Omega$	2 W	5 %
577 33	82 $\Omega$	2 W	5 %
577 32	100 $\Omega$	2 W	5 %
577 321	120 $\Omega$	0,5 W	2 %
577 34	150 $\Omega$	2 W	5 %
577 35	200 $\Omega$	2 W	5 %
577 36	220 $\Omega$	2 W	5 %
577 38	330 $\Omega$	2 W	5 %
577 40	470 $\Omega$	1,4 W	5 %
577 41	510 $\Omega$	1,4 W	5 %
577 42	680 $\Omega$	2 W	5 %
577 43	820 $\Omega$	2 W	5 %
577 44	1 k $\Omega$	2 W	5 %
577 45	1,2 k $\Omega$	2 W	5 %
577 46	1,5 k $\Omega$	2 W	5 %
577 47	1,8 k $\Omega$	2 W	5 %
577 48	2,2 k $\Omega$	2 W	5 %
577 486	2,7 k $\Omega$	2 W	5 %
577 50	3,3 k $\Omega$	2 W	5 %
577 51	3,9 k $\Omega$	2 W	5 %
577 52	4,7 k $\Omega$	2 W	5 %
577 53	5,6 k $\Omega$	2 W	5 %
577 55	6,8 k $\Omega$	2 W	5 %
577 56	10 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 58	15 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 59	20 k $\Omega$	0,5 W	5 %
577 60	22 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 606	27 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 61	33 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 62	39 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 087	40,2 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 64	47 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 657	68 k $\Omega$	0,5 W	1 %
577 096	80,6 k $\Omega$	0,5 W	1 %

N° de cat.	Résistance	Charge maximum	Tolérance
577 69	82 kΩ	0,5 W	1 %
577 68	100 kΩ	0,5 W	1 %
577 70	150 kΩ	0,5 W	1 %
577 71	220 kΩ	0,5 W	1 %
577 73	330 kΩ	0,5 W	1 %
577 74	470 kΩ	0,5 W	1 %
577 75	680 kΩ	0,5 W	1 %
577 76	1 MΩ	0,5 W	1 %
577 78	10 MΩ	0,5 W	2 %
577 00	100 MΩ	0,7 W	1 %
577 02	1 GΩ	0,5 W	5 %
577 03	10 GΩ	0,5 W	10 %

### Résistances STE 2/19 à charge admissible élevée

N° de cat.	Résistance	Charge maximum	Tolérance
577 201	10 Ω	10 W	10 %
577 293	56 Ω	11 W	5 %

### Résistances STE 2/50

N° de cat.	Résistance	Charge maximum	Tolérance
580 49	1 Ω	2 W	5 %
580 50	10 Ω	2 W	5 %
580 54	22 Ω	2 W	5 %
580 58	47 Ω	2 W	5 %
580 62	100 Ω	2 W	5 %
580 66	220 Ω	2 W	5 %
580 70	470 Ω	2 W	5 %
580 74	1 kΩ	2 W	5 %
580 76	1,5 kΩ	2 W	5 %
580 78	2,2 kΩ	2 W	5 %
580 82	4,7 kΩ	2 W	5 %
580 37	10 kΩ	0,5 W	1 %
580 90	22 kΩ	0,5 W	5 %
580 94	47 kΩ	0,5 W	5 %
580 40	100 kΩ	0,5 W	1 %
581 01	220 kΩ	0,5 W	5 %
581 04	470 kΩ	0,5 W	5 %
581 06	1 MΩ	0,5 W	5 %

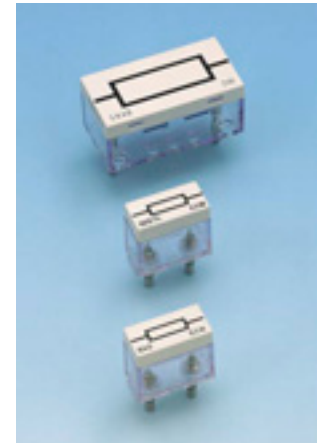
### Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50

Avec ouverture latérale pour l'introduction d'un thermomètre ou d'un capteur de sondes à thermistance CTN ou CTP.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'ouverture : 9 mm
- Profondeur de l'ouverture : 10 mm

581 65	Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50
--------	---



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.5 RHÉOSTATS/POTENTIOMÈTRES STE

#### 3.10.5 Rhéostats/Potentiomètres STE

##### Rhéostats STE 2/19

Réglables par mollette.



N° de cat.	Résistance	Charge max.
577 79	1 k $\Omega$	1 W
577 81	4,7 k $\Omega$	1 W
577 80	10 k $\Omega$	1 W
577 82	47 k $\Omega$	1 W
577 83	100 k $\Omega$	1 W
577 86	470 k $\Omega$	1 W

##### Rhéostats STE 2/50

Réglables par bouton tournant.



N° de cat.	Résistance	Charge max.
581 10	10 k $\Omega$	1 W
581 12	47 k $\Omega$	1 W
581 13	100 k $\Omega$	1 W
581 16	470 k $\Omega$	1 W

##### Potentiomètres STE 4/50

À réglage linéaire par bouton rotatif à index et échelle, utilisables comme résistances variables, diviseurs de tension et générateurs de tension alternative.



N° de cat.	Résistance	Charge max.
577 90	220 $\Omega$	3 W
577 91	470 $\Omega$	3 W
577 92	1 k $\Omega$	1 W
577 95	4,7 k $\Omega$	1 W
577 925	10 k $\Omega$	1 W
577 94	22 k $\Omega$	0,5 W
577 945	47 k $\Omega$	1 W
577 96	100 k $\Omega$	1 W
577 964	1 M $\Omega$	1 W



##### Potentiomètres STE 4/100

À réglage linéaire par bouton rotatif à index et échelle, utilisables comme résistances variables, diviseurs de tension et générateurs de tension alternative.

N° de cat.	Résistance	Charge max.
581 40	220 $\Omega$	3 W
581 42	1 k $\Omega$	1 W
581 46	100 k $\Omega$	1 W



##### Potentiomètre 1 kohm, 10 tours, STE 4/50

Réglage très fin et linéaire par bouton rotatif gradué et axe de 10 tours.

Caractéristiques techniques :

- Affichage de position : 0 ... 1000
- Ajustage blocable

577 93	Potentiomètre 1 kohm, 10 tours, STE 4/50
--------	--



### Décade de résistances 10 ohms...11,1 kohms, STE 4/50/100

Trois résistances réglables individuellement et linéairement par boutons rotatifs à index sur échelle à décades ; à utiliser séparément ou en association avec d'autres décades.

Caractéristiques techniques :

- Gammas de réglage
  - 0 ... 10 x 10  $\Omega$ , max. 200 mA
  - 0 ... 10 x 100  $\Omega$ , max. 65 mA
  - 0 ... 10 x 1 k $\Omega$ , max. 20 mA

577 97	Décade de résistances 10 ohms...11,1 kohms, STE 4/50/100
--------	--



### 3.10.6 Résistances non linéaires STE

#### Thermistances CTN 150 ohms, STE

Thermistances à coefficient de température négatif dont la valeur décroît quand la température augmente. Variation de la température par auto-échauffement.

- Résistance à 25 °C : 150  $\Omega$
- Résistance à 100 °C : 14  $\Omega$
- Puissance dissipée : max. 1,5 W

N° de cat.	Désignation
578 03	Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/19
581 54	Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/50



#### Thermistance CTP 150 ohms, STE 2/19

Thermistance à coefficient de température positif.

Caractéristiques techniques :

- Résistance à 25 °C : 150  $\Omega$

579 60	Thermistance CTP 150 ohms, STE 2/19
--------	-------------------------------------



#### Thermistances CTN 2,2 kohms, STE

Thermistances à coefficient de température négatif avec sonde saillante.

- Résistance à 25 °C : 2,2 k $\Omega$
- Résistance à 100 °C : 120  $\Omega$
- Puissance dissipée : 0,45 W
- Température : max. 150 °C

N° de cat.	Désignation
578 05	Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/19
581 57	Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/50



#### Thermistance CTP 100 ohms, STE 2/19

Résistance à coefficient de température positif avec sonde saillante.

Caractéristiques techniques :

- Résistance à 25 °C : 100  $\Omega$
- Température max. : 150 °C

578 07	Thermistance CTP 100 ohms, STE 2/19
--------	-------------------------------------



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.6 RÉISTANCES NON LINÉAIRES STE



#### Sondes à thermistance CTN 4,7 kohms, STE

Thermistance CTN dans une sonde rattachée à un élément enfichable par un câble d'env. 40 cm de long ; boîtier avec orifices pour le rangement de la sonde.

- Résistance à 25 °C : 4,7 k $\Omega$
- Résistance à 100 °C : 280  $\Omega$
- Puissance dissipée : max. 0,5 W
- Température : max. 150 °C

N° de cat.	Désignation
578 04	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/19
581 55	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/50



#### Sondes à thermistance CTP 30 ohms, STE

Thermistance CTP dans une sonde rattachée à un élément enfichable par un câble d'env. 40 cm de long. Boîtier avec orifices pour le rangement de la sonde.

- Résistance à 25 °C : 30  $\Omega$
- Résistance à 100 °C : >10 k $\Omega$
- Puissance dissipée : max. 1 W
- Température : max. 150 °C

N° de cat.	Désignation
578 06	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/19
581 59	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/50



#### Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50

Avec ouverture latérale pour l'introduction d'un thermomètre ou d'un capteur de sondes à thermistance CTN ou CTP.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de l'ouverture : 9 mm
- Profondeur de l'ouverture : 10 mm

581 65	Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50
--------	---



#### Varistance VDR STE 2/19

Résistance dont la valeur varie avec la tension appliquée à ses bornes. La résistance diminue lorsque la tension augmente.

Caractéristiques techniques :

- Tension caractéristique pour 1 mA CC : 8,2 V  $\pm$ 30 %

578 00	Varistance VDR STE 2/19
--------	-------------------------



#### Photorésistance LDR 05, STE

Photorésistance au sulfure de cadmium (CdS) dont la résistance diminue quand l'éclairage augmente. Boîtier avec écran contre la lumière environnante et fenêtre latérale d'éclairage.

- Résistance sous éclairage : env. 100  $\Omega$
- Résistance dans l'obscurité : env. 10 M $\Omega$
- Puissance dissipée : max. 0,2 W

N° de cat.	Désignation
578 02	Photorésistance LDR 05, STE 2/19
581 53	Photorésistance LDR 05, STE 2/50

### 3.10.7 Condensateurs STE

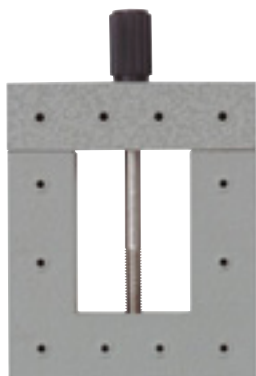
#### Condensateurs STE 2/19

N° de cat.	Capacité	Tolérance	Tension max. admissible
578 182	4,7 pF	10 %	500 V
578 19	10 pF	20 %	160 V
578 20	22 pF	20 %	160 V
578 21	47 pF	20 %	160 V
578 22	100 pF	20 %	630 V
578 23	220 pF	20 %	160 V
578 24	470 pF	20 %	160 V
578 25	1 nF	20 %	160 V
578 252	1,5 nF	10 %	100 V
578 26	2,2 nF	20 %	160 V
578 262	3,3 nF	10 %	100 V
578 27	4,7 nF	5 %	100 V
578 28	10 nF	20 %	100 V
578 10	10 nF	5 %	250 V
578 09	22 nF	20 %	100 V
578 11	47 nF	5 %	100 V
578 31	0,1 $\mu$ F	20 %	100 V
578 13	0,22 $\mu$ F	5 %	250 V
578 33	0,47 $\mu$ F	20 %	100 V
578 35	1 $\mu$ F	20 %	100 V
578 15	1 $\mu$ F	5 %	100 V
578 36	2,2 $\mu$ F	5 %	63 V
578 16	4,7 $\mu$ F	5 %	63 V
578 37	10 $\mu$ F électrolytique	20 %	35 V
578 34	22 $\mu$ F électrolytique	20 %	16 V
578 38	47 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V
578 39	100 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V
578 392	100 $\mu$ F électrolytique bipolaire	20 %	40 V
578 41	220 $\mu$ F électrolytique bipolaire	20 %	16 V
578 40	470 $\mu$ F électrolytique	20 %	16 V



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.8 BOBINES, NOYAUX DE FER ET DE TRANSFORMATEUR STE



#### Condensateurs STE 2/50

N° de cat.	Capacité	Tolérance	Tension max. admissible
581 81	0,1 $\mu$ F	20 %	100 V
581 83	0,47 $\mu$ F	20 %	250 V
581 85	1 $\mu$ F	5 %	63 V
581 86	4,7 $\mu$ F	5 %	63 V
578 12	10 $\mu$ F	5 %	100 V
581 87	10 $\mu$ F électrolytique	20 %	63 V
581 88	47 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V
581 89	100 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V
581 90	470 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V
578 42	1000 $\mu$ F électrolytique	20 %	40 V

#### Condensateur variable 500 pF, STE 4/50

Avec bouton rotatif à index et échelle ; obtention de circuits oscillants accordables par assemblage avec la bobine haute fréquence.

578 95	Condensateur variable 500 pF, STE 4/50
--------	--

### 3.10.8 Bobines, noyaux de fer et de transformateur STE

#### Noyau de transformateur, décomposable

Adapté aux bobines (590 821 - 590 89) pour la réalisation de modèles d'applications électromagnétiques variés comme le transformateur, le générateur, le moteur, le relais, le compteur, etc.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : tôle feuilletée
- Section : 18 mm x 18 mm

Matériel livré :

- Noyau en U
- Joug
- Vis de serrage

593 21	Noyau de transformateur, décomposable
--------	---------------------------------------

#### Noyau de fer

Noyau en fer massif, nickelé, convient pour les bobines (590 821 - 590 89).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 55 mm x 18 mm x 18 mm

590 85	Noyau de fer
--------	--------------

#### Noyau de fer, décomposable

Adapté aux bobines (590 821 - 590 89) pour la réalisation d'un transformateur triphasé ; seulement pour très basses tensions.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : tôle feuilletée
- Section : 18 mm x 18 mm
- Dimensions : 120 mm x 210 mm x 18 mm

Matériel livré :

2 noyaux de fer  
2 vis de serrage

593 22	Noyau de fer, décomposable
--------	----------------------------

### Bobines STE 2/50

N° de cat.	Spires	L	I <sub>max</sub>	R CC
590 86	50	0,04 mH	7,1 A	0,1 Ω
590 821	250	1,1 mH	2,9 A	0,6 Ω
590 89	300	1,6 mH	1,9 A	1,4 Ω
590 83	500	4,4 mH	1,1 A	4 Ω
590 84	1000	18 mH	0,5 A	18 Ω



### 3.10.9 Composants électromagnétiques STE

#### Support enfichable STE

Pour la fixation d'éléments en plaque jusqu'à 2,5 mm d'épaisseur comme par ex. le ressort à lame, la plaque de contact et le bilame.

Caractéristiques techniques :

- Élément enfichable : 2/15,5

579 331 Support enfichable STE



#### Ressort à lame, plaque de contact et bilame

Pour réaliser des modèles de circuits électriques, par ex. un relais, et pour mettre en évidence le mode de fonctionnement d'un bilame.

Caractéristiques techniques :

- Ressort à lame  
Matériau : acier  
Dimensions : 12,5 cm x 1,5 cm
- Plaque de contact  
Matériau : cuivre  
Dimensions : 6 cm x 1,5 cm
- Bilame  
Dimensions : 12,5 cm x 2,5 cm x 0,4 mm

579 332ET Ressort à lame, plaque de contact et bilame



#### Palette vibrante STE 2/50

Pour la réalisation de montages modèles d'un rupteur électromécanique. À utiliser sur la plaque pour sonnette et relais (561 071) ou sur la plaque à réseau (576 74).

Caractéristiques techniques :

- Surfaces de contact : 3
- Connexion : fiches de 4 mm
- Écartement des fiches : 50 mm
- Longueur : 225 mm

579 31 Palette vibrante STE 2/50



#### Contact de réglage STE 2/19

Contact réglable dans boîtier transparent à utiliser sur la plaque pour sonnette et relais (561 071) et sur la plaque à réseau (576 74).

Caractéristiques techniques :

- Connexion : fiches de 4 mm
- Écartement des fiches : 19 mm
- Dimensions : 6,5 cm x 4,5 cm x 1,6 cm

579 30 Contact de réglage STE 2/19



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.9 COMPOSANTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES STE



#### Timbre pour sonnette

À utiliser sur la plaque pour sonnette et relais (561 071) ou sur la plaque à réseau (576 74).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 7 cm
- Diamètre des fiches : 4 mm

579 32	Timbre pour sonnette
--------	----------------------



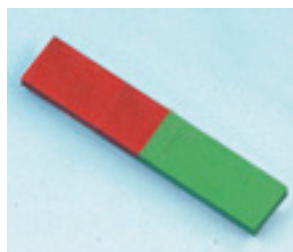
#### Support tournant

Support enfichable avec plateau tournant et 2 ressorts de serrage pour la fixation d'éléments circulaires ou plats.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des fiches : 4 mm
- Ouverture des ressorts : 4 ... 10 mm

510 51	Support tournant
--------	------------------



#### Aimants droits, jeu de 2

En matériau magnétique AlNiCo, avec marquage du pôle nord en couleur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 mm x 13 mm x 5 mm

510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
-----------	--------------------------



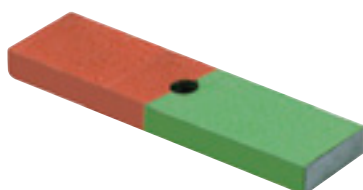
#### Roulement à billes

Version métallique enfichable avec arbre et filetage intérieur pour la fixation de l'aimant perforé (510 15).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Diamètre de l'arbre : 5 mm

342 43	Roulement à billes
--------	--------------------



#### Aimant perforé à pôles en couleur

À suspendre ou à enficher sur le roulement à billes (342 43), convient également pour les bobines (590 83/84) destinées aux expériences sur l'induction.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 70 mm x 19 mm x 6 mm

510 17	Aimant perforé à pôles en couleur
--------	-----------------------------------

## 3.10.10 Appareils électromagnétiques STE

### Relais avec commutateur STE

Interrupteurs électromagnétiques avec deux positions de commutation pour les circuits électriques de travail et de repos.

- Tension de commande : 4 ... 16 V CC
- Résistance de la bobine : env. 150 Ω
- Fonctions de commutation :  
MARCHE - ARRÊT, ARRÊT - MARCHE  
Commutation
- Puissance de commutation : max. 50 VA

N° de cat.	Désignation
579 21	Relais avec commutateur, STE 4/50
582 60	Relais avec commutateur, STE 4/100



### Transformateurs STE

N° de cat.	Désignation
578 89	Transformateur BF 1:1, 40 mW, STE 4/50
578 87	Transformateur à noyau de ferrite HF 1:2, STE 4/50
578 88	Transformateur d'impulsions 1:1, 400 mW, STE 4/50



### 3.10.11 Électromoteurs et générateurs STE

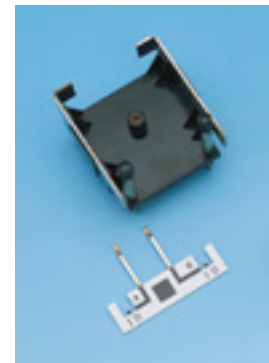
#### Stator STE 4/50

Élément enfichable ouvert avec coussinet de pivotement, deux supports de porte-balais et deux pièces polaires pour la réalisation de modèles électriques de générateurs et de moteurs. Le champ statorique peut être généré par un aimant droit ou une bobine.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'élément enfichable : 4/50
- Raccord : 2/50

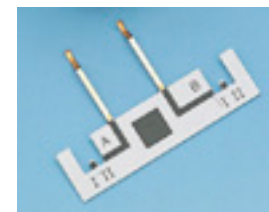
579 45 Stator STE 4/50



#### Couronne porte-balais STE

Balai bipolaire pour la connexion électrique du rotor bobiné aux circuits sur la plaque à réseau (576 74). La couronne porte-balais coulissante permet le raccordement au collecteur ou au commutateur.

579 47 Couronne porte-balais STE



#### Rotor bobiné STE

Rotor bipolaire avec plaque de connexion du collecteur ou du commutateur, axe enfichable et poulie permettant de monter des moteurs à courant continu ou alternatif dans le stator (579 45).

Caractéristiques techniques :

- 2 enroulements : 350 spires l'un
- Résistance des bobines : 8,5 Ω
- Tension de service : max. 12 V

579 46 Rotor bobiné STE



#### Rotor aimanté STE

Rotor avec aimant droit d'AINiCo incorporé, axe enfichable et poulie, pour l'installation dans le stator (579 45).

579 48 Rotor aimanté STE

#### Moteur CC et génératrice tachymétrique, STE 4/19/50

Moteur à courant continu avec rotor sans fer à faible mouvement d'inertie, avec tambour à câble et poulie à pas de vis fixés sur l'arbre moteur. Utilisable comme moteur d'entraînement, génératrice tachymétrique et excitateur mécanique.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 0,3 ... 16 V CC
- Consommation : 0,01 ... 0,5 A
- Puissance permanente : 4,5 W
- Plage de régime : 30 ... 5500 tr/min
- Tension tachymétrique : 2,5 ... 3,5 mV/(tr/min)
- Raccords électriques : 2 fiches et deux douilles de 4 mm
- Dimensions de l'élément enfichable : 4/19/50

579 43 Moteur CC et génératrice tachymétrique, STE 4/19/50



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.11 ÉLECTROMOTEURS ET GÉNÉRATEURS STE



#### Moteur avec levier oscillant, STE 2/19

Moteur CC pour l'excitation d'oscillations mécaniques avec le pendule ou d'ondes mécaniques avec une corde élastique ou un ressort à boudin.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : max. 3 V~
- Longueur du levier oscillant : 3 cm
- Dimensions de l'élément enfichable : 2/19

579 42 Moteur avec levier oscillant, STE 2/19



#### Micromoteur STE 2/19

Micromoteur avec engrenage réducteur solidaire et poulie pour la mise en évidence mécanique de faibles valeurs de la tension et du courant provenant par ex. d'une cellule photoélectrique ou d'une pile à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 0,5 ... 1,5 V CC
- Rapport de démultiplication : 40:1
- Dimensions de l'élément enfichable : 2/19

579 37 Micromoteur STE 2/19



#### Moteur CC avec réducteur, STE 4/19/50

Moteur à courant continu avec engrenage réducteur démontable à quatre étages, tambour à câble et poulie ; moteur à usage polyvalent pour l'étude des caractéristiques physiques et techniques ainsi que comme moteur d'entraînement par ex. pour un programmeur à cames (579 18).

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 2 à 16 V CC
- Puissance permanente : 4 W
- Vitesse de rotation du moteur : 700 à 12 000 tr/min
- Rapports d'engrenage : 3:1, 4:1, 5:1, 6:1
- Rapports de démultiplication : 3:1 ... 360:1
- Dimensions de l'élément enfichable : 4/19/50

579 36 Moteur CC avec réducteur, STE 4/19/50



#### Pompe à eau STE 2/50

Pompe puissante pour l'acheminement de l'eau, par ex. pour le capteur solaire. Non auto-amorçante.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : jusqu'à 10 V CC
- Consommation : max. 2,2 A
- Débit : max. 2200 ml/min
- Hauteur de refoulement : >2 m
- Température admissible du liquide pompé : max. 60 °C
- Raccords de tuyauterie : 6 mm Ø, l'un
- Écartement des fiches : 50 mm

579 220 Pompe à eau STE 2/50



## 3.10.12 Composants opto-électroniques STE

### Diodes électroluminescentes STE

Diodes à émission verticale ou latérale.

N° de cat.	Désignation
578 57	Diode électroluminescente verte, STE 2/19
578 47	Diode électroluminescente jaune, STE 2/19
578 48	Diode électroluminescente rouge, STE 2/19
578 58	Diode électroluminescente rouge, émission latérale, STE 2/19
578 43	Diode électroluminescente rouge, 220 ohms, STE 2/19
578 49	Diode infrarouge, émission latérale, STE 2/19
582 17	Diode électroluminescente verte, STE 2/50
581 98	Diode électroluminescente rouge, STE 2/50



### Cellule solaire STE 2/19

Cellule solaire au silicium avec écran contre la lumière environnante et fenêtre latérale d'éclaircissement.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 1,8 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide : 0,5 V
- Courant de court-circuit : 13 mA

578 62	Cellule solaire STE 2/19
--------	--------------------------

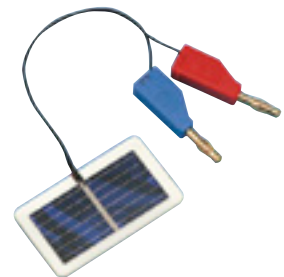
### Cellule solaire 0,5 V/0,3 A

Élément semi-conducteur au silicium pour la transformation du rayonnement solaire en électricité.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 2,5 cm x 5 cm (12,5 cm<sup>2</sup>)
- Tension à vide : 0,5 V
- Courant de court-circuit : 0,3 A

578 622	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A
---------	-----------------------------



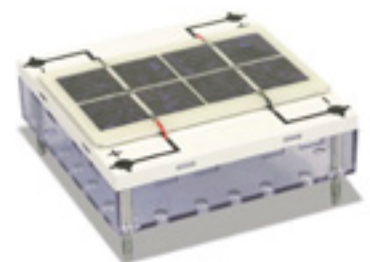
### Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100

Avec quatre cellules solaires au silicium branchées deux par deux, en série ; pour transformer la lumière solaire en électricité.

Caractéristiques techniques :

- Surface totale photosensible : 50 cm<sup>2</sup>
- Tension à vide par paire de cellules solaires : 1 V
- Courant de court-circuit par paire de cellules solaires : 0,3 A
- Montage externe en série : 2 V/0,3 A
- Montage externe en parallèle : 1 V/0,6 A

578 63	Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100
--------	--------------------------------------



### Panneau solaire 4,5 V/0,1 A

Pour transformer la lumière solaire en électricité. Avec câbles de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : 4,5 V
- Courant max. : 100 mA
- Puissance max. : 250 mW
- Câble de raccordement : avec fiche de 2 mm
- Dimensions : 95 mm x 65 mm x 10 mm
- Masse : 70 g

578 623	Panneau solaire 4,5 V/0,1 A
---------	-----------------------------



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.12 COMPOSANTS OPTO-ÉLECTRONIQUES STE



#### Phototransistor STE 2/19

Sans base, peut servir d'interrupteur photosensible dans les barrières lumineuses ; éclairage par le haut.

Caractéristiques techniques :

- Photosensibilité : 420 ... 1130 nm, maximum à 85 nm
- Tension de service : max. 35 V
- Courant : max. 50 mA
- Puissance dissipée : max. 200 mW

578 611	Phototransistor STE 2/19
---------	--------------------------



#### Phototransistor, latéral, STE 2/19

Sans base, peut servir d'interrupteur photosensible dans les barrières lumineuses ; fenêtre d'éclairage latérale.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : max. 32 V
- Courant : max. 100 mA
- Puissance dissipée : max. 300 mW

578 61	Phototransistor, latéral, STE 2/19
--------	------------------------------------



#### Diodes électroluminescentes pour fibre optique, STE

Diodes émettrices de forme spéciale pour l'insertion de la fibre optique (579 44). La lentille intégrée et la mise au point prédéfinie par la forme permettent une puissance de couplage élevée avec la fibre optique.

- Longueur d'onde :  $660 \pm 25$  nm (rouge)
- Puissance de couplage : 200  $\mu$ W

N° de cat.	Désignation
578 483	Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/19
581 998	Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/50



#### Diodes infrarouges pour fibre optique, STE

Diodes émettrices de forme spéciale pour l'insertion de la fibre optique (579 44). La lentille intégrée et la mise au point prédéfinie par la forme permettent une puissance de couplage élevée avec la fibre optique.

- Longueur d'onde :  $950 \pm 20$  nm (infrarouge)

N° de cat.	Désignation
578 487	Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/19
581 999	Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/50



#### Photodiodes pour fibre optique, STE

Pour l'étude des caractéristiques électriques en fonction de l'éclairage. Diode de forme spéciale pour l'insertion de la fibre optique (579 44), susceptible d'être éclairée par les diodes émettrices (578 487/578 483).

- Photosensibilité : max. pour 850 nm
- Domaine spectral : 400 ... 1100 nm
- Tension inverse : 30 V
- Puissance dissipée : max. 100 mW

N° de cat.	Désignation
578 615	Photodiode pour fibre optique, STE 2/19
581 995	Photodiode pour fibre optique, STE 2/50

### Phototransistors pour fibre optique, STE

Transistors récepteurs de forme spéciale pour l'insertion de la fibre optique (579 44). La lentille intégrée et la mise au point prédéfinie par la forme permettent une puissance de couplage élevée avec la fibre optique.

- Photosensibilité : max. pour 850 nm
- Domaine spectral : 400 ... 1100 nm
- Courant  $I_C$  : max. 50 mA
- Tension  $U_{CE}$  : max. 50 V
- Puissance dissipée  $P_{TOT}$  : max. 200 mW

N° de cat.	Désignation
578 613	Phototransistor pour fibre optique, STE 4/50
581 997	Phototransistor pour fibre optique, STE 4/100
578 612	Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/19
581 996	Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/50



### Fibres optiques, jeu de 2

Pour des expériences fondamentales dans le domaine de l'opto-électronique avec les diodes émettrices et réceptrices.

Caractéristiques techniques :

- Fibre optique avec gaine  
Diamètre extérieur : 2,2 mm  
Diamètre intérieur : 1 mm  
Ouverture numérique  $A_n$  : 0,47
- Fibre optique sans gaine  
Diamètre extérieur : 2 mm  
Diamètre intérieur : env. 2 mm  
Ouverture numérique  $A_n$  : 0,50
- Longueur : 2 m
- Structure : à saut d'indice
- Matériau du cœur : plastique

579 44	Fibres optiques, jeu de 2
--------	---------------------------



### Barrières lumineuses en U STE

Éléments enfichables pour la réalisation d'expériences permettant d'étudier le fonctionnement et l'utilisation d'une barrière lumineuse.

- Ouverture du U : 4 mm
- Émetteur : diode infrarouge  
Courant direct : max. 50 mA
- Récepteur : phototransistor NPN  
Puissance dissipée : max 100 mW
- Tension d'alimentation : 5 V CC

N° de cat.	Désignation
578 835	Barrière lumineuse en U, STE 4/50
582 51	Barrière lumineuse en U STE 4/100



### Support pour éléments enfichables

Avec tige pour la fixation sur un banc d'optique ou pour l'utilisation avec du matériel support ; convient pour les éléments enfichables 2/19 ou 2/50 ou d'autres éléments pourvus de fiches espacées de 19 mm et de 50 mm.

Caractéristiques techniques :

- Raccords : six douilles de 4 mm (deux groupes de trois)
- Courant max. : env. 10 A
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 21	Support pour éléments enfichables
--------	-----------------------------------



### 3.10.13 Diodes, diodes Zener, ponts redresseurs STE

#### Diodes STE



N° de cat.	Désignation	Matériau	Tension inverse	Courant permanent max.	Remarque
578 50	Diode AA 118, germanium, STE 2/19	Ge	90 V	50 mA	pour HF
578 51	Diode 1N 4007, STE 2/19	Si	100 V	1 A	
578 60	Diode SKN 2,5/0,8, STE 2/19	Si	800 V	2,5 A	
578 44	Diode BY 255, STE 2/19	Si	1300 V	3 A	
582 06	Diode AA 118, germanium, STE 2/50	Ge	90 V	50 mA	pour HF
582 07	Diode 1N 4007, STE 2/50	Si	100 V	1 A	

#### Pont redresseur B250/C3700, STE 4/50

Redresseur double alternance de puissance en montage en pont de Graëtz.

Caractéristiques techniques :

- Tension inverse : 250 V
- Courant permanent : max. 2,2 A

578 92	Pont redresseur B250/C3700, STE 4/50
--------	--------------------------------------

#### Diodes Zener STE

- Puissance dissipée : max. 0,5 W ou 2 W

N° de cat.	Désignation
578 53	Diode Zener 3,3, STE 2/19
578 45	Diode Zener 3,9, 2 W, STE 2/19
578 553	Diode Zener 5,6, STE 2/19
578 55	Diode Zener 6,2, STE 2/19
578 46	Diode Zener 6,2, 2 W, STE 2/19
578 554	Diode Zener 8,2, STE 2/19
578 54	Diode Zener 9,1, STE 2/19
578 56	Diode Zener 18, STE 2/19
582 11	Diode Zener 6,2, STE 2/50
582 10	Diode Zener 9,1, STE 2/50

### 3.10.14 Transistors STE

#### Transistors STE

N° de cat.	Désignation	Gain en courant	Puissance dissipée
578 69	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/50	420 ... 800	0,5 W
578 71	Transistor BC 550, NPN, ém. haut, STE 4/50	420 ... 800	0,5 W
578 70	Transistor BC 560, PNP, ém. bas, STE 4/50	420 ... 800	0,5 W
578 72	Transistor BC 560, PNP, ém. haut, STE 4/50	420 ... 800	0,5 W
578 761	Transistor BC 160, PNP, ém. bas, STE 4/50	100 ... 250	3,7 W
578 76	Transistor BC 140, NPN, ém. bas, STE 4/50	100 ... 250	3,7 W
578 65	Transistor BD 130, NPN, ém. bas, STE 4/50	50 ... 100	5 W
578 67	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/50	40 ... 250	5 W
578 68	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/50	40 ... 250	5 W
578 74	Transistor BD 138, PNP, ém. haut, STE 4/50	40 ... 250	5 W
582 25	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/100	420 ... 800	0,5 W
582 28	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/100	40 ... 250	8 W
582 29	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/100	40 ... 250	8 W



#### Transistor (à effet de champ) BF 244, STE 4/50

Caractéristiques techniques :

- FET à canal N
- Puissance dissipée max. : 300 mW
- Applications : étages d'entrée à haute impédance

578 77	Transistor (à effet de champ) BF 244, STE 4/50
--------	--

#### Transistors de Darlington STE

- Combinaison de transistors NPN
- Gain en courant : env. 200
- Puissance dissipée : max. 3 W
- Applications : interrupteur à détecteur

N° de cat.	Désignation
578 78	Transistor (Darlington) TIP 162, STE 4/50
582 30	Transistor (Darlington) TIP162, STE 4/100

#### Transistor (MOSFET) BUZ 73, STE 4/50

Transistor MOSFET (à effet de champ à grille isolée) de puissance.

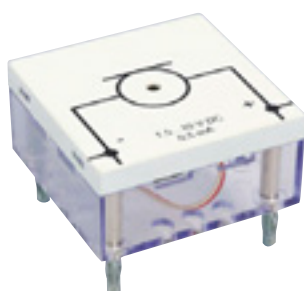
Caractéristiques techniques :

- $R_{DSon} : 0,4 \Omega$
- Tension de grille :  $\pm 20 V_{max}$
- Tension de drain :  $200 V_{max}$
- Puissance dissipée :  $2 W_{max}$

578 755	Transistor (MOSFET) BUZ 73, STE 4/50
---------	--------------------------------------

## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.15 AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS STE



### 3.10.15 Amplificateurs opérationnels STE

#### Amplificateurs opérationnels STE

- Tension de service :  $\pm 15$  V CC

N° de cat.	Désignation	Courant de sortie
578 85	Amplificateur opérationnel LM 741, STE 4/50	15 mA
578 86	Amplificateur opérationnel (de puissance), STE 4/50	3,5 A temporairement

#### Thyristors STE

Peuvent servir de redresseurs pilotables, de disjoncteurs à tension nulle et dans les circuits à découpage de phases.

- Courant direct : 8 A

N° de cat.	Désignation
578 79	Thyristor TYN 1012, STE 4/50
582 41	Thyristor TYN 1012, STE 4/100

#### Diac D 3202 Y, STE 2/19

Pour commande par découpage de phase en combinaison avec un triac.

Caractéristiques techniques :

- Tension de claquage : 32 V  $\pm$  4 V
- Puissance dissipée : max. 300 mW

578 59	Diac D 3202 Y, STE 2/19
--------	-------------------------

#### Triacs STE

Avec un diac, servent à la commande par découpage de phase ainsi que de contacteurs pilotés à courant alternatif.

- Courant direct : 3 A

N° de cat.	Désignation
578 811	Triac BT 137/800, STE 4/50
582 43	Triac BT 137/800, STE 4/100

### 3.10.16 Technique des télécommunications STE

#### Microphone STE 4/50

Capsule à électret, plaque couvercle perforée pour la capture du son.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 20 ... 20 000 Hz
- Sensibilité : 5 mV/Pa
- Impédance de sortie : 2,2 k $\Omega$
- Condensateur de couplage : 0,1 ... 4,7  $\mu$ F
- Alimentation : 1,5 ... 10 V CC / 0,5 mA

579 271	Microphone STE 4/50
---------	---------------------

### Haut-parleur avec transducteur, STE 4/50

Haut-parleur dynamique à aimant permanent de petite taille avec transducteur en amont pour l'augmentation de l'impédance de couplage. Plaque couvercle avec fente pour la sortie du son.

Caractéristiques techniques :

- Impédance de couplage : 800  $\Omega$
- Puissance : 0,2 W

579 28 Haut-parleur avec transducteur, STE 4/50



### Écouteur

Avec câble et fiches.

Caractéristiques techniques :

- Impédance : 1 k $\Omega$
- Longueur du câble : 40 cm
- Fiches : 4 mm  $\varnothing$

579 29 Écouteur



### Circuits oscillants LC à ondes moyennes, STE

Bobine haute fréquence et condensateur variable. Étage d'entrée pour un récepteur à ondes moyennes accordable.

- Inductance : 150  $\mu$ H
- Capacité : env. 50 ... 550 pF
- Fréquence de résonance : env. 500 ... 1600 kHz

N° de cat.	Désignation
578 961	Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/50
582 581	Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/100



### Inductances STE

N° de cat.	Désignation
579 03	Bobine haute fréquence 2,2 $\mu$ H, STE 2/19
579 00	Self 3,3 $\mu$ H, STE 2/19
590 86	Bobine à 50 spires, STE 2/50
579 031	Bobine haute fréquence 150 $\mu$ H, STE 2/19
579 004	Self 10 mH, STE 2/19
579 02	Inductance à noyau en forme de coupelle 33 mH, STE 2/19



### Condensateur variable 500 pF, STE 4/50

Avec bouton rotatif à index et échelle ; obtention de circuits oscillants accordables par assemblage avec la bobine haute fréquence.

578 95 Condensateur variable 500 pF, STE 4/50



### Diode varicap BB 212, STE 4/50

Diode à capacité variable pour l'accord sur une fréquence particulière.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de capacité : env. 20 ... 140 pF

578 52 Diode varicap BB 212, STE 4/50



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.16 TECHNIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS STE



#### Amplificateur d'antenne, STE 4/50

Amplificateur actif pour les signaux d'antenne dans les gammes des grandes ondes et des ondes moyennes, avec deux sorties découplées et résistantes aux courts-circuits pour l'amélioration des signaux radio dans des conditions de réception défavorables.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 6 ... 15 V
- Plage de fréquence : env. 180 ... 1500 kHz

578 99 | Amplificateur d'antenne, STE 4/50



#### Fil double

Isolé, à deux couleurs.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : cuivre
- Section : 0,6 mm<sup>2</sup>
- Longueur : 10 m

501 471 | Fil double



### 3.10.17 Socles pour composants STE

#### Support de transistor tripolaire, STE 4/50

Élément enfichable avec douille à trois fiches et symbole du transistor pour la fixation de transistors non montés.

579 07 | Support de transistor tripolaire, STE 4/50



#### Support CI 14 broches, STE 4/50

Élément enfichable avec support DIL à 14 broches pour circuits intégrés en boîtier DIL 14 broches.

Caractéristiques techniques :

- Connecteurs CI à 14 douilles de 4 mm numérotées
- Dimensions de l'élément enfichable : 4/50, mais avec seulement deux tiges pour la fixation mécanique sur les plaques à réseau

579 08 | Support CI 14 broches, STE 4/50



#### Support CI 16 broches, STE 4/50

Élément enfichable avec support DIL à 16 broches pour circuits intégrés en boîtier DIL 16 broches.

Caractéristiques techniques :

- Connecteurs CI à 16 douilles de 4 mm numérotées
- Dimensions de l'élément enfichable : 4/50, mais avec seulement deux tiges pour la fixation mécanique sur les plaques à réseau

579 09 | Support CI 16 broches, STE 4/50



### 3.10.18 Plateaux de rangement STE

#### Plateau S24, STE

Plateau double coque embouti en matière plastique, empilable, pour un rangement peu encombrant et bien ordonné d'éléments enfichables STE, de composants et accessoires.

Capacité de rangement :

- 75 éléments STE 2/19, ou
- 15 éléments STE 4/50, ou
- 24 éléments STE 2/50, ou
- 3 éléments STE 4/100 et  
15 éléments STE 4/50 ou
- assortiment au choix d'éléments STE.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 24 cm x 48 cm x 8 cm
- Empilable

650 671 | Plateau S24, STE



#### Plateau S33, STE

Plateau double coque embouti en matière plastique, empilable, pour un rangement peu encombrant et bien ordonné d'éléments enfichables STE, de composants et accessoires.

Capacité de rangement :

- 90 éléments STE 2/19, ou
- 20 éléments STE 4/50, ou
- 30 éléments STE 2/50, ou
- 4 éléments STE 4/100 et  
4 éléments STE 4/50 ou
- assortiment au choix d'éléments STE.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 33 cm x 48 cm x 8 cm
- Empilable

650 67 | Plateau S33, STE



#### Valise universelle STE

Valise universelle pour le rangement d'éléments STE ainsi que d'une plaque à réseau et de câbles dans le couvercle.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 cm x 40 cm x 14 cm

727 585 | Valise universelle STE





### 3.10.19 Boîtiers vides STE

#### Boîtiers vides STE

À équiper de composants électroniques ; seulement pour la très basse tension, avec fiches de 4 mm. Sans marquage.

N° de cat.	Désignation	Volume intérieur utile	Écartement des fiches	Charge max.	Fournitures
576 92	Boîtiers vides STE 2/19, jeu de 10	30 mm x 13 mm x 26 mm	19 mm	2 W	10 plaques de base avec chacune deux fiches de 4 mm 10 couvercles emboîtables
580 15	Boîtiers vides STE 2/50, jeu de 5	57 mm x 28 mm x 26 mm	50 mm	4 W	5 plaques avec chacune deux fiches de 4 mm et deux douilles filetées 10 œillets 5 couvercles emboîtables
576 94	Boîtiers vides STE 4/50, jeu de 5	57 mm x 57 mm x 26 mm	50 mm	5 W	5 plaques avec chacune quatre fiches de 4 mm et quatre douilles filetées 20 œillets 5 couvercles emboîtables
580 16	Boîtiers vides STE 4/100, jeu de 5	110 mm x 110 mm x 26 mm	100 mm	10 W	5 plaques avec chacune quatre fiches de 4 mm et quatre douilles filetées 20 œillets 5 couvercles emboîtables

### 3.10.20 Cavaliers, symboles enfichables STE

#### Symboles enfichables, jeu de 10

Plaques circulaires en plastique avec fiches en plastique et symbole sur la face avant pour le marquage des points de contact dans les circuits expérimentaux. Les symboles s'enfichent sur les câbles d'expérimentation.

Caractéristiques techniques :

- Symboles : A, V, +, -, 2x ~, masse et antenne, 2 plaques vierges pour l'inscription d'un symbole au choix
- Plaque avec symbole : 3,5 cm Ø
- Fiches : pour douilles de 4 mm

576 791 | Symboles enfichables, jeu de 10



#### Fiche de fixation

Fiche avec broche de 4 mm, une douille longitudinale et une transversale. Broche métallique à ressort dans une douille isolée permettant la connexion électrique et la fixation mécanique de fils.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Diamètre de la douille : 4 mm
- Course du ressort de la douille transversale : jusqu'à 4 mm

590 011 | Fiche de fixation



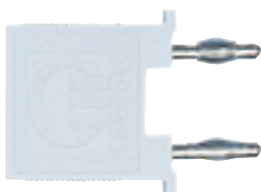
#### Cavaliers STE 2/19, jeu de 10

À utiliser dans des circuits très basse tension sur la plaque à réseau, avec ligne de liaison sérigraphiée ; dans bloc de rangement.

Caractéristiques techniques :

- Fiches : 4 mm Ø
- Écartement des fiches : 19 mm\*
- Courant : max. 25 A

501 48 | Cavaliers STE 2/19, jeu de 10



\*Les fiches sont construites de façon à ne pas pouvoir être enfichées dans des prises à contact de protection.

#### Cavaliers avec reprise arrière de sécurité, STE, jeu de 10

Fiches de connexion de 4 mm non isolées avec reprise arrière isolée ; permet d'assembler des éléments dans les montages expérimentaux STE et TPS.

Caractéristiques techniques :

- Fiches : 4 mm Ø
- Écartement des fiches : 19 mm\*
- Couleur : noir

500 596 Cavaliers avec reprise arrière de sécurité, STE, jeu de 10

\* Les fiches sont construites de manière à ne pas pouvoir être enfichée dans des prises à contact de protection.



#### Fiches à ressort, petites, jeu de 2

Fiche avec lame ressort métallique pour assurer la liaison électrique et la fixation mécanique de tiges et de plaques. Convient pour la tige perforée (666 626).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la fiche : 4 mm
- Écartement de la lame ressort : 8 à 12 mm

590 02ET2 Fiches à ressort, petites, jeu de 2



#### Plaquette pour enroulement de fil

Pour la fixation mécanique et pour la connexion électrique des fils résistifs (550 35 à 550 51). En matériau réfractaire ; à bords crantés pour définir le nombre exact de spires, fixation du fil aux extrémités par des vis moletées.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du fil pouvant être enroulé : 2 m
- Nombre de spires : 25
- Connexion : par fiches de 4 mm
- Dimensions : 16,5 cm x 4 cm x 3,5 cm

567 18 Plaquette pour enroulement de fil



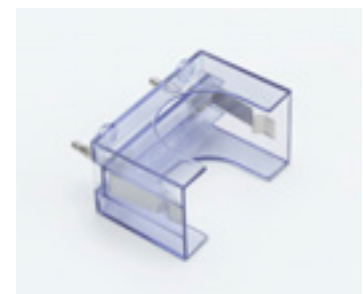
#### Porte-pile Mono STE 2/50

Boîtier pour le logement d'une pile Mono de 1,5 V. Les contacts de la pile sont reliés avec les deux fiches de telle sorte qu'il est possible d'intégrer la source très basse tension dans le circuit réalisé.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du boîtier : 7 cm x 3,8 cm x 4,7 cm

576 86 Porte-pile Mono STE 2/50



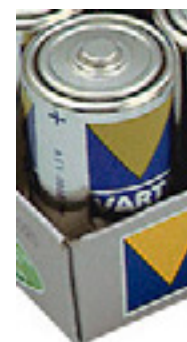
#### Piles de 1,5 V (Mono D), jeu de 5

La longueur indiquée inclut les pôles de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Tension : 1,5 V
- Type : CEI R20
- Dimensions : 60 mm x 33 mm Ø

685 48ET5 Piles de 1,5 V (Mono D), jeu de 5



### 3.10.21 Sécurité électrique STE

#### Équipement Sécurité électrique

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	582 73	Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50
1	582 82	Disjoncteur différentiel STE 4/100
1	582 83	Coupe-circuit automatique 0,5 A, STE 4/100
1	582 84	Modèle de prise femelle STE 4/100
1	582 85	Modèle de corps humain



582 82P	Équipement Sécurité électrique
---------	--------------------------------

#### Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50

Avec boîtier. Raccordement de l'ampoule par deux fiches, boîtier métallique avec connexion par douille de 4 mm. Modèle d'appareil électrique avec boîtier pourvu d'un contact de protection pour des expériences sur la sécurité électrique.

582 73	Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50
--------	-------------------------------------

#### Disjoncteur différentiel STE 4/100

Disjoncteur différentiel, à coupure bipolaire. Avec touche de contrôle pour le déclenchement du disjoncteur.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 24 V
- Courant : max. 25 A
- Courant de défaut : 30 mA

582 82	Disjoncteur différentiel STE 4/100
--------	------------------------------------

#### Coupe-circuit automatique 0,5 A, STE 4/100

Disjoncteur de protection de câble ; unipolaire. Déclenchement magnétothermique.

Caractéristiques techniques :

- Caractéristique de commutation : G
- Courant nominal : 1 A
- Courant pour déclenchement immédiat : env. 10 A
- Résistance interne : env. 1,5  $\Omega$

582 83	Coupe-circuit automatique 0,5 A, STE 4/100
--------	--

#### Modèle de prise femelle STE 4/100

Représentation agrandie d'une prise à contact de protection sur un élément enfichable. Avec douilles pour la phase, le neutre et la terre.

Caractéristiques techniques :

- Sorties : douilles de 4 mm

582 84	Modèle de prise femelle STE 4/100
--------	-----------------------------------

#### Modèle de corps humain

Pour des expériences sur la sécurité électrique. Silhouette noire sur socle en plastique jaune ; avec douilles aux mains et aux pieds ainsi que voyant incorporé qui s'allume dès qu'une tension est appliquée entre deux douilles quelconques.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur du personnage : 18 cm
- Ampoule : 24 V/50 mA
- Connexions : douilles de 4 mm

582 85	Modèle de corps humain
--------	------------------------

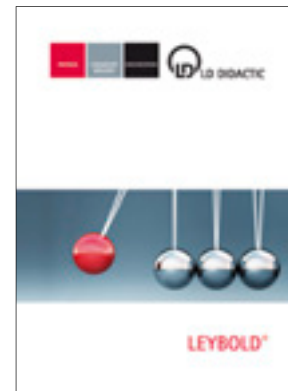
### LIT: Sécurité électrique (VDE 0100), en anglais

22 expériences pour la démonstration et les travaux pratiques d'après H. Dirks, pour l'enseignement secondaire et la formation professionnelle, 59 pages au format A4, 61 illustrations.

Sujets traités :

Résistance électrique du corps humain, choc électrique, protection contre les surcharges, capacité de déconnexion du coupe-circuit automatique, contact unipolaire, court-circuit à la masse, isolation du site, isolation de protection, séparation de protection, très basse tension de sécurité, mise à la terre de protection, prise à contact de protection, liaison équipotentielle, mise au neutre classique, mise au neutre moderne, conditions de mise au neutre, principe de fonctionnement du disjoncteur à courant de défaut, période de mise hors tension du disjoncteur à courant de défaut.

584 022 | LIT: Sécurité électrique (VDE 0100), en anglais



### 3.10.22 Collections STE

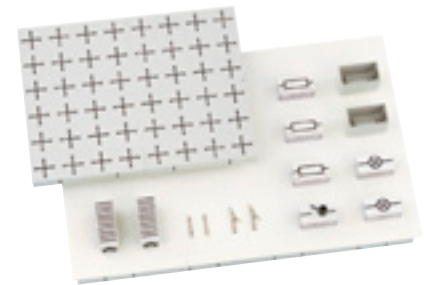
#### Collection BEL-D STE

Collection de base pour les expériences en électricité et en électronique, dans plateau de rangement.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2 de	340 89ET5	Fiches de couplage, 4 mm, jeu de 5
2	501 48	Cavaliers STE 2/19, jeu de 10
2 de	501 861	Pincres crocodile nues, jeu de 6
1	576 75	Plaque à réseau A3, STE
2	576 86	Porte-pile Mono STE 2/50
1	580 58	Résistance 47 ohms, STE 2/50
2	580 62	Résistance 100 ohms, STE 2/50
2	582 72	Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/50
1	582 79	Interrupteur à bascule, STE 2/50

583 10 | Collection BEL-D STE



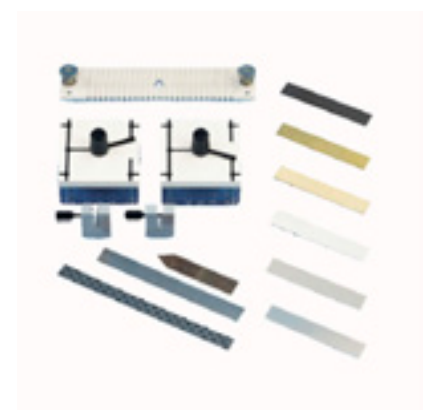
#### Collection ELI 1 Science Kit Advanced

Pour 1 groupe de travail avec 8 éléments complémentaires pour réaliser des expériences sur le thème « circuits électriques de base », dans plateau de rangement.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	567 06	Conducteurs/isolants, jeu de 6
1	567 18	Plaquette pour enroulement de fil
2	579 331	Support enfichable STE
1 de	579 332ET	Ressort à lame, plaque de contact et bilame
2	582 81	Commutateur STE 4/50

588 875S | Collection ELI 1 Science Kit Advanced



## 3.10 ÉLECTRICITÉ/ÉLECTRONIQUE (STE)

### 3.10.22 COLLECTIONS STE



#### Collection ELI 2 Science Kit Advanced

Pour 1 groupe de travail avec 8 éléments complémentaires pour réaliser des expériences sur le thème « Électromagnétisme et induction », rangement dans le plateau de la collection ELI 1 (588 875S).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	505 36ET10	Lampes à décharge 115 V, E10, jeu de 10
1 de	510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
1	510 51	Support tournant
1 de	510 53	Boussoles de traçage, paire
1 de	510 54ET2	Barres magnétisables, jeu de 8
1	590 83	Bobine à 500 spires, STE 2/50
1	590 84	Bobine à 1000 spires, STE 2/50
1	593 21	Noyau de transformateur, décomposable

588 876S Collection ELI 2 Science Kit Advanced

#### Collection ELO 1-D STE

Collection complémentaire pour les circuits électroniques de base, dans plateau S33, STE (650 67).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	579 28	Haut-parleur avec transducteur, STE 4/50
1	580 37	Résistance 10 kohms, STE 2/50
1	580 70	Résistance 470 ohms, STE 2/50
1	580 74	Résistance 1 kohm, STE 2/50
1	580 82	Résistance 4,7 kohms, STE 2/50
1	580 94	Résistance 47 kohms, STE 2/50
1	581 40	Potentiomètre 220 ohms, STE 4/100
1	581 53	Photorésistance LDR 05, STE 2/50
1	581 57	Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/50
1	581 89	Condensateur électrolytique 100 $\mu$ F, STE 2/50
1	581 90	Condensateur électrolytique 470 $\mu$ F, STE 2/50
1	581 98	Diode électroluminescente rouge, STE 2/50
4	582 07	Diode 1N 4007, STE 2/50
1	582 11	Diode Zener 6,2, STE 2/50
1	582 17	Diode électroluminescente verte, STE 2/50
1	582 28	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/100
1	582 29	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/100

583 16 Collection ELO 1-D STE

### Collection ELO 2-D STE

Collection complémentaire pour les applications de transistors, dans plateau S33, STE (650 67).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	501 48	Cavaliers STE 2/19, jeu de 10
1	576 75	Plaque à réseau A3, STE
1	579 271	Microphone STE 4/50
1	580 37	Résistance 10 kohms, STE 2/50
1	581 10	Rhéostat 10 kohms, STE 2/50
1	581 12	Rhéostat 47 kohms, STE 2/50
1	581 13	Rhéostat, 100 kohms, STE 2/50
2	581 81	Condensateur 0,1 $\mu$ F, STE 2/50
2	581 85	Condensateur 1 $\mu$ F, STE 2/50
1	581 89	Condensateur électrolytique 100 $\mu$ F, STE 2/50
1	581 90	Condensateur électrolytique 470 $\mu$ F, STE 2/50
1	582 06	Diode AA 118, germanium, STE 2/50
1	582 25	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/100
1	582 28	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/100
1	582 581	Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/100
1	582 76	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/50

583 17 Collection ELO 2-D STE

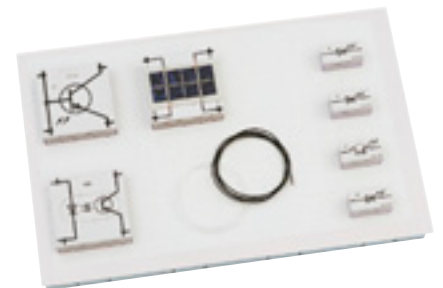
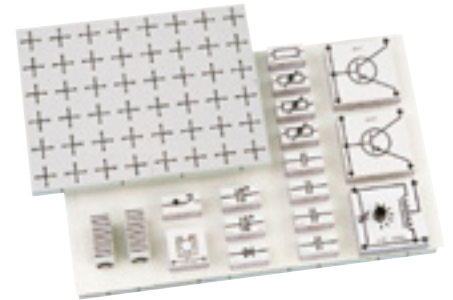
### Collection ELO 3-D STE

Collection complémentaire pour des expériences en opto-électronique, dans plateau S24, STE (650 671).

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	578 63	Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100
1	579 44	Fibres optiques, jeu de 2
1	581 992	Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/50
1	581 995	Photodiode pour fibre optique, STE 2/50
1	581 996	Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/50
1	581 997	Phototransistor pour fibre optique, STE 4/100
1	581 998	Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/50
1	582 51	Barrière lumineuse en U STE 4/100

583 18 Collection ELO 3-D STE





### 3.10.23 Documentation pédagogique STE

#### LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.4 – Circuits électriques de base, français

19 descriptions d'expériences à réaliser avec le système enfichable STE, enseignement secondaire, 100 pages, A4, feuilles de travaux pratiques à photocopier rangées dans un classeur, partie enseignant reliée.

Sujets traités :

- Conducteurs et isolants
- Commutation, circuit va-et-vient, circuits ET et OU
- Mesure du courant et de la tension
- Loi d'Ohm
- La résistance en fonction de la longueur, de la section et du matériau
- Montage en parallèle et montage en série de résistances et de piles Mono
- Disjoncteur à bilame
- Puissance et travail

588 333

LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.4 - Circuits électriques de base, français

#### LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.5 – Électromagnétisme et induction, français

20 descriptions d'expériences à réaliser avec le système enfichable STE, enseignement secondaire, 109 pages, A4, feuilles de travaux pratiques à photocopier rangées dans un classeur, partie enseignant reliée.

Sujets traités :

- Action magnétique
- Électroaimant
- Applications électromagnétiques, relais, ronfleurs, hauts-parleurs etc.
- Induction électromagnétique
- Transformation de tension et de courant
- Inductance propre d'une bobine
- Modèle de générateur et de moteur
- Résistances en courant continu et alternatif
- Condensateur dans un circuit à courant continu et alternatif

588 343

LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.5 - Électromagnétisme et induction, français

#### LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.1 – Circuits électroniques de base, français

21 descriptions d'expériences à réaliser avec le système enfichable STE, enseignement secondaire, 114 pages, A4, feuilles de travaux pratiques à photocopier rangées dans un classeur, partie enseignant reliée.

Sujets traités :

- Résistances variables, non linéaires
- Diodes
- Redressement mono-alternance et double alternance
- Diodes électroluminescentes
- Diodes Zener
- Transistors
- Circuits d'application avec des transistors

588 423

LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.1 - Circuits électroniques de base, français

#### LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.2 – Applications à transistor, anglais

29 descriptions d'expériences à réaliser avec le système enfichable STE, feuilles de travaux pratiques à photocopier rangées dans un classeur avec informations exhaustives pour l'enseignant, 2 x 111 pages, A4.

Sujets traités :

- Circuits à diode
- Bascules et multivibrateur
- Circuits d'amplification
- Rétroaction et oscillateurs

588 432

LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.2 - Applications à transistor, anglais



### LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.3 – Optoélectronique, français

19 descriptions d'expériences à réaliser avec le système enfichable STE, enseignement secondaire, 82 pages, A4, feuilles de travaux pratiques à photocopier rangées dans un classeur, partie enseignant reliée.

Sujets traités :

- Étude des fibres optiques
- Diodes électroluminescentes/Photodiodes
- Cellules solaires : caractéristiques/montage en série et en parallèle/ conversion de l'énergie
- Phototransistors
- Barrière lumineuse en U
- Transmission du son par fibre optique

588 443 | LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.3 – Optoélectronique, français

### LIT: Circuits en courant continu T 2.2, français

Expériences avec le système enfichable d'après W. Adam, 50 sujets d'expériences, 110 pages au format A4, en français

565 623 | LIT: Circuits en courant continu T 2.2, français

### LIT: Courants alternatifs T 2.3, français

Notions de base, exercices et fiches de TP, informations supplémentaires et corrigés pour l'enseignant. A4, en français

565 633 | LIT: Courants alternatifs T 2.3, français

### LIT: Composants discrets et circuits de base de l'électronique T 6.1.1, français

Circuits de base de l'électronique. 28 descriptions d'expériences avec initiation aux composants et aux fonctions associées. A4, en français.

565 713 | LIT: Composants discrets et circuits de base de l'électronique T 6.1.1, français

### LIT: Circuits logiques de base T 6.1.2, anglais

10 descriptions d'expériences avec fiches de TP et corrigés pour l'enseignant. A4, en anglais

565 722 | LIT: Circuits logiques de base T 6.1.2, anglais





## 3.11 Technique numérique

### Carte logique 1

Pour l'initiation à l'électronique numérique.

Permet la présentation des opérateurs logiques de base (ET, OU, NON, NON-ET, OU-EXCLUSIF) de l'électronique numérique ainsi que l'étude des lois qui régissent ces fonctions logiques (loi de De Morgan, loi associative, loi distributive) et le traitement des circuits logiques sans rétroaction (réseaux combinatoires). La réalisation de circuits à bascule simples permet ensuite de se consacrer aux circuits logiques à rétroaction (circuits séquentiels) et donc au stockage de l'information.

Les états de commutation sont signalés à chacune des sorties par une LED.

Caractéristiques techniques :

8 interrupteurs à bascule  
4 boutons-poussoirs  
1 élément RC pour la réalisation d'un étage à bascule  
4 sorties

Portes :

4 ET (AND)  
4 OU (OR)  
12 NON (NOT)  
4 OU EXCLUSIF (XOR)  
2 bascules

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1		Adaptateur secteur mini USB
1		Carte logique 1
1	571 21	Câbles à fiches de 2 mm, 4 cm, bleus, jeu de 5
1	571 23	Câbles à fiches de 2 mm, 15 cm, bleus, jeu de 5
1	571 24	Câbles à fiches de 2 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5

571 401	Carte logique 1
---------	-----------------

## Carte logique 2

Permet d'aborder des thèmes plus complexes de l'électronique numérique.

L'additionneur est étudié en tant qu'exemple pratique d'un réseau combinatoire (circuits logiques sans rétroaction).

Les différents circuits à bascule complètent quant à eux les connaissances acquises sur les circuits séquentiels (circuits logiques à rétroaction).

Les applications de l'électronique numérique dans la technique pourront être considérées (multiplexage, démultiplexage, commande d'un affichage à 7 segments, par exemple) de même qu'il est en plus possible de traiter le thème des convertisseurs AN/NA.

Les états de commutation sont signalés à chacune des sorties par une LED.

Caractéristiques techniques :

8 interrupteurs à bascule  
4 boutons-poussoirs  
1 affichage à 7 segments  
1 élément RC pour la réalisation d'un étage à bascule

2 NON (NOT)  
5 NON-ET (NAND)  
4 additionneurs  
1 convertisseur AN/ 1 convertisseur NA  
1 multiplexeur/ 1 démultiplexeur

2 bascules RS / 1 bascule JK  
4 bascules D

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1		Adaptateur secteur mini USB
1		Carte logique 2
1	571 21	Câbles à fiches de 2 mm, 4 cm, bleus, jeu de 5
1	571 23	Câbles à fiches de 2 mm, 15 cm, bleus, jeu de 5
2	571 24	Câbles à fiches de 2 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5
1 de	571 26	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5
1 de	571 262ET5	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, rouges, jeu de 5

571 402	Carte logique 2
---------	-----------------





## 3.12 Multimédia

### Unité centrale COM3LAB (USB)

Pour loger et alimenter les cartes d'expérimentation COM3LAB Multimédia. L'unité centrale est reliée à un PC via le port USB pour l'acquisition des valeurs mesurées et la commande à distance des fonctions intégrées. Tous les instruments de mesure nécessaires (multimètre, oscilloscope, générateur de fonctions et analyseur numérique) sont intégrés dans l'unité centrale.

L'unité centrale se monte et se démonte rapidement et facilement. Le couvercle très maniable protège l'unité centrale et permet de l'emplier.

Caractéristiques techniques :

Dimensions : 380 x 282 x 65 mm (l x P x H)

Instruments de mesure intégrés et fonctions :

- 2 multimètres numériques :
  - tension : CA/CC 2/20 V
  - courant : CA/CC 0,2/2 A
  - résistance : 2/20/200 k $\Omega$ , 2 M $\Omega$
  - calibration automatique (fonction autorange) pour toutes les gammes de mesure
  - commande par touche
  - affichage 3 chiffres 1/2 à cristaux liquides (LCD) avec caractères spéciaux
- 1 générateur de fonctions numérique :
  - formes d'ondes stockées sous forme numérique
  - sinus, carré, triangle, CC,
  - 0,5 Hz ... 100 kHz
  - max.  $\pm 10$  V, max. 250 mA
  - commande par deux boutons-poussoirs et bouton de réglage manuel par pas
  - affichage 4 chiffres à cristaux liquides (LCD) avec caractères spéciaux

Les appareils suivants n'ont pas leur propre affichage et sont commandés à distance par les didacticiels via le PC connecté.

Les valeurs mesurées sont visualisées sur l'écran du PC.

- 1 oscilloscope à mémoire numérique :
  - deux entrées de tension différentielle avec convertisseur A/N à 8 bits
  - gammes de mesure 10/20/50/100/200/500 mV, 1/2/5 V/div
  - fréquence d'échantillonnage : 200 Hz à 1 MHz
  - déclenchement numérique avec Trigger et pré-Trigger
- 1 analyseur numérique :
  - 9 entrées numériques, compatibles TTL
  - fréquence d'échantillonnage : 200 Hz à 1 MHz, jusqu'à 4 MHz pour
  - résolution de Trigger limitée
  - déclenchement sur une combinaison quelconque des états d'entrée
  - profondeur de mémoire : 2048 mots de 9 bits

L'utilisation de l'oscilloscope ou de l'analyseur est possible au choix. Tous les instruments de mesure et le générateur de fonctions sont connectés par des douilles de 2 mm.

Port USB pour la connexion à un ordinateur.

Matériel livré :

- 1 câble USB
- 1 jeu de câbles constitué de :
  - câbles de connexion de 40 cm et 5 cm de long avec des fiches de 2 mm
  - 1 alimentation de table 100 ... 250 V, 50 ... 60 Hz avec câble secteur et prise à contact de protection pour l'alimentation de l'unité centrale

700 00USB

Unité centrale COM3LAB (USB)

## Cours COM3LAB : technique du courant continu I

Cours sur les notions de base de la technique du courant continu comprenant une carte d'expérimentation avec 13 circuits différents, à utiliser dans l'unité centrale.

Les principes fondamentaux et les lois de l'électrotechnique sont expliqués et traités pas à pas dans ce cours.

Sujets d'expériences :

- Circuit électrique avec interrupteur
- Interrupteurs en série
- Interrupteurs en parallèle
- Circuit va-et-vient
- Circuit inverseur de pôles
- Relais
- Conductivité
- Loi d'Ohm
- Code des couleurs et séries CIE
- Résistances en série
- Loi de Kirchhoff
- Diviseur de tension
- Diviseur de tension chargé
- Pont de Wheatstone

700 11	Cours COM3LAB : technique du courant continu I
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7

## Cours COM3LAB : technique du courant continu II

Cours sur les notions de base de la technique du courant continu comprenant une carte d'expérimentation avec 11 circuits différents, à utiliser dans l'unité centrale.

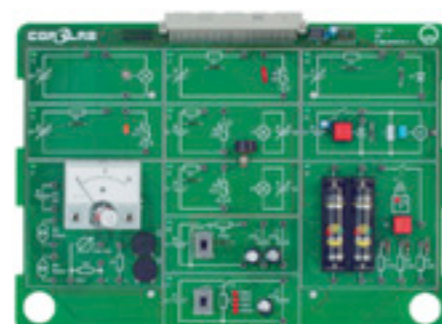
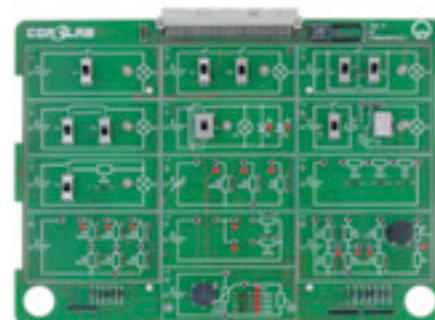
Sujets d'expériences :

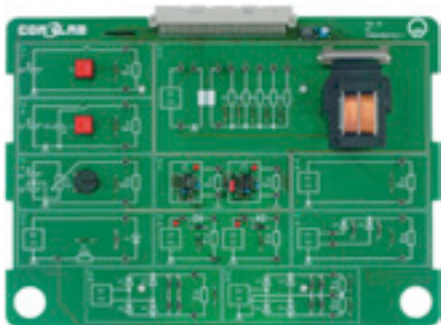
- Caractéristique de la lampe à incandescence
- Caractéristique de la varistance
- Caractéristique de la diode
- Caractéristique de la photorésistance
- Caractéristique de la thermistance CTN
- Caractéristique de la thermistance CTP
- Condensateur
- Montage de condensateurs en parallèle
- Montage de condensateurs en série
- Circuits RC
- Inductance
- Instrument à cadre mobile
- Pile
- Montage de deux piles en parallèle
- Montage de deux piles en série

700 12	Cours COM3LAB : technique du courant continu II
--------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7





### Cours COM3LAB : technique du courant alternatif I

Cours sur les notions de base de la technique du courant alternatif comprenant une carte d'expérimentation avec 11 circuits différents, à utiliser dans l'unité centrale.

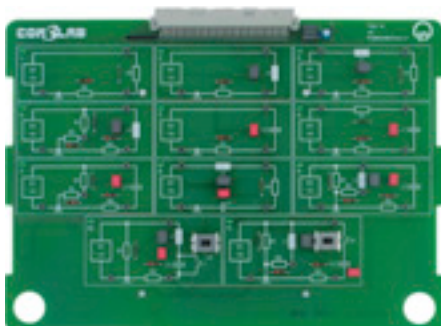
Sujets d'expériences :

- Saut de tension
- Tension alternative
- Génération électronique d'une tension alternative
- Générateur de fonctions et oscilloscope
- Induction
- Principe du transformateur
- Transformateur court-circuité
- Transformateur en charge
- Pertes du transformateur
- La diode comme valve électrique
- Redresseur M1
- Redresseur M2
- Redresseur B2
- Tension de sortie symétrique

700 13	Cours COM3LAB : technique du courant alternatif I
--------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7



### Cours COM3LAB : technique du courant alternatif II

Cours sur les notions de base de la technique du courant alternatif comprenant une carte d'expérimentation avec 11 circuits différents.

Sujets d'expériences :

- Génération d'une tension alternative
- Grandeurs caractéristiques du courant alternatif
- Résistance ohmique dans le circuit à courant alternatif
- Bobine dans le circuit à courant alternatif
- Résistance inductive
- Montage en série de R et L
- Montage en parallèle de R et L
- Condensateur dans le circuit à courant alternatif
- Résistance capacitive
- Montage en série de R et C
- Montage en parallèle de R et C
- Montage en série de R, L et C
- Montage en parallèle de R, L et C
- Compensation en série
- Compensation en parallèle
- Résonance en tension
- Résonance en courant

700 14	Cours COM3LAB : technique du courant alternatif II
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7

## Cours COM3LAB : technique numérique I

Cours sur les notions de base de la technique numérique (circuits séquentiels) comprenant une carte d'expérimentation avec différents circuits, à utiliser dans l'unité centrale.

Sujets d'expériences :

- ET (AND) en technologie TTL
- OU (OR) en technologie TTL
- NON en technologie TTL
- OU-EXCLUSIF (XOR) en technologie TTL
- Fonctions logiques
- Loi de De Morgan
- NON-ET (NAND) en technologie TTL
- Loi associative
- Loi distributive
- Tableau de Karnaugh-Veitch
- Codage
- Affichage à sept segments
- Demi-additionneur
- Additionneur complet
- Multiplexeur/Démultiplexeur
- Simulation de défauts

Matériel livré :

1 jeu de câbles constitué de 5 câbles de connexion de 30 cm avec des fiches de 2 mm.

700 17	Cours COM3LAB : technique numérique I
--------	---------------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7

## Cours COM3LAB : technique numérique II

Cours sur les notions de base de la technique numérique (réseaux combinatoires) comprenant une carte d'expérimentation avec différents circuits, à utiliser dans l'unité centrale.

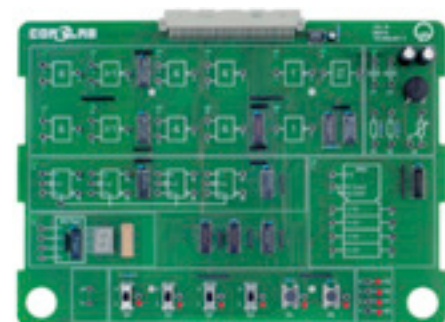
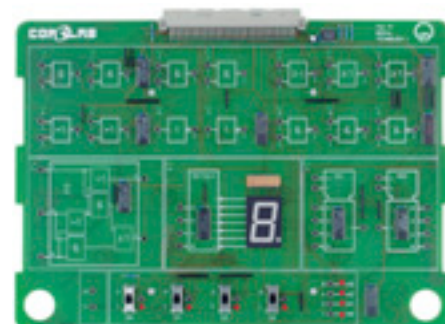
Sujets d'expériences :

- Bascules
- Bascule RS
- Bascule RS avec entrée d'horloge
- Multivibrateurs monostable et astable
- Trigger de Schmitt
- Bascule D
- Bascule JK
- Bascule JK maître/esclave
- Diviseur de fréquence
- Compteur
- Registre à décalage
- Convertisseur parallèle-série

700 18	Cours COM3LAB : technique numérique II
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7





### Protoboard II COM3LAB

Le Protoboard II (carte de prototypage) fait de l'unité centrale COM3LAB un environnement de développement pour les circuits électroniques. Des montages variés peuvent être réalisés et étudiés sur une grille (Breadboard) conçue à cet effet. Les contacts de 1 mm permettent d'utiliser les composants électroniques standard les plus courants (non fournis).

Les sorties de tension fixe et la sortie du générateur de fonctions sont disponibles sur des douilles de 2 mm et connectables par interrupteur coulissant. Le Protoboard comprend 2 commutateurs pour un câblage au choix. Un connecteur multiple sert en outre à la connexion de plaques à circuits imprimés au format Europe standard par le biais d'une barrette VG à 64 contacts. 8 contacts de commutation de relais sont disponibles sur la barrette VG. 8 sorties numériques sont accessibles par le biais de la barrette VG et de douilles de 2 mm. Les relais et les sorties numériques peuvent être connectés par logiciel.

L'alimentation en courant, les multimètres et le générateur de fonctions de l'unité centrale peuvent également être utilisés sans PC.

#### Matériel livré :

- Logiciel pour la représentation des instruments de mesure intégrés (multimètres, générateur de fonctions, oscilloscope à mémoire, analyseur logique, fréquencesmètre) sous Windows
- 2 cartes perforées Europe avec connecteur VG pour exercices de soudage et pour la réalisation de circuits particuliers
- 50 fils de liaison de 1 mm pour la connexion des composants
- 20 câbles d'adaptation de 1 mm et de 2 mm pour relier les points de mesure aux entrées des instruments de mesure.
- 5 pointes d'essai avec douille de connexion de 2 mm

700 91	Protoboard II COM3LAB
--------	-----------------------

#### Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	700 00CBTFR	Logiciel COM3LAB, français
1	700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB)
1		PC avec Windows XP/Vista/7

## 3.13 Oscillations et ondes électromagnétiques

### 3.13.1 Développement de Fourier

#### Analyse de Fourier sur un circuit électrique oscillant

L'expérience P1.7.7.3 consiste à faire la comparaison entre le spectre fréquentiel de circuits électriques oscillants couplés et le spectre d'un circuit oscillant non couplé. La transformée de Fourier de l'oscillation non couplée amortie est une courbe de Lorentz

$$L(f) = L_0 \cdot \frac{\gamma^2}{(f - f_0)^2 + \gamma^2}$$

dont la largeur augmente avec la résistance ohmique du circuit oscillant. La transformée de Fourier du signal des circuits oscillants couplés montre un dédoublement en deux parties symétriques par rapport au signal non couplé dont l'écart dépend du couplage des circuits oscillants.



#### CASSY Lab 2

Version perfectionnée du logiciel éprouvé CASSY Lab pour le relevé et l'exploitation des données avec une aide exhaustive intégrée et de nombreux exemples d'expériences préparés.

- Supporte jusqu'à 8 modules Sensor-CASSY 2, Sensor-CASSY et Power-CASSY à un port USB ou série
- Supporte des modules Pocket-CASSY ou Mobile-CASSY à différents ports USB
- Supporte le joulemètre et wattmètre et les instruments de mesure universels Physique, Chimie et Biologie
- Supporte tous les adaptateurs de signaux CASSY
- Supporte en supplément de nombreux appareils au port série (par ex. VidéoCom, détecteur de position à IR, balance)
- Facilité d'emploi grâce à la reconnaissance automatique des modules CASSY et des adaptateurs qu'il suffit de brancher pour pouvoir les utiliser (plug & play) : représentation graphique, activation des entrées et sorties par simple clic et paramétrage automatique spécifique à l'expérience considérée (en fonction de l'adaptateur de signaux enfilé)
- Affichage des données sur des instruments analogiques/numériques, dans des tableaux et/ou des diagrammes (avec simultanément, l'assignation des axes au choix)





# 3.13 OSCILLATIONS ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

## 3.13.2 CIRCUIT OSCILLANT AVEC FRÉQUENCE DE 1 HZ

- Relevé des valeurs manuel (par appui sur une touche) ou automatique (réglage possible de l'intervalle de temps, du temps de mesure, du déclenchement, d'une condition de mesure supplémentaire)
- Exploitations variées telles que par ex. diverses adaptations (droite, parabole, hyperbole, fonction exponentielle, adaptation arbitraire), intégrale, inscription d'annotations sur le diagramme, calculs quelconques de formules, dérivation, intégration, transformation de Fourier
- Format de données XML pour les fichiers d'expériences (importe aussi les fichiers d'expériences réalisés avec CASSY Lab 1)
- Exportation facile des données de mesure et des diagrammes par le biais du presse-papiers
- Enregistrement dans le fichier d'expérience de brefs commentaires sur ses propres expériences
- Plus de 150 exemples d'expériences des domaines physique, chimie et biologie, accompagnés d'une description détaillée
- Représentation graphique de l'assignation de CASSY, des adaptateurs de signaux et des bornes de connexion au chargement d'un fichier d'expérience
- Mises à jour et versions de démonstration gratuites disponibles sur Internet
- Prérequis matériel : Windows XP/Vista/7 (32+64 bits), port USB libre (appareils USB) ou port série libre (appareils série), support des processeurs multicœurs



524 220	CASSY Lab 2
---------	-------------

### 3.13.2 Circuit oscillant avec fréquence de 1 Hz

#### Bobine à haute inductance

Pour des expériences sur l'induction et l'auto-induction ainsi qu'avec le condensateur 40  $\mu\text{F}$  (517 021) pour la réalisation d'un circuit oscillant avec une fréquence de 1 Hz. Schéma fonctionnel sérigraphié sur la plaque d'expérimentation. À fixer au cadre d'expérimentation et de démonstration.

Caractéristiques techniques :

- Inductance : 500 H  $\pm$  20 %, pour 200  $\mu\text{A}$  < I > 30 mA
- Enroulement principal : 2 x 5100 spires avec prise médiane
- Résistance en courant continu : env. 300  $\Omega$  (2 x 150  $\Omega$ )
- Courant : max. 100 mA
- Fusibles : 2 x T 0,125 B  
Résistance VDR contre les pointes de surtension
- Dimensions : 20 cm x 29,7 cm x 10 cm
- Masse : 6,5 kg

517 011	Bobine à haute inductance
---------	---------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative



#### Condensateur 40 $\mu\text{F}$

Pour étudier les propriétés de condensateurs et pour réaliser un circuit oscillant avec une fréquence de 1 Hz avec la bobine à haute inductance (517 011). Avec commutateur intégré (source de tension/bobine), raccord pour un appareil de mesure livré avec cavalier de sécurité. Commutateur et schéma fonctionnel sérigraphié sur la plaque d'expérimentation. À fixer dans le cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 40  $\mu\text{F}$
- Tension : max. 250 V-
- Connexion : douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 10 cm x 29,7 cm x 10 cm
- Masse : 0,5 kg

517 021	Condensateur 40 $\mu\text{F}$
---------	-------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Embases, paire

\* alternative



# 3.13 OSCILLATIONS ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

## 3.13.3 TRANSFORMATEUR DE TESLA

### 3.13.3 Transformateur de Tesla

#### Transformateur de Tesla, équipement



Transformateur de Tesla pour la production d'oscillations haute fréquence amorties avec des tensions élevées. Les oscillations sont générées dans un circuit primaire composé d'une bobine, d'un condensateur et d'un éclateur et transmises par induction sur une bobine secondaire à grand nombre de spires. Du côté primaire, le « transformateur démontable » peut servir d'alimentation haute tension. Avec éclateur pour exciter le circuit primaire du transformateur de Tesla ainsi que tube au néon pour la mise en évidence des oscillations haute fréquence ; sans électrodes.

Caractéristiques techniques :

- Bobine primaire  
Nombre de spires : 12 (connexion possible à n'importe quelle spire)  
Connexion : douilles de 4 mm  
1 douille de mise à la terre
- Bobine secondaire  
Nombre de spires : 2500  
Longueur : 54 cm
- Dimensions de la plaque de base : 21 cm x 30 cm

Matériel livré :

- Transformateur de Tesla
- Éclateur (587 46)
- Tube de néon (587 44)

587 451	Transformateur de Tesla, équipement
---------	-------------------------------------

#### Éclateur

Pour exciter la bobine primaire du transformateur de Tesla (587 451).

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : env. 10 000 V
- Longueur d'étincelle de chaque subdivision : 2 mm
- Nombre de subdivisions : 5
- Electrodes : 45 mm Ø
- Connexion : douilles de 4 mm
- Plaque de base : 15 cm x 18 cm

587 46	Éclateur
--------	----------

#### Tube néon

Pour la détection d'oscillations à haute fréquence comme celles produites par le transformateur de Tesla (587 451); sans électrodes.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 50 cm

587 44	Tube néon
--------	-----------



#### Bouteille de Leyde

Condensateur haute tension pour expériences d'électrostatique ainsi que pour une utilisation dans un circuit oscillant de Tesla à haute fréquence.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : env. 1000 pF
- Diamètre : 10 cm
- Hauteur du cylindre en verre : 26 cm
- Connexion : douilles de 4 mm
- Hauteur totale : 36 cm

544 02	Bouteille de Leyde
--------	--------------------

### Tube à décharge annulaire sur socle

Pour faire la démonstration d'une décharge en atmosphère gazeuse sans électrodes qui survient dès qu'un courant alternatif à haute fréquence traverse la bobine annulaire en dehors du tube sphérique. Ce phénomène découle des lignes de champs électriques fermées associées au champ magnétique haute fréquence de la bobine annulaire.

Caractéristiques techniques :

- Charge du tube : mélange hélium-néon
- Diamètre du tube : 10 cm
- Nombre de spires de la bobine annulaire : 4
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions : 14 cm x 10 cm x 13 cm

587 41 Tube à décharge annulaire sur socle



### 3.13.4 Ondes décimétriques

#### Évaluation de la constante diélectrique de l'eau dans le domaine des ondes décimétriques

Dans l'expérience P3.7.2.4, on démontre la diélectricité de l'eau. Dans l'eau et à fréquence constante, les ondes décimétriques se propagent avec des longueurs d'ondes plus courtes que dans l'air. Ainsi, un dipôle récepteur parfaitement réglé sur la longueur d'onde dans l'air ne convient pas parfaitement dans l'eau.

#### Émetteur d'ondes décimétriques

Avec une fréquence de service de 433,92 MHz (bande UHF des 70 cm/ bande ISM (Industrial, Scientific, Medical) pour l'étude expérimentale des conditions de propagation d'ondes électromagnétiques (radiodiffusion) dans l'espace libre et dans des milieux diélectriques, par ex. dans l'eau et sur des systèmes à fils de Lecher.

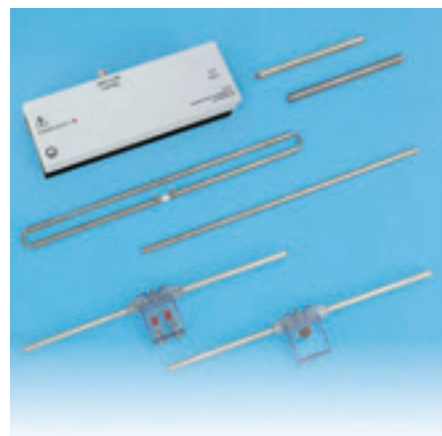
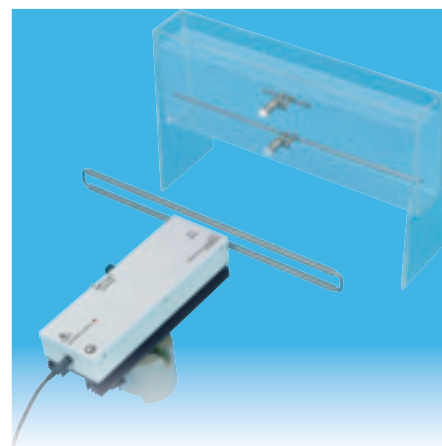
Caractéristiques techniques :

- Fréquence de service : 433,92 MHz (bande UHF des 70 cm)
- Puissance d'émission : sans modulation : 0 ... 3 W, réglable
- Possibilité d'utilisation du réglage de la puissance pour la modulation d'amplitude
- Stabilité des ondes stationnaires : max. 20 : 1 (pour les expériences sur des systèmes à fils de Lecher)
- Connexions : alimentation, douille BNC pour le régulateur de puissance, 2 douilles de 4 mm pour la sortie de l'antenne
- Boîtier : fermé de tous côtés avec refroidisseur intégré
- Dimensions : 20,5 cm x 8,5 cm x 50 cm
- Masse : 0,55 kg
- Barre d'antenne : 32 cm x 7 mm Ø
- Dipôles de réception : 14 cm x 7 mm Ø
- Tige de fixation pour l'émetteur : 13 cm x 10 mm Ø
- Tige de fixation pour les dipôles : 13,7 cm x 10 mm Ø

Matériel livré :

- 1 émetteur d'ondes décimétriques avec tige de fixation
- 1 dipôle trombone avec  $Z = 200\Omega$  comme antenne émettrice
- 1 barre d'antenne  $\lambda/2$  comme directeur ou réflecteur
- 1 dipôle de réception  $\lambda/2$  avec diode intégrée
- 1 dipôle de réception  $\lambda/2$  avec ampoule
- 1 tige de fixation pour les dipôles de réception
- 1 alimentation secteur

587 551 Émetteur d'ondes décimétriques



## 3.13 OSCILLATIONS ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

### 3.13.4 ONDES DÉCIMÉTRIQUES



#### Système de Lecher avec accessoires

À utiliser avec l'émetteur d'ondes décimétriques (557 551), pour l'étude et la démonstration de la propagation des ondes électromagnétiques le long de fils ; livré avec sonde pour ampoule (douille STE à filetage E10 avec isolateur) pour la mise en évidence

- des nœuds ou ventres de tension avec l'isolateur d'écartement et
- des nœuds ou ventres de courant avec la boucle de couplage.

#### Matériel livré :

- 1 fil de Lecher 5/4λ (4 segments enfichables de chacun 44 cm de long et 7 mm de diamètre)
- 3 supports avec tige
- 1 étrier de court-circuit 1/4λ de 17 cm de long
- 1 cavalier (de 501 511)
- 1 résistance 200 Ω STE 2/19 (577 35)
- 1 douille E10 STE 2/19 (579 06)
- 1 jeu de 10 ampoules 3,8 V/0,27 W, E10 (505 10)
- 1 isolateur d'écartement
- 1 boucle de couplage λ/2 de 30,5 cm de long

587 56 | Système de Lecher avec accessoires

Convient uniquement pour 587 551 (ou 587 55, plus disponible)



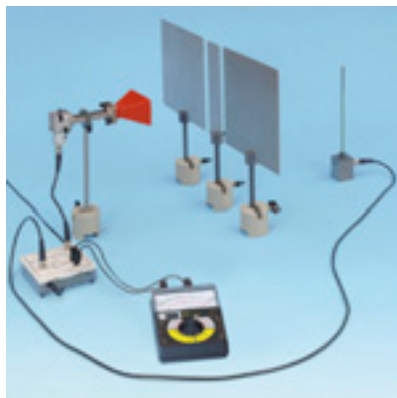
#### Dipôles dans cuve d'eau, jeu

Pour l'étude comparative des constantes de diélectricité de l'air et de l'eau (distillée ou déminéralisée) ; avec 2 ampoules (de 505 10).

#### Caractéristiques techniques :

- Longueur des dipôles : 6 cm et 31,5 cm
- Douilles : 2 x E10
- Ampoules : 3,8 V / 0,27 W (70 mA)
- Dimensions : 33 cm x 12 cm x 5 cm

587 54 | Dipôles dans cuve d'eau, jeu



### 3.13.5 Micro-ondes

#### Diffraction de micro-ondes

Les expériences P3.7.4.4 et P3.7.4.5 montrent qu'on peut comparer de nombreuses propriétés des micro-ondes avec celles de la lumière visible. D'une part, on étudie la diffraction de micro-ondes par une arête, une fente simple, une fente double et un obstacle, d'autre part, on met en évidence la réfraction de micro-ondes et on vérifie si la loi de la réfraction de Snellius est valable.

#### Oscillateur Gunn

L'oscillateur Gunn sert à la production de puissance hyperfréquence. Il est démontable et se compose des éléments suivants :

- Module avec diode Gunn, env. 27 mm de long
- Paroi arrière du boîtier
- Diaphragme avec ouverture de 8 mm de diamètre
- Adaptateur de guide d'ondes, env. 32 mm de long

Module avec diode Gunn en aluminium, avec fermetures rapides LD.

#### Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 8 ... 10 V CC
- Consommation : env. 120 mA
- Fréquence de service : 9,40 GHz
- Puissance hyperfréquence : > 10 mW, typ. 15 mW
- Connexion : douille BNC
- Type de guide d'ondes : R100

737 01 | Oscillateur Gunn



### Alimentation Gunn avec amplificateur

Pour l'alimentation électrique nécessaire au fonctionnement de l'oscillateur Gunn et pour l'amplification de la tension de sortie de la sonde de champ électrique.

Caractéristiques techniques :

- **Alimentation GUNN**
  - Tension de sortie : -9 V
  - Courant de sortie : 200 mA, résiste aux courts-circuits
  - Source de modulation : interne, plage de fréquence réglable d'env. 1 kHz à 3 kHz
- **Amplificateur**
  - Gain CC : env. 3000
  - Gain CA : env. 2000 pour 1 kHz
  - Tension de sortie max. :  $\pm 10$  V
  - Sortie haut-parleur : pour le fonctionnement du haut-parleur STE (579 28)
- Tension de service : 12 V CA délivrée par l'adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Puissance absorbée : env. 2 VA
- Dimensions du boîtier : 115 mm x 115 mm x 55 mm
- Masse : 500 g

737 020 | Alimentation Gunn avec amplificateur

### Sonde de champ électrique

La sonde de champ électrique sert à la mesure ponctuelle de champs hyperfréquences. Elle est utilisée dans les expériences élémentaires et pour l'étude de la répartition du champ dans la ligne à deux plaques. Grâce à sa construction soignée, la sonde ne détecte que l'intensité du champ électrique. Le détecteur ne réagit donc pas au champ magnétique. Le signal BF est proportionnel au carré de l'intensité du champ électrique à l'endroit où se trouve le dipôle de la sonde. Étant donné les faibles dimensions de la sonde, le champ à étudier n'est que faiblement perturbé. La sonde de champ électrique se compose d'une antenne dipôle courte, d'une diode détectrice et d'une ligne d'alimentation BF de haute impédance.

Caractéristiques techniques :

- Type de détecteur : Schottky
- Sensibilité : env. 100 mV
- Connexion : douille BNC
- Longueur : 295 mm
- Masse : env. 200 g

737 35 | Sonde de champ électrique

### Grande antenne à cornet

À utiliser comme source primaire d'excitation d'antennes à réflecteur ainsi qu'en cas de mesures sur les antennes.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 8 ... 12 GHz
- Gain : 15 dB pour 10 GHz
- Type de guide d'ondes : R100

737 21 | Grande antenne à cornet

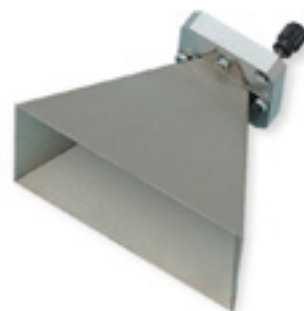
### Support de composants en guide d'ondes

Pour le montage de différents composants utilisés dans les expériences sur les micro-ondes.

Matériel livré :

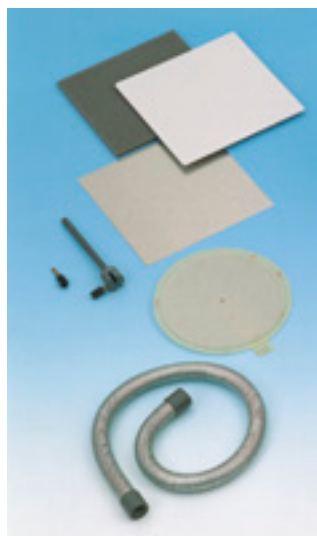
1 tige de 180 mm, avec filetage

737 15 | Support de composants en guide d'ondes



## 3.13 OSCILLATIONS ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

### 3.13.5 MICRO-ONDES



#### Physique Accessoires micro-ondes I

Pour l'étude la réflexion, de la diffraction et de la polarisation avec le système d'expérimentation pour les micro-ondes.

Matériel livré :

- 1 grille métallique à fils parallèles avec échelle angulaire : 210 mm Ø
- 1 plaque métallique en aluminium : 23 cm x 23 cm
- 1 plaque diélectrique en PVC : 23 cm x 23 cm x 0,3 cm
- 1 tapis en mousse : 23 cm x 23 cm
- 1 guide d'ondes, flexible : 1 m x 23 mm Ø
- 1 support de plaque
- 2 tiges de 245 mm, avec filetage

737 27 Physique Accessoires micro-ondes I

#### Physique Accessoires micro-ondes II

Pour des expériences plus poussées avec le système d'expérimentation pour les micro-ondes : réfraction, diffraction, mise en évidence et mesure d'ondes stationnaires.

Matériel livré :

- 2 plaques métalliques en aluminium : 23 cm x 23 cm et 23 cm x 6 cm
- 1 plaque diélectrique en PVC : 23 cm x 23 cm x 2 cm
- 1 lentille convergente concave : 23 cm x 23 cm x 5 cm
- 1 prisme en PVC : 22,6 cm x 16 cm x 7,5 cm
- 1 tige de 180 mm, avec filetage
- 1 demi-cylindre concave : 27 cm x 13,5 cm x 7,8 cm
- 1 fil de Lecher avec court-circuit variable : 40 cm  
- espace libre : 10 mm
- 1 plaque en plastique transparente : 23 cm x 23 cm x 0,3 cm
- 2 supports de plaques
- 2 flacons remplis de 1 kg de sable quartzueux (688 108)
- 1 entonnoir : 10 cm Ø x 13,5 cm

737 275 Physique Accessoires micro-ondes II

#### Prisme en PVC

Prisme comme complément pour les expériences sur la réflexion totale avec les micro-ondes.

Matériel livré :

- Prisme en PVC : 22,6 cm x 16 cm x 7,5 cm
- Support
- Tige de 180 mm, avec filetage

737 276 Prisme en PVC

## 3.14 Electroacoustique

### 3.14.1 Sources sonores et microphones

#### Élément piézo-électrique

Pour la démonstration et l'étude de l'effet piézo-électrique.  
Dans capsule souple transparente, protégé contre l'humidité.

Caractéristiques techniques :

- Cristal piézoélectrique : 5 mm x 10 mm Ø
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions du boîtier : 7 cm x 6 cm x 3 cm

587 251 Élément piézo-électrique



### Haut-parleur d'aigus

Cornet piézo-électrique d'aigus pour les expériences en acoustique par ex. sur la propagation du son, la diffraction d'ondes sonores et l'effet Doppler dans la gamme des fréquences audibles et des ultrasons. L'effet combiné du rendement élevé et de la grande résistance interne permet de raccorder le haut-parleur directement aux générateurs de signaux (sans amplificateur). Sa limite de surcharge élevée le rend quasiment indestructible du point de vue électrique.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 4 ... 40 kHz  $\pm$  3 dB
- Pression acoustique pour 4 V<sub>eff</sub> à 0,5 m de distance : 100 dB
- Caractéristique directionnelle : lobe
- Impédance du système de haut-parleurs :  
pour 1 kHz : 1 k $\Omega$   
pour 40 kHz : 20  $\Omega$
- Charge admissible : durée : 15 V<sub>eff</sub> max
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 30 cm x 13 cm  $\emptyset$
- Tige : 15 cm x 10 mm  $\emptyset$

587 07 Haut-parleur d'aigus



### Haut-parleur à large bande

Pour les expériences en électroacoustique telles que l'excitation d'ondes stationnaires dans le tube de Kundt ou pour étudier les figures acoustiques de Chladni. Système électrodynamique avec résistance de protection incorporée.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,1 ... 20 kHz
- Impédance : 4  $\Omega$
- Résistance de protection : 10  $\Omega$
- Puissance : 25 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 13 cm  $\emptyset$
- Tige : 15 cm x 10 mm  $\emptyset$

587 08 Haut-parleur à large bande



### Haut-parleur à chambre de pression

Source sonore quasiment ponctuelle et donc particulièrement appropriée pour des expériences en acoustique, par ex. pour la génération d'ondes stationnaires dans un tube de Kundt ou pour exciter la plaque vibrante utilisée pour l'étude des figures de Chladni.

Caractéristiques techniques :

- Plage de fréquence : 0,4 ... 8 kHz
- Impédance : 8  $\Omega$
- Puissance : 10 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 13 cm  $\emptyset$
- Tige : 15 cm x 10 mm  $\emptyset$
- Masse : 0,5 kg

587 191 Haut-parleur à chambre de pression



### Oscillateur

Permet d'étudier les sons basse fréquence et de faire vibrer des cordes (dispositif expérimental de Melde) ainsi que des ressorts à boudin. Avec plaque pour la génération de fronts d'ondes planes ainsi que goujon fileté permettant par ex. de fixer un crochet. Support avec douilles filetées pour la tige support (inclus au matériel livré).

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 0 ... 5 000 Hz
- Impédance : 8  $\Omega$
- Puissance : 100 W
- Connexion : deux douilles de 4 mm
- Dimensions : 19 cm x 19 cm x 8 cm
- Tige : 22,3 cm x 10 mm  $\emptyset$ , M6
- Masse : 1,7 kg

587 09 Oscillateur



## 3.14 ÉLECTROACOUSTIQUE

### 3.14.1 SOURCES SONORES ET MICROPHONES



#### Microphone universel

Pour toutes les expériences dans la gamme des fréquences audibles et ultrasonores. Avec gain réglable en continu, signal de sortie commutable (analogique, niveau, TTL) et coupure automatique de l'alimentation électrique. Livré avec pile et tige support à visser.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence :
  - 30 ... 20 000 Hz
  - 15 ... 40 000 Hz (pour une sensibilité réduite)
- Gain : jusqu'à 16 fois
- Signal de sortie : « Signal », « Niveau », « Trigger »
- Câble de connexion avec fiches de 4 mm : L = 2 m
- Dimensions de la sonde : 25 cm x 8 mm Ø
- Tige : 10 mm Ø
- Longueur totale (sans câble) : 45 cm
- Masse : 250 g

586 26 | Microphone universel



#### Microphone

Capsule à electret, pour étudier le son à l'appui d'expériences simples, dans monture, avec douilles de raccordement, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence : 20 ... 20 000 Hz
- Sensibilité : 5 mV/Pa
- Impédance de sortie : 2,2 kΩ
- Condensateur de couplage : 0,1 ... 4,7 μF
- Alimentation : 1,5 ... 10 V CC / 0,5 mA
- Connexion : douilles de 4 mm
- Dimensions :
  - Monture : 13 cm Ø
  - Tige : 17 cm x 10 mm Ø

586 291 | Microphone



#### Microphone S

Avec capsule de microphone très sensible, intégrée, à caractéristique de directivité sphérique ; se branche directement à CASSY, avec connecteur femelle pour le branchement de microphones usuels à prise jack de 3,5 mm.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de fréquence : 50 ... 20 000 Hz
- Grandeurs mesurées
  - Tension : microphone interne/externe
  - Fréquence : microphone interne/externe
  - Temps de propagation : du microphone externe au microphone interne
  - Niveau de son : microphone interne (pas calibré)
- Dimensions : 70 mm x 50 mm x 25 mm
- Masse : 75 g

524 059 | Microphone S



#### Tête artificielle

Réplique de la tête humaine pour démontrer l'audition binaurale, c.-à-d. par les deux oreilles, et les différences de temps de propagation du son. Dotée de deux microphones dans les oreilles et d'un câble.

529 0591 | Tête artificielle

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 013	Sensor-CASSY 2
2	524 059	Microphone S



## 3.15 Thermoélectricité

### Thermocouples, jeu

Permet de mettre en évidence l'effet thermoélectrique (effet Seebeck) avec différents thermocouples et de mesurer la température.

Caractéristiques techniques :

- Matériaux des couples :  
fer - constantan  
cuivre - constantan  
chrome/nickel - constantan  
(constantan recouvert d'une gaine d'isolement)
- Longueur : 1 m

557 01	Thermocouples, jeu
--------	--------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	531 900	Multimètre de démonstration
1	532 13*	Microvoltmètre

\* alternative

### Module Peltier sur écran

Pour réaliser des expériences sur le rail métallique de précision (par ex. 460 82). Module Peltier entre deux cuves d'eau. Avec tige, à installer dans le cavalier (460 95).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du module Peltier : 30 mm x 30 mm
- Cuves d'eau : 2 cm x 4 cm x 6 cm, l'une
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Connexion : douilles de 4 mm

458 410	Module Peltier sur écran
---------	--------------------------

### Pile thermo-électrique de Moll

Sonde sensible permettant de mesurer le rayonnement émis par un corps noir et d'étudier la répartition des raies dans le spectre ou les figures de diffraction. Boîtier métallique pourvu d'un pavillon poli et renfermant des thermocouples branchés en série. Sur tige, avec vitre de protection.

Caractéristiques techniques :

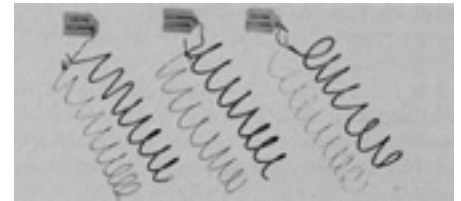
- Sensibilité :  
env. 20 ... 40  $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$  et env. 0,1  $\mu\text{V}/\mu\text{W}$
- Gamme de longueur d'onde :  
sans vitre de protection : 0,3 ... 3  $\mu\text{m}$   
avec vitre de protection : 0,2 ... 50  $\mu\text{m}$
- Impédance : env. 150  $\Omega$
- Durée de réglage (95 %) : 18 s
- Puissance de rayonnement : max. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$
- Fenêtre d'entrée : 12 mm  $\varnothing$
- Dimensions du boîtier : 8 cm x 34 mm  $\varnothing$
- Connexion : par douilles de 4 mm
- Tige : 17 cm x 10 mm  $\varnothing$
- Masse : 0,5 kg

557 36	Pile thermo-électrique de Moll
--------	--------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	531 900	Multimètre de démonstration
1	532 13*	Microvoltmètre

\* alternative





### 3.16 Documentation pédagogique

**LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais**

Classeur avec 185 descriptions d'expériences pour le premier cycle de l'enseignement secondaire, dans les domaines

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Optique
- Radioactivité

539 501EN

LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, anglais

**LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais**

50 descriptions d'expériences pour l'enseignant, complémentaires à 539 501EN. 70 pages. À ranger dans le classeur de 539 501EN.

Sujets traités :

- Oscillations mécaniques
- Acoustique
- Transmission de chaleur
- Changement d'état
- Travail, énergie et puissance
- Conversion et transmission de l'énergie
- Moteur et générateur
- Fonctions logiques de base
- Propriétés des rayons radioactifs

539 502EN

LIT: Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, anglais

**LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P3 – électricité, anglais**

Env. 78 fiches de travaux pratiques en électricité pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 320 pages ; dans classeur.

597 5153EN

LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P3 – électricité, anglais

**LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P4 – électronique, anglais**

Env. 19 fiches de travaux pratiques en électronique pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 80 pages ; dans classeur.

597 5154EN

LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P4 – électronique, anglais

**CD: Document Center, TP de physique, français**

Avec plus de 400 descriptions d'expériences dans tous les domaines de la physique, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur. Descriptions d'expériences en français et en anglais.

Domaines:

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Électronique
- Optique
- Physique atomique et nucléaire
- Physique des solides

Avec interface utilisateur conviviale permettant la visualisation et la gestion aisées des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites. Pré-requis : PC avec Windows XP/Vista/7/8 - Adobe Reader à partir de la version 9 - accès Internet pour les mises à jour automatiques.

597 310FR

CD : Document Center, TP de physique, français

# OPTIQUE

- 5.1 OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE
- 5.2 BANCS D'OPTIQUE ET ACCESSOIRES
- 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES
- 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES
- 5.5 OPTIQUE ONDULATOIRE
- 5.6 INTERFÉROMÉTRIE ET HOLOGRAPHIE
- 5.7 SPECTROMÉTRIE
- 5.8 VITESSE DE LA LUMIÈRE
- 5.9 EFFETS ÉLECTRO-OPTIQUES  
ET MAGNÉTO-OPTIQUES
- 5.10 OPTIQUE LASER
- 5.11 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 5.1 Optique géométrique

### 5.1.1 Disque optique



#### Disque optique

Pour l'étude de la trajectoire des rayons dans le cas de l'utilisation de miroirs, de prismes et de lentilles à l'aide de modèles optiques. Plaque de base blanche mate, avec échelle angulaire, tige axiale et alésages pour pinces de fixation. Livré avec jeu complet de corps optiques.

Caractéristiques techniques :

- Plaque de base :  
Dimensions : 40 cm x 25 cm  
Échelle : 360°, graduée en degrés
- Diamètre de la tige : 10 mm
- Modèle de miroir :  
Surface réfléchissante : 60 mm x 14 mm
- Corps en verre acrylique  
Longueur ou diamètre : 9 cm  
Hauteur : 15 mm

Matériel livré :

- 1 plaque de base
- 1 tige support
- 1 modèle de miroir  
(plan, convexe, concave)
- 1 demi-cylindre
- 1 cylindre
- 1 corps trapézoïdal
- 1 prisme à angle droit
- 1 modèle de lentille, biconvexe
- 1 modèle de lentille, biconcave
- 2 pinces de fixation
- 1 plateau de rangement

463 52 Disque optique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 02	Pied en V, petit
1	300 42	Tige 47 cm, 12 mm Ø
1	301 01	Noix Leybold

#### Petit banc d'optique



Rail en acier (profil carré avec rainure triangulaire) fixé à une tige support par une articulation latérale avec vis de blocage. L'angle d'inclinaison est réglable. Des noix Leybold sont utilisées comme cavaliers et peuvent se déplacer librement sur toute la longueur du rail. L'accouplement de deux bancs d'optique s'effectue par l'articulation à échelle angulaire (460 40).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 75 cm
- Échelle : graduation en cm et en mm
- Dimensions de la tige : 25 cm x 12 mm Ø
- Masse : 2,3 kg

460 43 Petit banc d'optique

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 01	Pied en V, grand
1	301 01	Noix Leybold
1	301 06*	Pince de table

\* alternative

### Articulation à échelle angulaire

Pour l'accouplement pivotant de deux petits bancs d'optique (460 43) avec possibilité de relever l'angle formé par les rails. Connexion mécanique par des noix à vis de fixation. Alésage dans l'axe de rotation avec anneau de fixation pour l'insertion d'éléments optiques.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire : 0° à 180°
- Échelle : graduée en degré
- Diamètre de l'alésage : 10 mm

460 40    Articulation à échelle angulaire



### 5.1.2 Réfraction et réflexion

#### Appareil pour la réfraction et la réflexion

Pour la démonstration des phénomènes de réfraction et de réflexion lors du passage de l'eau à l'air d'un faisceau lumineux sous différents angles. Cuve munie d'une ampoule halogène intégrée, montée sur plaque d'expérimentation. Fourni avec deux diaphragmes à fente.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
Plaque : 30 cm x 29,7 cm  
Cuve : 25 cm x 14 cm x 3 cm
- Nombre de fentes  
Diaphragme A : 1  
Diaphragme B : 10
- Alimentation : 12 V/20 W par douilles de 4 mm
- Masse : 1,7 kg

464 261    Appareil pour la réfraction et la réflexion



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 339*	Paire d'embases

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	672 0110	Fluorescéine, 25 g

#### Fluorescéine, 25 g

672 0110    Fluorescéine, 25 g

#### Modèle de fibre optique

Permet d'expérimenter sur la conduction de la lumière par réflexion totale ; tube en plexiglas formant deux spirales, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du tube : 50 cm
- Diamètre du tube : 10 mm
- Diamètre des spirales : 5 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

464 20    Modèle de fibre optique



# 5.1 OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## 5.1.2 RÉFRACTION ET RÉFLEXION



### Fibres optiques, jeu de 2

Pour des expériences fondamentales dans le domaine de l'opto-électronique avec les diodes émettrices et réceptrices.

Caractéristiques techniques :

- Fibres optiques, avec gaine  
Diamètre extérieur : 2,2 mm  
Diamètre intérieur : 1 mm  
Ouverture numérique O.N. : 0,47
- Fibres optiques, sans gaine  
Diamètre extérieur : 2 mm  
Diamètre intérieur : 2 mm env.  
Ouverture numérique O.N. : 0,50
- Longueur : 2 m
- Structure : à saut d'indice
- Matériau du cœur : plastique

579 44	Fibres optiques, jeu de 2
--------	---------------------------

### 5.1.3 Optique sur le tableau magnétique

#### Cadre d'expérimentation et de démonstration III (optique)

Support pour montages verticaux permettant la réalisation d'expériences d'optique avec le matériel des collections Optique sur tableau magnétique.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 05	Pince de table avec goujon
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 301	Tableau magnétique
1	463 702	Optique sur tableau magnétique, collection de base
1	463 712	Optique sur tableau magnétique, complément
1	463 981	LIT : Optique sur tableau magnétique, en allemand

301 300S3	Cadre d'expérimentation et de démonstration III (optique)
-----------	---

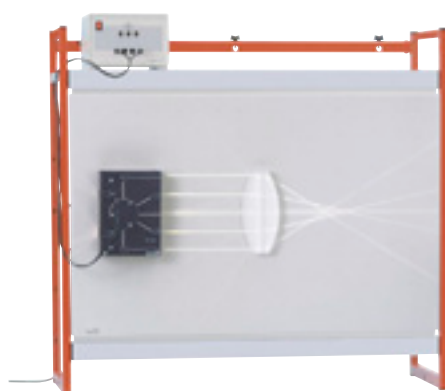
#### Optique sur tableau magnétique, collection de base

Pour les expériences de démonstration en optique géométrique avec des corps aimantés sur le tableau magnétique (301 301). Sujets dont l'étude est possible avec la collection de base : propagation de la lumière, projection de l'ombre, réflexion, réfraction.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	463 761	Lampe multirayons
1	463 771	Jeu de 3 corps opaques, aimantés
1	463 781	Miroir plan, aimanté
1	463 791	Modèle de miroir, convexe-concave, aimanté
1	463 821	Demi-cylindre, aimanté
2 de	688 050	Bande magnétique pour 463702, lot de 5

463 702	Optique sur tableau magnétique, collection de base
---------	--



Exemple de montage « Rayons parallèles » (alimentation non incluse au matériel livré)



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	301 300	Cadre d'expérimentation et de démonstration
1	301 301	Tableau magnétique
1	521 25	Transformateur 2... 12 V, 120 W

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	301 05	Pince de table avec goujon
1	301 310	Étagère

### Optique sur tableau magnétique, complément

Pour des expériences approfondies en optique géométrique avec des corps aimantés sur le tableau magnétique (301 301) ; collection à utiliser avec la collection de base (463 702). Groupes thématiques traités : lentilles, système de lentilles, dispersion et couleurs.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	463 765	Support pour filtres, aimanté
1	463 801	Lentille plan-concave, aimantée
2	463 811	Lentille plan-convexe, aimantée
1	463 831	Plaque à faces planes et parallèles, aimantée
1	463 841	Prisme à angle droit, aimanté
1	463 85	Prisme en verre flint sur aimant
1	467 95	Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3
1	467 96	Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3

463 712 Optique sur tableau magnétique, complément

### Lampe multirayons

Pour des expériences de démonstration en « optique géométrique » sur le tableau magnétique.  
Sortie de 1 à 5 faisceaux lumineux minces (rayons); les faisceaux qui émergent sont déviés par des miroirs pivotants de façon à être parallèles, divergents ou convergents avec un foyer quelconque. Convient particulièrement bien pour des expériences sur la réfraction et la réflexion.  
Sortie de 1 ou 2 faisceaux lumineux divergents. Zone de recouvrement réglable. Bien adapté à des expériences sur la projection de l'ombre et la théorie des couleurs.  
Câble avec fiches de 4 mm pour la connexion à l'alimentation électrique.  
Dos recouvert d'une feuille aimantée.

Caractéristiques techniques :

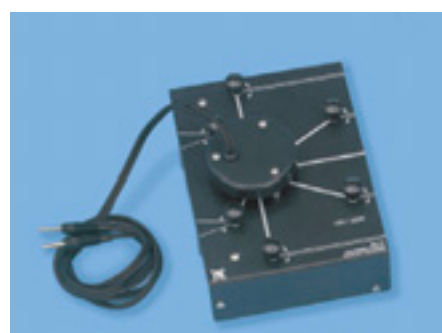
- Ampoule : 12 V/55 W (697 71)
- Dimensions : 15 cm x 20 cm x 5 cm
- Masse : 0,9 kg

463 761 Lampe multirayons

### Ampoule de rechange 12 V/55 W, P14, 5s

Par ex., pour la lampe multirayons 463 761.

697 71 Ampoule de rechange 12 V/55 W, P14, 5s



# 5.1 OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## 5.1.3 OPTIQUE SUR LE TABLEAU MAGNÉTIQUE



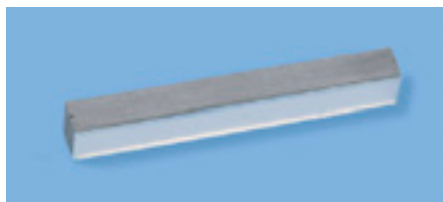
### Demi-cylindre, aimanté

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Distance focale :  $f = +200$  mm
- Hauteur : 25 mm
- Surface de base : 20 cm x 10 cm

463 821 Demi-cylindre, aimanté



### Miroir plan, aimanté

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Surface réfléchissante : 200 mm x 25 mm

463 781 Miroir plan, aimanté



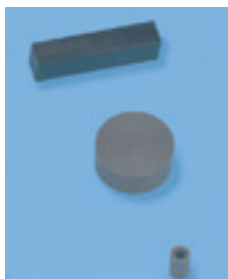
### Modèle de miroir, convexe-concave, aimanté

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Distance focale :  $\pm 100$  mm
- Surface réfléchissante : 200 mm x 25 mm

463 791 Modèle de miroir, convexe-concave, aimanté



### Jeu de 3 corps opaques, aimantés

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions:
  - Parallélépipède : 100 mm x 20 mm x 25 mm
  - Cylindre fin : 25 mm x 15 mm  $\emptyset$
  - Cylindre épais : 25 mm x 60 mm  $\emptyset$

463 771 Jeu de 3 corps opaques, aimantés



### Prisme à angle droit, aimanté

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Hauteur : 25 mm
- Surface de base : 18 cm x 18 cm

463 841 Prisme à angle droit, aimanté



### Plaque à faces planes et parallèles, aimantée

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Hauteur : 25 mm
- Surface de base : 20 cm x 6,5 cm

463 831 Plaque à faces planes et parallèles, aimantée



### Lentille plan-convexe, aimantée

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Distance focale :  $f = +400$  mm
- Hauteur : 25 mm
- Surface de base : 20 cm x 4 cm

463 811 | Lentille plan-convexe, aimantée



### Lentille plan-concave, aimantée

Pour l'étude de la trajectoire des rayons sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Hauteur : 25 mm
- Distance focale :  $-400$  mm
- Dimensions de la surface de base : 20 cm x 4 cm

463 801 | Lentille plan-concave, aimantée



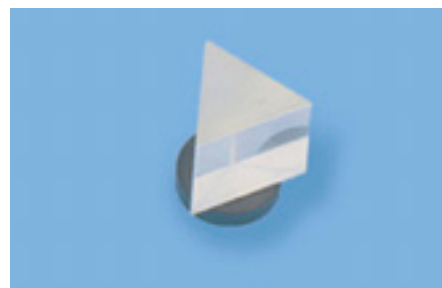
### Prisme en verre flint sur aimant

Équilatéral, pour des expériences de démonstration en optique géométrique sur le tableau magnétique (301 301).

Caractéristiques techniques :

- Indice de réfraction ( $n_D$ ): 1,620
- Dispersion moyenne ( $n_F - n_C$ ): 0,017
- Angle de dispersion ( $d_F - d_C$ ):  $1,77^\circ$
- Arête : 30 mm
- Hauteur : 30 mm

463 85 | Prisme en verre flint sur aimant



### Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3

Pour des expériences sur le mélange additif et soustractif et sur les couleurs propres.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'un
- Couleurs : rouge, vert, bleu

467 95 | Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3



### Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3

Pour des expériences sur le mélange additif et soustractif et sur les couleurs propres.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'un
- Couleurs : jaune, cyan, magenta

467 96 | Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3



### Support pour filtres, aimanté

Pour la fixation des filtres colorés (467 95/467 96) sur le tableau magnétique (301 301).

463 765 | Support pour filtres, aimanté



# 5.1 OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## 5.1.3 OPTIQUE SUR LE TABLEAU MAGNÉTIQUE



### LIT : Optique sur tableau magnétique, en anglais

45 expériences, 155 pages, DIN A4, 102 illustrations.

Thèmes :

- Lumière et ombre
- Réflexion sur le miroir plan
- Réflexion sur des miroirs curvilignes
- Réfraction
- Lentilles et systèmes de lentilles
- Modèle d'œil et aides visuelles
- Dispersion et couleur

463 982EN LIT : Optique sur tableau magnétique, en anglais

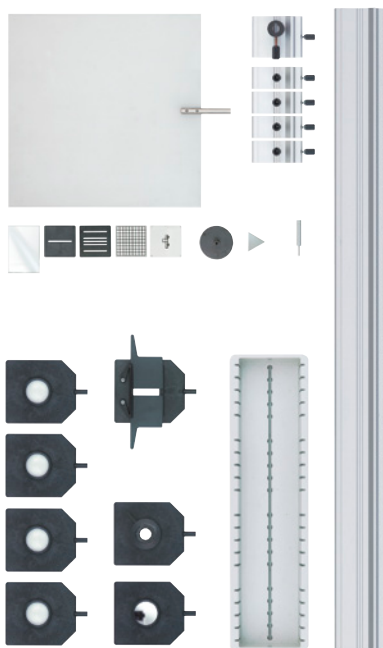
## 5.2 Bancs d'optique et accessoires

### 5.2.1 Banc d'optique, profil S1

#### Optique S 1, collection

Collection de base pour la démonstration.

Matériel livré :



Quantité	N° de cat.	Désignation
1	441 53	Écran, translucide
1 de	459 31ET2	Porte-bougies, lot de 2
1	459 33	Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige
1 de	459 38ET2	Miroirs plans, 7,5 cm x 5 cm, jeu de 2
1	459 60	Lentille sur tige, $f = +50$ mm
1	459 62	Lentille sur tige, $f = +100$ mm
1	459 63	Lentille sur tige, $f = +200$ mm
1	459 68	Lentille sur tige, $f = -100$ mm
1	459 71	Miroir convexe-concave sur tige
1	460 310	Banc d'optique, profil S1, 1 m
1	460 311	Cavalier avec noix 45/65
4	460 313	Cavalier avec colonne de fixation
1	461 62	Diaphragmes à fentes, jeu de 2
1	461 65	Diaphragme à iris sur tige
1	461 66	Diapositives, jeu de 2
1	465 32	Prisme en verre flint
1	648 42	Boîte de rangement Science Kit Advanced S12 OP2
1 de	686 60ET2	Fiches rallonges, jeu de 2

460 316 Optique S 1, collection

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	459 032	Lampe halogène 12 V/20 W
1	460 313	Cavalier avec colonne de fixation
1 de	450 521*	Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2
1	450 60*	Carter de lampe avec câble
1	460 311*	Cavalier avec noix 45/65

\* alternative

#### Bancs d'optique, profil S1

Pour les démonstrations. Convient pour les cavaliers 460 311 à 460 313. Rail en profilé d'aluminium avec échelle latérale intégrée.

Échelle : graduée en cm et en mm

N° de cat.	Longueur
460 317	0,5 m
460 310	1 m
460 318	2 m



#### Cavalier avec colonne de fixation

Support pour composants optiques à tige de 8 mm de diamètre.

Caractéristiques techniques :

- Largeur du pied : 35 mm
- Hauteur de la colonne : 90 mm
- Écartement pour les tiges : 8 mm

460 313	Cavalier avec colonne de fixation
---------	-----------------------------------

#### Cavalier avec noix 45/65

Support de fixation des lampes (450 60) et (450 64) ainsi que de l'écran (441 53) sur un banc d'optique à profil S1 (460 310 - 318).

Caractéristiques techniques :

- Largeur du pied : 65 mm
- Hauteur de la noix : 45 mm
- Écartement pour les tiges : 12 mm

460 311	Cavalier avec noix 45/65
---------	--------------------------

#### Cavalier avec noix 45/35

Support pour composants optiques fixés sur un banc d'optique à profil S1 (460 310 - 318).

Caractéristiques techniques :

- Largeur du pied : 35 mm
- Hauteur de la noix : 45 mm
- Écartement pour les tiges : 12 mm

460 312	Cavalier avec noix 45/35
---------	--------------------------

#### Charnière rotative avec échelle de lecture et colonne de fixation

Banc d'optique court inclus au matériel livré. À raccorder à un banc d'optique à profil S1 (460 310 - 318). Avec colonne permettant le logement de composants optiques au niveau de l'articulation.

Caractéristiques techniques :

- Longueur :  
Charnière rotative : 20 cm  
Banc d'optique court : 50 cm
- Échelle angulaire : 0° ... 120°
- Écartement pour les tiges : 8 mm

460 315	Charnière rotative avec échelle de lecture et colonne de fixation
---------	---



## 5.2 BANCS D'OPTIQUE ET ACCESSOIRES

### 5.2.1 BANC D'OPTIQUE, PROFIL S1



#### Lampe halogène 12 V/20 W

Lampe d'intensité lumineuse élevée pour toutes les expériences d'optique sur un banc d'optique. Tube pivotant, sur écran avec tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Lampe à halogène : 12 V/20 W (459 01ET5)
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Raccordement : douilles de 4 mm et douille de jack

459 032	Lampe halogène 12 V/20 W
---------	--------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 791	Adaptateur secteur 12 V CA
1	501 451*	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, noirs, paire
1	521 210*	Transformateur 6/12 V, 30 W

\* alternative

### 5.2.2 Banc d'optique à profil normalisé

#### Les anneaux de Newton par transmission et réflexion avec une lumière blanche

Dans l'expérience P5.3.3.2, les anneaux de Newton sont étudiés aussi bien par réflexion que par transmission. Étant donné que les sous-faisceaux lumineux subissent dans le coin d'air un saut de phase de  $\lambda/2$  à chaque réflexion sur les surfaces de verre, les conditions d'interférence pour la réflexion et pour la transmission sont complémentaires. Les rayons  $r_n$  des anneaux d'interférence clairs sont par transmission exactement les mêmes que ceux des anneaux sombres par réflexion. On remarque notamment que le centre des anneaux de Newton est clair par transmission et sombre par réflexion. Comme on utilise de la lumière blanche, les anneaux d'interférence sont entourés de franges colorées.



#### Bancs d'optique, profil normalisé

Pour les démonstrations et expériences de haute précision en laboratoire. Profilé triangulaire, avec pied et vis de réglage pour ajustage en trois points. Extrémités pourvues d'alésages permettant la fixation d'éléments de jonction pour d'autres rails.

Échelle : graduée en cm et mm

N° de cat.	Longueur
460 335	0,5 m
460 32	1 m
460 33	2 m

#### Charnière rotative avec échelle

Pour relier deux bancs d'optique à profil normalisé, pourvue d'une colonne pivotante permettant le logement d'un composant optique. Mise en place possible d'un capteur de rotation S (524 082) pour mesurer l'angle formé par les rails.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire :  $0^\circ \dots \pm 180^\circ$
- Angle des rails :  $0^\circ \dots \pm 160^\circ$
- Colonne : pivotante à  $360^\circ$
- Distance entre colonne et banc : 15 cm
- Hauteur de la colonne : 60 mm
- Masse : 0,7 kg

460 341	Charnière rotative avec échelle
---------	---------------------------------

#### Entretoise en croix

Pour relier des bancs d'optique à profil normalisé dans un angle droit (460 335, 460 32, 460 33), par ex. pour le montage d'un interféromètre de Michelson.

460 342 | Entretoise en croix



#### Cavaliers pour banc d'optique

Pour banc d'optique à profil normalisé. Pour les démonstrations et les expériences de haute précision en laboratoire. Profilé d'aluminium anodisé noir, traité mécaniquement pour une grande précision. Pour les composants d'optique dans monture.

- Écartement pour tiges : 10 ... 14 mm

N° de cat.	Hauteur de la colonne	Largeur du pied
460 370	60 mm	34 mm
460 373	60 mm	50 mm
460 374	90 mm	50 mm
460 375	120 mm	50 mm



#### Cavalier à colonne inclinable 90/50

Cavalier pour banc d'optique à profil normalisé.

Pour démonstrations et expériences en laboratoire de haute précision. Profilé d'aluminium anodisé noir, traité mécaniquement pour une grande précision. Pour les composants optiques dans monture avec tige. Permet de faire basculer les composants optiques en dehors de l'axe optique.

Caractéristiques techniques :

- Domaine d'inclinaison : 90°
- Hauteur de la colonne : 90 mm
- Largeur du pied : 50 mm
- Écartement pour les tiges : 10 ... 14 mm Ø

460 382 | Cavalier à colonne inclinable 90/50



#### Cavalier à déplacement latéral 90/50

Cavalier pour banc d'optique à profil normalisé. Pour déplacer manuellement les composants optiques perpendiculairement à l'axe optique.

Pour démonstrations et expériences en laboratoire de haute précision. Profilé d'aluminium anodisé noir, traité mécaniquement pour une grande précision. Pour les composants optiques dans monture avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Domaine de décalage :  $\pm 65$  mm
- Hauteur de la colonne : 90 mm
- Largeur du pied : 50 mm
- Écartement pour les tiges : 10 ... 14 mm Ø

460 383 | Cavalier à déplacement latéral 90/50



#### Cavalier large à filetage

Cavalier pour banc d'optique à profil normalisé (460 335, 460 32, 460 33). Sert à la mise en place et à la fixation d'un noyau en U avec bobines, par ex. pour des expériences sur l'effet Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Largeur du pied : 150 mm
- Filetage : 1 x M8; 4 x M6

460 381 | Cavalier large à filetage



## 5.2 BANCS D'OPTIQUE ET ACCESSOIRES

### 5.2.2 BANC D'OPTIQUE À PROFIL NORMALISÉ



#### Rallonge

Pour le montage de composants optiques de la plaque de base pour optique laser (473 40) sur les bancs d'optique à profil normalisé. Fixation dans les cavaliers (460 370, 460 373, 460 774, 460 375).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 120 mm
- Écartement pour les tiges : 10 ... 14 mm Ø

460 385 Rallonge

#### Bras de rallonge

Pour le positionnement des composants optiques au-dessus d'un banc d'optique à profil normalisé, fixation dans les cavaliers (460 370, 460 373, 460 374, 460 375).

Caractéristiques techniques :

- Prolongation : env. 85 mm
- Écartement pour les tiges : 10 ... 14 mm Ø

460 380 Bras de rallonge

## 5.3 Sources lumineuses et accessoires

### 5.3.1 Lampes à incandescence, halogènes et au xénon

#### Carter de lampe avec câble

Source lumineuse d'emplois multiples avec tube coulissant dans l'axe et trois vis moletées permettant de centrer le culot de lampe ; sur tige support. Livré sans ampoule.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E 14
- Branchement : câble avec fiches de sécurité de 4 mm
- Longueur : 12 cm (tube intérieur rentré)
- Longueur d'extraction du tube : 6 cm
- Diamètre : env. 7 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

450 60 Carter de lampe avec câble

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	450 511	Ampoules 6 V/ 30 W, E14, jeu de 2
1	521 210	Transformateur 6/12 V, 30 W
1 de	450 521*	Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	460 20	Condenseur asphérique



#### Condenseur asphérique

À enficher sur le carter de lampe (450 60). Peut également servir de support pour la fixation de diaphragmes, d'objets de projection, de diapositives et de filtres au format 50 mm x 50 mm. Porte-diaphragme amovible, avec fiches.

Caractéristiques techniques :

- Condenseur :  
Distance focale : env. 50 mm  
Diamètre : 60 mm
- Porte-diaphragme :  
Écartement des rails : 50 mm  
Ouverture : 45 mm x 45 mm  
Fiches de fixation : 4 mm Ø
- 5 diaphragmes et objets de projection :  
Dimensions : 50 mm x 50 mm  
Diamètre des trous : 6 mm et 12 mm  
Largeur de la fente : 1 mm  
Longueur de la flèche : 10 mm  
Largeur du repère (pour indicateur lumineux) : 0,5 mm

460 20 Condenseur asphérique



#### Ampoules 6 V/ 30 W, E14, jeu de 2

Avec filament de petite taille et à luminance élevée. Convient pour le carter de lampe (450 60).

Caractéristiques techniques :

- Tension : 6 V
- Courant : 5 A
- Culot : E 14

450 511 Ampoules 6 V/ 30 W, E14, jeu de 2



#### Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2

Convient pour le carter de lampe (450 60).

Caractéristiques techniques :

- Tension : 12 V
- Courant : 2,5 A
- Culot : E 14

450 521 Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2

#### Lampe halogène, 12 V, 50/100 W

Source lumineuse extrêmement claire, pour de multiples utilisations grâce à un nouveau type de douille à double ampoule : avec l'ampoule de 100 W (450 63) et le réflecteur intégré, elle est adaptée à des fins de projection et d'éclairage, avec l'ampoule de 50 W (450 68), elle sert plutôt de source lumineuse à faible dispersion pour l'étude des trajectoires de rayons. Condenseur non sphérique avec mouvement tournant et coulissant pour l'ajustage latéral et axial de l'ampoule. Avec dispositif de fixation à fourche pour régler l'angle d'inclinaison, sur tige support. Livrée sans ampoules halogènes.

Caractéristiques techniques :

- Condenseur :  
Distance focale : env. 50 mm  
Diamètre : 60 mm
- Douilles : G6,35
- Connexion : 12 V, par douilles de 4 mm
- Dimensions : 21 cm x 12,5 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

450 64 Lampe halogène, 12 V, 50/100 W



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	450 63	Ampoule halogène 12 V/100 W, G6,35
1	450 68	Ampoule halogène 12 V/50 W, G6,35
1	521 25	Transformateur 2... 12 V, 120 W

## 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES

### 5.3.1 LAMPES À INCANDESCENCE, HALOGÈNES ET AU XÉNON



#### Passe-vues

Pour lampe halogène 12 V, 50/100 W (450 64) ; prévu pour des diapositives ou des filtres colorés au format 50 mm x 50 mm. Avec filtre thermique pour l'absorption des rayons infrarouges de la lumière halogène.

450 66	Passe-vues
--------	------------



#### Ampoule halogène 12 V/50 W, G6,35

Caractéristiques techniques :

- Tension : 12 V
- Puissance : 50 W
- Culot : G6,35
- Flux lumineux : 1600 lm
- Durée de vie : 50 h
- Filament : 3,3 mm x 1,6 mm Ø

450 68	Ampoule halogène 12 V/50 W, G6,35
--------	-----------------------------------

#### Ampoule halogène 12 V/100 W, G6,35

Caractéristiques techniques :

- Tension : 12 V
- Puissance : 100 W
- Culot : GY6,35
- Flux lumineux : 2 000 lm
- Durée de vie : 1 500 h
- Filament : 4,8 mm x 3 mm Ø

450 63	Ampoule halogène 12 V/100 W, G6,35
--------	------------------------------------



#### Lampe au xénon

Du fait de la très faible extension de l'arc électrique et de sa forte luminance, cette source lumineuse convient particulièrement aux expériences d'optique ; avec ballast intégré ; dans boîtier avec lentille de condenseur sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Lampe à décharge de gaz au xénon D2s  
Puissance : 35 W  
Flux lumineux : 3200 lm  
Luminance moyenne : 4000 cd/cm<sup>2</sup>  
Longueur de l'arc : 4,2 mm
- Ballast électronique  
Gamme de tension de service : 9 ... 16 V CC  
Courant initial : ≤ 17 A
- Condenseur  
Distance focale : env. 50 mm  
Diamètre : 60 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm
- Dimensions : 21 cm x 12,5 cm x 10 cm
- Masse : 1,3 kg

450 80	Lampe au xénon
--------	----------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	450 83	Alimentation pour lampe au xénon



## 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES

### 5.3.1 LAMPES À INCANDESCENCE, HALOGÈNES ET AU XÉNON

#### Alimentation pour lampe au xénon

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 13,5 V
- Ondulation résiduelle : 150 mV<sub>cc</sub>
- Courant de sortie : max. 22 A
- Alimentation électrique : 100 ... 240 V / 50 ... 60 Hz
- Fusible primaire : T 3,15
- Dimensions : 30 cm x 15 cm x 24 cm
- Masse : 2,5 kg

450 83 Alimentation pour lampe au xénon



#### Lampe 1000 W, avec volets

Lampe de sécurité avec refroidissement par ventilation ; livrée avec thermostat, levier pivotant pour montage sur statif, volets coupe-flux, câble secteur et ampoule halogène 230 V/1000 W.

Caractéristiques techniques :

- Douille : GX 6,35
- Fusible : F 6,3
- Alimentation : 230 V, 50 Hz
- Dimensions : 10 cm x 14 cm x 19 cm
- Masse : 1,3 kg

450 72 Lampe d'atelier 1000 W, avec trappes de la lumière



#### Ampoule halogène 230 V, 1000 W, G6,35

Ampoule de rechange pour la lampe d'atelier (450 72).

Caractéristiques techniques :

- Flux lumineux : 33 000 lm
- Durée de vie : 15 h
- Tension : 230 V
- Courant : 4,5 A
- Puissance absorbée : 1000 W
- Culot : GX 6,35-25

450 71 Ampoule halogène 230 V, 1000 W, G6,35



#### Lampe de poche

Caractéristiques techniques :

- Longueur : env. 18 cm

450 651 Lampe de poche

Complément nécessaire :

2 piles Mono, 1,5 V



## 5.3.2 Laser

### Pointeur laser

Laser à diode, classe 2, livré avec 4 piles LR41.

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde : env. 650 nm, (rouge)
- Puissance : < 1 mW
- Dimensions : 11 mm x 140 mm

452 310 Pointeur laser



## 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES

### 5.3.2 LASER



#### Laser à diode, 635 nm, 1 mW

Source lumineuse monochromatique compacte, spécialement conçue pour des expériences sur l'interférence et la diffraction. Du fait de la polarisation linéaire, ce laser permet aussi la réalisation d'expériences sur la rotation du plan de polarisation. Avec tiges pour une utilisation sur le banc d'optique ou sur la plaque de base de l'interféromètre.

Caractéristiques techniques :

- Laser de classe 2, selon DIN EN 60825-1 : 2003
- Puissance de sortie : max. 1 mW
- Longueur d'onde : 635 nm
- Diamètre du faisceau : 2 mm
- Divergence du faisceau : 0,5 mrad
- Polarisation linéaire : 100 : 1
- Alimentation : 12 V, par adaptateur secteur 230 V ; 12 V / 20 V (inclus au matériel livré)
- Dimensions : 10 cm x 4 cm x 4 cm
- Masse : 0,45 kg

471 791 Laser à diode, 635 nm, 1 mW

Attention :

Le laser satisfait aux exigences de sécurité de la classe 2 définies dans la norme EN 60 825-1.

Pour l'utilisation dans le cadre des travaux pratiques, veuillez respecter les consignes de sécurité spécifiées dans le mode d'emploi ainsi que les directives nationales en vigueur.

#### Laser He-Ne à polarisation linéaire

Source de lumière idéale pour tous les dispositifs expérimentaux pour lesquels un faisceau de lumière intensif à rayons parallèles est nécessaire (par ex. diffraction, interférence, holographie). Du fait de la polarisation linéaire, ce laser convient aussi pour les expériences sur la rotation du plan de polarisation et sur la modulation de la lumière (par ex. saccharimétrie, effets Faraday, Kerr et Pockels).

Avec interrupteur à clé, filtre gris orientable pour atténuer le rayonnement, tige et adaptateur secteur.

Caractéristiques techniques :

- Laser de classe 2
- Puissance de sortie : 0,2 mW, max. 1 mW (sans filtre gris)
- Diamètre du faisceau : 0,48 mm
- Divergence du faisceau : 1,7 mrad
- Longueur d'onde : 632,8 nm
- Mode : TEM<sub>00</sub>
- Polarisation, linéaire : 500 : 1
- Longévité : 18 000 heures
- Tension d'alimentation : 12 V, adaptateur secteur 230 V ; 12 V / 20 W
- Puissance absorbée : env. 8 VA
- Dimensions : 17 cm x 6 cm x 6 cm
- Masse : 0,9 kg

471 830 Laser He-Ne à polarisation linéaire

Attention :

Le laser satisfait aux exigences de sécurité de la classe 2 définies dans la norme EN 60 825-1.

Pour l'utilisation dans le cadre des travaux pratiques, veuillez respecter les consignes de sécurité spécifiées dans le mode d'emploi ainsi que les directives nationales en vigueur.

#### Lampe torche laser He-Ne, 5 mW

Source de lumière idéale pour tous les dispositifs expérimentaux pour lesquels un faisceau de lumière intensif à rayons parallèles est nécessaire et une puissance plus élevée est souhaitable (par ex. anémométrie Laser-Doppler, holographie). Du fait de la polarisation linéaire, ce laser convient aussi pour les expériences sur la rotation du plan de polarisation et sur la modulation de la lumière (par ex. saccharimétrie, effets Faraday, Kerr et Pockels). Avec câble solidaire et prise à haute tension.

Caractéristiques techniques :

- Laser de classe 3B
- Puissance de sortie : 5 mW
- Diamètre du faisceau : 0,81 mm
- Divergence du faisceau : 1,1 mrad
- Longueur d'ondes : 632,8 nm
- Mode : TEM<sub>00</sub>
- Polarisation, linéaire : 500 : 1
- Durée de vie : 15 000 heures
- Dimensions : 400 mm x 45 mm Ø
- Masse : 0,65 kg

471 821 Lampe torche Laser He-Ne, 5 mW



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	471 825	Alimentation pour laser He-Ne 5 mW

**Attention :**

Le laser satisfait aux exigences de sécurité de la classe 2 définies dans la norme EN 60 825-1.  
 Pour l'utilisation dans le cadre des travaux pratiques, veuillez respecter les consignes de sécurité spécifiées dans le mode d'emploi ainsi que les directives nationales en vigueur.

### Alimentation pour laser He-Ne 5 mW

Pour l'alimentation de lasers He-Ne d'une puissance de sortie de 5 mW, d'une tension d'arc typique de 2 500 V et d'un courant de 6,5 mA (par ex. lampe torche laser 5 mW 471 821).

Caractéristiques techniques :

- Tension d'allumage :  $\geq 10$  kV CC
- Tension de service : 2,2 ... 2,6 kV CC
- Courant de service : 6,5 mA
- Alimentation : 230/115 V CA (commutable) 50/60 Hz
- Courant absorbé : 110/220 mA
- Fusibles :
  - 230 V CA : 0,315 ou T 0,3
  - 115 V CA : 0,63 ou T 0,6
- Dimensions : 23 cm x 21 cm x 7 cm
- Masse : 1,3 kg

471 825	Alimentation pour laser He-Ne 5 mW
---------	------------------------------------



### Porte-laser pour laser He-Ne 5 mW

Pour la fixation de la lampe torche laser He-Ne 5 mW (471 821) et de tout autre instrument rond sur la plaque de base pour l'optique laser ou sur le banc d'optique. Avec deux anneaux supports à fixation en trois points ; inclinaison et hauteur du faisceau de rayons ajustables. Avec deux tiges supports pour fixation sur le banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 200 mm
- Largeur : 80 mm
- Hauteur : 115 mm
- Masse : 1,6 kg

470 010	Porte-laser pour laser He-Ne 5 mW
---------	-----------------------------------



### Lunettes de réglage pour laser He-Ne

Pour la lampe torche laser He-Ne 5 mW (471 821). Protège les yeux de la lumière et des reflets diffus.

Caractéristiques techniques :

- Monture : LGF
- Filtre : Red Diode
- Gamme de longueurs d'onde : visible
- Matériau du filtre : polymère
- Couleur du filtre : bleu ciel
- Transmission de la lumière naturelle : 52 %
- Densité optique : 625 ... 680 nm DO 1-2
- Certification EN 208 : 630-635 R1

471 828	Lunettes de réglage pour laser He-Ne
---------	--------------------------------------



### Panneau d'avertissement : laser

À poser sur la table ou à fixer à un mur/une porte. Fourni avec bandes de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 185 mm x 131 mm

470 030	Panneau d'avertissement : laser
---------	---------------------------------



## 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES

### 5.3.3 TUBES SPECTRAUX, LAMPES SPECTRALES



#### 5.3.3 Tubes spectraux, lampes spectrales

##### Enregistrement de spectres de lampes à décharge de gaz à l'aide d'un spectromètre compact

Dans l'expérience P6.2.2.6, l'émission des spectres des lampes à décharge de gaz est étudié à l'aide d'un spectromètre compact et facile à manier.

##### Tubes spectraux

Pour l'observation de spectres d'émission, décharge de gaz dans des tubes capillaires. Raccords adaptés au support pour tubes spectraux (467 81).

- Capillaire : longueur : env. 7 cm  
diamètre intérieur : 1 mm
- Tension d'allumage : < 5 kV
- Tension de service : < 5 kV (pas de rayonnement X)
- Longueur : env. 22 cm

N° de cat.	Désignation
467 63	Tube spectral Hg (avec Ar)
467 64	Tube spectral N <sub>2</sub>
467 65	Tube spectral O <sub>2</sub>
467 66	Tube spectral H <sub>2</sub>
467 67	Tube spectral He
467 68	Tube spectral Ar
467 69	Tube spectral Ne
467 661	Tube spectral H <sub>2</sub> O
467 70	Tube spectral Kr



##### Support pour tubes spectraux

Avec un anneau fixe et l'autre ajustable pour la fixation des tubes (467 63-70), livré avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des contacts : 12 ... 25 cm (réglable)
- Alimentation : max. 6 kV, par douilles de 4 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

467 81	Support pour tubes spectraux
--------	------------------------------

##### Lampes spectrales

Pour l'observation de spectres de raies de divers gaz rares et de vapeurs métalliques. Luminance et pureté spectrale élevées.

- Culot : Pico 9
- Courant de service : 1,0 A

N° de cat.	Désignation
451 011	Lampe spectrale Ne
451 031	Lampe spectrale He
451 041	Lampe spectrale Cd
451 062	Lampe spectrale Hg 100
451 071	Lampe spectrale Hg-Cd
451 081	Lampe spectrale Tl
451 111	Lampe spectrale Na



#### Carter pour lampes spectrales

Pour la fixation et le branchement des lampes spectrales (451 011-111) à la bobine de self universelle (451 30). Avec dispositif d'amorçage intégré, ouvertures pour le refroidissement et tige.

Caractéristiques techniques :

- Douille : Pico 9
- Alimentation : par câble avec connecteur multiple
- Dimensions du boîtier : 15 cm x 7 cm Ø
- Diamètre de la tige : 10 mm

451 16	Carter pour lampes spectrales
--------	-------------------------------



Fig. : carter avec lampe spectrale (451 011) sur socle (300 11).

#### Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz

Pour l'alimentation des lampes spectrales (451 011-111), d'une lampe haute pression au mercure (451 15/451 151) et de la lampe au cadmium (451 12).

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 1 A, par douille multiple
- Alimentation : 230 V/50 Hz, par câble secteur
- Fusible : T 1,25 B
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 5 kg

451 30	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz
--------	---

#### Lampe haute pression au mercure, dans boîtier

Source de lumière intense pour étudier le spectre du mercure, pour observer les phénomènes de fluorescence et l'effet photo-électrique ainsi que pour déterminer la constante de Planck. Boîtier opaque avec ouverture pour sortie de la lumière.

Caractéristiques techniques :

- Luminance : 600 cd/cm<sup>2</sup>
- Température de couleur : env. 6.000 K
- Courant de service : 1,0 A
- Culot : E 27

451 15	Lampe haute pression au mercure, dans boîtier
--------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 195	Alimentation pour lampe haute pression au mercure
1	451 19*	Douille E27, connecteur multiple
1	451 30*	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz

\* alternative

#### Lampe haute pression au mercure dans boîtier, ouverte

Source lumineuse intense pour étudier le spectre du mercure, démontrer la fluorescence et l'effet photo-électrique ainsi que déterminer la constante de Planck. Dans un boîtier opaque avec ouverture pour la sortie de la lumière, enveloppe en verre ouverte.

Caractéristiques techniques :

- Luminance : 600 cd/cm<sup>2</sup>
- Température de couleur : env. 6000 K
- Courant de service : 1 A
- Culot : E 27
- Durée de vie : 50 h

451 151	Lampe haute pression au mercure dans boîtier, ouverte
---------	---



## 5.3 SOURCES LUMINEUSES ET ACCESSOIRES

### 5.3.3 TUBES SPECTRAUX, LAMPES SPECTRALES

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 195	Alimentation pour lampe haute pression au mercure
1	451 19*	Douille E27, connecteur multiple
1	451 30*	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz

\* alternative

#### Alimentation pour lampe haute pression au mercure

Livrée avec douille sur tige connectée pour le raccordement de la lampe à l'alimentation ou au banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du câble : 70 cm
- Douille : E 27
- Tige : 5 cm
- Alimentation : 230 V, 50 Hz
- Fusible : T 1,0
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 20 cm
- Masse : 2 kg



451 195	Alimentation pour lampe haute pression au mercure
---------	---

#### Douille E27, connecteur multiple

Pour le raccordement de la lampe haute pression au mercure (451 15/451 151) à la bobine de self universelle (451 30). Douille mise à la terre par connecteur multiple et montée sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Douille : E27
- Raccordement : connecteur multiple
- Dimensions :
  - Tige : 10 cm x 10 mm Ø
  - Longueur de câble : 70 cm



451 19	Douille E27, connecteur multiple
--------	----------------------------------

#### Lampe de Balmer

Pour l'observation et l'analyse du spectre de l'hydrogène (série de Balmer). Remplie de vapeur d'eau pour l'obtention d'un spectre atomique sans bandes.

Caractéristiques techniques :

- Courant de service : 50 mA
- Tension de fonctionnement : env. 1500 V
- Dimensions du capillaire : 50 mm x 1 mm Ø
- Dimensions totales : 29 mm x 25 mm Ø

451 13	Lampe de Balmer
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 141	Alimentation pour lampe de Balmer

#### Lampe de Balmer au deutérium

Pour la mise en évidence du décalage des isotopes des raies de Balmer. Lampe identique à 451 13 si ce n'est qu'elle est remplie de vapeur d'eau lourde et de vapeur d'eau ordinaire (proportions du mélange env. 1:2). Pour obtenir un spectre d'atome H-D sans bandes.

Caractéristiques techniques :

- Courant de service : 50 mA
- Tension de fonctionnement : env. 1500 V
- Dimensions des capillaires : 5 cm x 1 mm Ø
- Dimensions totales : 29 cm x 25 mm Ø

451 41	Lampe de Balmer au deutérium
--------	------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 141	Alimentation pour lampe de Balmer



#### Alimentation pour lampe de Balmer

Avec douille sur tige munie d'un câble solide pour la fixation d'une lampe de Balmer (451 13 ou 451 41) soit à l'alimentation, soit sur un banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : env. 3500 V (tension à vide)
- Alimentation : 230 V, 60 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 70 VA
- Fusibles : T 1,25 B
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 3 kg

451 141	Alimentation pour lampe de Balmer
---------	-----------------------------------

La lampe de Balmer n'est pas livrée avec l'alimentation.



## 5.4 Composants optiques

### 5.4.1 Supports, écrans, matériel auxiliaire

#### Perles de verre formant un 1

Objet à projeter pour l'étude des lois de la projection des miroirs et des lentilles. Les perles se comportent comme des corps luminescents. Dans une monture avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 27	Perles de verre formant un 1
--------	------------------------------



#### Monture-support avec pinces à ressort

Pour fixer des objets plats tels que diaphragmes, filtres, réseaux et diapositives. Pourvue de pinces à l'avant pour fixer les objets qui ne sont pas au format diapositive et de deux rainures sur la face arrière pour les objets au format diapositive. Monture sur tige.

Caractéristiques techniques :

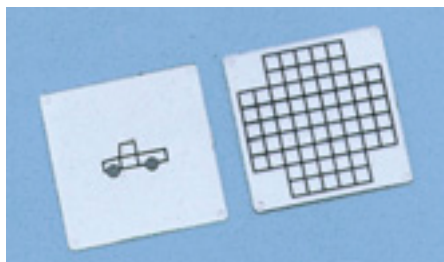
- Écartement des rails : 50 mm
- Ouverture : 45 mm x 45 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 22	Monture-support avec pinces à ressort
--------	---------------------------------------



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.1 SUPPORTS, ÉCRANS, MATÉRIEL AUXILIAIRE



#### Diapositives, jeu de 2

Objets de projection spécialement conçus pour l'étude d'images projetées et d'aberrations obtenues avec des miroirs et des lentilles ainsi que pour la détermination de l'échelle de l'image projetée dans le cas d'un agrandissement ; diapositives en verre acrylique.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de l'objet (transparent image) : 15 mm
- Quadrillage (réseau transparent) : 5 x 5 mm
- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'une

461 66 Diapositives, jeu de 2



#### Illusions d'optique, jeu de 12 diapositives

Transparents en verre acrylique avec représentations d'illusions d'optique différentes quant à la longueur, la hauteur, la surface, l'angle, l'inversion et la perspective. Observation des phénomènes d'illusions d'optique soit directe, soit par projection.

Caractéristiques techniques :

- Format utile par diapositive : 35 mm x 35 mm
- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'une

461 68 Illusions d'optique, jeu de 12 diapositives



#### Écran, translucide

Permet d'observer des spectres et des phénomènes d'interférence ou de diffraction, même dans des salles mal obscurcies. En verre acrylique dépoli d'un côté ; livré avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 30 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

441 53 Écran, translucide



#### Écran

En métal, laqué blanc, avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 30 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

441 531 Écran

#### Support de rangement

Pour lentilles et autres éléments d'optique dans monture sur tige. Livré avec bande pour inscriptions.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de trous : 10
- Diamètre d'un trou : 11 mm
- Longueur : 33 cm

460 15 Support de rangement



#### Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles

Lingette très douce à base de longues fibres végétales, sans effet chimique. Pour nettoyer les lentilles et autres surfaces optiques ainsi que les isolateurs haut de gamme.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'une feuille : 100 x 150 mm

305 01 Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles



## 5.4.2 Miroirs

### Miroirs plans, 7,5 cm x 5 cm, jeu de 2

Miroirs en verre à bords rodés.

459 38ET2 Miroirs plans, 7,5 cm x 5 cm, jeu de 2

### Miroir plan, 11,5 cm x 10 cm

Miroir en verre à bords rodés.

460 291 Miroir plan, 11,5 cm x 10 cm

### Miroir plan articulé 14 cm x 9 cm

Dans monture ; orientable grâce à une articulation sphérique centrale ; sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 14 cm x 9 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 28 Miroir plan articulé 14 cm x 9 cm

### Miroir de surface

Convient comme miroir de déviation, par ex. pour la détermination de la vitesse de la lumière. Surface optiquement plane ; dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Rayon de courbure : >100 m
- Diamètre du miroir : 120 mm
- Diamètre de la monture : 18 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

463 20 Miroir de surface

### Miroir convexe-concave

Miroir à double face, face concave avec miroir de surface. Dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Distance focale :  $\pm 250$  mm
- Diamètre du miroir : env. 70 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

463 12 Miroir convexe-concave

### Lame séparatrice

Pour le dédoublement d'un faisceau lumineux ; dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Répartition de l'intensité : env. 1:1
- Diamètre du séparateur de faisceaux : 75 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 88 Lame séparatrice



### 5.4.3 Lentilles

#### Lentilles dans monture

La distance focale est indiquée sur chaque monture ; sur tige.

- Diamètre de la tige : 10 mm



N° de cat.	Distance focale	Ø de la lentille	Ø de la monture	Remarque
460 01	5 mm	6 mm	13 cm	
460 02	50 mm	40 mm	13 cm	
460 021	50 mm	40 mm	13 cm	Tige en laiton
460 03	100 mm	40 mm	13 cm	
460 031	100 mm	40 mm	13 cm	Tige en laiton
469 07	150 mm	40 mm	13 cm	Lentille en quartz
460 08	150 mm	75 mm	13 cm	
460 04	200 mm	40 mm	13 cm	
460 09	300 mm	75 mm	13 cm	
460 05	500 mm	40 mm	13 cm	
460 10	200 mm	120 mm	18 cm	
460 11	500 mm	120 mm	18 cm	
460 12	5000 mm	120 mm	18 cm	
460 06	-100 mm	40 mm	13 cm	
460 07	-500 mm	40 mm	13 cm	

#### Lentilles, sans monture

- Diamètre : 40 mm

N° de cat.	Distance focale
459 80	50 mm
459 81	75 mm
459 82	100 mm
459 83	200 mm
459 84	300 mm
459 85	500 mm
459 88	-100 mm
459 885	-500 mm

#### Porte-lentille

Pour fixer des lentilles de 40 mm de diamètre (par ex. 459 80 - 459 885) sur un banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Pour lentilles de 40 mm de diamètre
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 223	Porte-lentille
---------	----------------

#### Porte-lentille à auto-centrage

Pour fixer des lentilles sans monture de 7 à 64 mm de diamètre (par ex. 459 80 - 459 885) sur un banc d'optique. Changement rapide et facile de la lentille.

Caractéristiques techniques :

- Pour lentilles de 7 à 64 mm de diamètre
- Diamètre de la monture : 10 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 224	Porte-lentille à auto-centrage
---------	--------------------------------



## 5.4.4 Instruments optiques d'observation

### Oculaire avec échelle graduée

Oculaire avec échelle graduée, dans monture pour mesurer une image dans un montage optique, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Grossissement : x10
- Échelle : 10 mm, graduation : 0,1 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 135 Oculaire avec échelle graduée

### Oculaire avec micromètre

Pour mesurer une image dans un montage optique avec oculaire.

Caractéristiques techniques :

- Grossissement : x10
- Micromètre : 8 mm, résolution : 0,01 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 136 Oculaire avec micromètre



### Objectifs achromatiques à filetage RMS

N° de cat.	Grossissement
430 012	x4
430 013	x10
430 014	x20
430 015	x40
430 016	x60
430 017	x100



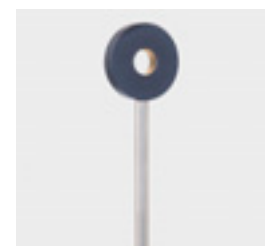
### Support pour objectifs avec filetage RMS

Permet d'utiliser un objectif sur le banc d'optique, par ex. pour monter un microscope ou pour élargir un faisceau laser.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la monture : 12,7 cm
- Filetage RMS
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 227 Support pour objectifs avec filetage RMS



### Microscope à réglage de précision

Avec objectif achromatique, oculaire à réticule en croix avec graduation sur axe. Déplacement par guidage pignon/crémaillère, graduation au mm sur flan latéral pour la mesure de la position, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Grossissement oculaire : x10
- Distance de travail : 15 cm
- Graduation : 1/10 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

461 017 Microscope à réglage de précision



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.4 INSTRUMENTS OPTIQUES D'OBSERVATION



#### Lunette de visée

Avec optique achromatique, réticule en croix avec graduation, oculaire réglable. Mise au point par vis de réglage, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Grossissement oculaire : x10
- Objectif :  $f = 170$  mm
- Graduation : 1/10 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

461 0231 Lunette de visée



#### Lunette autocollimatrice

Avec optique achromatique, réticule en croix orientable, mise au point par vis de réglage, éclairage éclipsable, sur tige. Dans une mallette, avec adaptateur secteur.

Caractéristiques techniques :

- Grossissement oculaire : x7
- Objectif :  $f = 170$  mm
- Diamètre de la tige : 10 mm
- Adaptateur secteur : 100 – 240 V, 50/60 Hz

461 0251 Lunette autocollimatrice

## 5.4.5 Prismes

### Prismes

- Équilatéraux
- Angle de réfraction  $\alpha$ : 60 °



N° de cat.	Arête	Hauteur	Indice de réfraction $n_D$	Dispersion moyenne $n_F - n_C$	Angle de dispersion $\delta_F - \delta_C$	Matériau
465 11	50 mm	60 mm				Verre pressé
465 20	30 mm	30 mm	1,491	0,009	0,78°	Verre synthétique
465 22	30 mm	30 mm	1,516	0,008	0,75°	Verre crown
465 32	30 mm	30 mm	1,62	0,017	1,77°	Verre flint

### Prisme creux

Équilatéral, constitué de plaques en verre optique. Avec bouchon rodé sur l'orifice de remplissage.

Caractéristiques techniques :

- Volume : env. 95 ml
- Arête : 60 mm
- Hauteur : 70 mm

465 51 Prisme creux

Complément nécessaire :

Liquide de remplissage, par ex. cinnamate d'éthyle



### Plateau pour prisme

Pour la fixation sur le banc d'optique de prismes, de cuvettes en verre ou autres objets similaires. Avec pince à ressort réglable et tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 60 mm
- Écartement de la pince à ressort : max. 100 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 25 | Plateau pour prisme



### Prismes, jeu de 3

Permet de réaliser un prisme achromatique (correction des couleurs) et un prisme à vision directe.

Caractéristiques techniques :

- Verre flint
  - Indice de réfraction  $n_D$  : 1,620
  - Dimensions : 15 mm x 40 mm x 40 mm
  - Angle de réfraction  $\alpha$  : env. 21°
- Verre crown
  - Indice de réfraction  $n_D$  : 1,516
  - Dimensions : 30 mm x 40 mm x 40 mm
  - Angle de réfraction  $\alpha$  : env. 41°
- Verre crown
  - Indice de réfraction  $n_D$  : 1,516
  - Dimensions : 18 mm x 40 mm x 40 mm
  - Angle de réfraction  $\alpha$  : env. 25°

466 13 | Prismes, jeu de 3



### Prisme à vision directe

Convient particulièrement pour des expériences spectrales, des expériences sur les couleurs complémentaires et pour la détermination de la constante de Planck. Composé de 3 prismes isolés.

Caractéristiques techniques :

- Angle de dispersion ( $\delta_r - \delta_v$ ) : 4,23°
- Dimensions : 102 mm x 20 mm x 20 mm

466 05 | Prisme à vision directe



### Support pour prisme à vision directe

Pour la fixation du prisme à vision directe (466 05) dans l'axe optique d'un montage expérimental. Avec monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

466 04 | Support pour prisme à vision directe

### Prisme étroit

Pour dévier certaines couleurs d'un spectre, par ex. dans le but d'étudier les couleurs complémentaires. À section trapézoïdale, sur pied.

Caractéristiques techniques :

- Trapèze (a/c) x h : (3 mm/2 mm) x 5 mm
- Angle de réfraction : 11,4°
- Matériau : verre crown
- Hauteur : 5 cm

465 25 | Prisme étroit



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.5 PRISMES



#### Prisme inverseur

Pour l'inversion de l'image ou pour la déviation des rayons à angle droit par réflexion totale. Prisme isocèle à angle droit en verre crown.

Caractéristiques techniques :

- Longueur des côtés de l'angle droit : 40 mm
- Hauteur : 40 mm

465 47	Prisme inverseur
--------	------------------

### 5.4.6 Corps en verre

#### Cuves à faces parallèles en verre optique

Pour effectuer des mesures dans le domaine de l'optique, telles que l'absorption ou l'extinction ainsi que pour la projection de phénomènes dans des liquides. Résistantes à tous types de liquides, à l'exception des acides qui attaquent le verre, tels que l'acide fluorhydrique.

N° de cat.	Hauteur	Largeur	Profondeur	Épaisseur de paroi
477 02	50 mm	100 mm	50 mm	3,0 mm
477 03	50 mm	50 mm	50 mm	2,0 ... 2,5 mm
477 14	50 mm	50 mm	20 mm	2,5 ... 3,5 mm
477 20	100 mm	100 mm	10 mm	2,5 ... 3,0 mm
477 25	100 mm	80 mm	25 mm	2,5 ... 3,0 mm



#### Corps en verre synthétique

Pour déterminer l'indice de réfraction par la mesure de la vitesse de la lumière selon le procédé de modulation ; à faces polies.

Caractéristiques techniques :

- Indice de réfraction : env. 1,5
- Dimensions : 50 mm x 70 mm Ø

476 34	Corps en verre synthétique
--------	----------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 11	Socle
1	460 25	Plateau pour prisme



#### Tube à deux fenêtres

Pour la détermination exacte de l'indice de réfraction de l'eau par la mesure de la vitesse de la lumière selon le procédé de modulation ; avec deux robinets, deux colliers de serrage et deux tiges de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 1 m x 7,5 cm Ø
- Diamètre des colliers de serrage : 10 mm
- Masse : 2,3 kg
- Diamètre de la tige : 12 mm

476 35	Tube à deux fenêtres
--------	----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	300 11	Socle



## 5.4.7 Filtres

### Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3

Pour des expériences sur le mélange additif et soustractif et sur les couleurs propres.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'un
- Couleurs : rouge, vert, bleu

467 95 Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3



### Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3

Pour des expériences sur le mélange additif et soustractif et sur les couleurs propres.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'un
- Couleurs : jaune, cyan, magenta

467 96 Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3

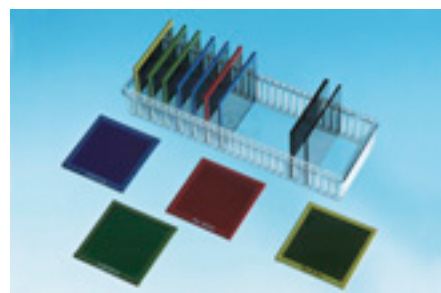


### Filtres de lumière

Laissent passer la lumière sur des gammes spectrales limitées.

- Dimensions : 50 mm x 50 mm, l'un

N° de cat.	Couleur	Longueur d'onde
468 01	rouge foncé	> 660 nm
468 03	rouge	> 635 nm
468 05	jaune	560 ... 595 nm
468 07	jaune-vert	510 ... 570 nm
468 09	bleu-vert	490 ... 550 nm
468 11	bleu avec violet	405 ... 470 nm
468 13	violet	390 ... 465 nm
468 30	jaune	580 nm (pour la raie Hg)
468 31	vert	520 nm (pour la raie Hg)
468 32	bleu	450 nm (pour la raie Hg)
468 33	violet	400 nm (pour la raie Hg)
469 79	ultraviolet	300 ... 400 nm
468 74	infrarouge	900 ... 2600 nm
468 75	arrêt des infrarouges	< 680 nm



### Monture-support avec pinces à ressort

Pour fixer des objets plats tels que diaphragmes, filtres, réseaux et diapositives. Pourvue de pinces à l'avant pour fixer les objets qui ne sont pas au format diapositive et de deux rainures sur la face arrière pour les objets au format diapositive. Monture sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des rails : 50 mm
- Ouverture : 45 mm x 45 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 22 Monture-support avec pinces à ressort



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.7 FILTRES



#### Filtres interférentiels

Filtres à bande extrêmement étroite pour les raies spectrales. À utiliser dans la roue pour filtres avec diaphragme à iris (558 792) ou avec le support pour filtre interférentiel (468 41).

- Diamètre du filtre : 25 mm
- Diamètre de la monture : 28 mm
- Précision de la longueur d'onde centrale :  $\pm 2$  nm
- Passage hors de la raie :  $< 0,01$  %

N° de cat.	Longueur d'onde centrale	Largeur à mi-hauteur	Transmission	pour
468 400	644 nm	18 nm	50 %	Cd
468 405	633 nm	8 nm	> 65 %	Ne
468 401	578 nm	10 nm	> 50 %	Hg
468 402	546 nm	10 nm	> 54 %	Hg
468 403	436 nm	8 nm	> 40 %	Hg
468 404	405 nm	11 nm	> 30 %	Hg
468 406	365 nm	13 nm	40 %	Hg

#### Support pour filtre interférentiel

Dans monture, sur tige, pour le logement d'un filtre de 28 mm de diamètre.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

468 41	Support pour filtre interférentiel
--------	------------------------------------

#### Roue pour filtres avec diaphragme à iris

Dans monture sur tige. Roue pour le logement de 1 à 6 filtres de 28 mm de diamètre. La roue pour filtres enclenche à chacune des positions des filtres. Diamètre du diaphragme à iris réglable en continu entre 2 mm et 28 mm.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la tige : 10 mm
- Diamètre du diaphragme : 118 mm
- Dimensions : 24 cm x 15 cm x 4 cm
- Masse : 450 g

558 792	Roue pour filtres avec diaphragme à iris
---------	--

#### Filtre pour raie spectrale 795 nm

Filtre d'interférence à bande étroite ; dans monture sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde :  $795 \pm 2$  nm
- Largeur de bande effective : 17 nm max.
- Transmission :  $\geq 35$  %
- Taux maximal de transmission dans la bande éliminée : 1/10000
- Diamètre : 50 mm
- Monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

468 000	Filtre pour raie spectrale 795 nm
---------	-----------------------------------

#### Échantillons de couleurs fluorescentes

Pour la démonstration de la fluorescence et de la luminescence à l'aide de six échantillons de couleurs. Deux échantillons luminescents à la lumière du jour (ou lumière UV), deux à luminescence persistante et deux à luminescence non persistante.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions des échantillons : 35 mm x 40 mm
- Dimensions hors tout : 10 cm x 14 cm

469 82	Échantillons de couleurs fluorescentes
--------	--





## Écran au sulfure de zinc

Pour détecter le rayonnement infrarouge par suppression de la phosphorescence préalablement créée.

Caractéristiques techniques :

- Surface active : 10 cm x 6 cm
- Dimensions : 14 cm x 10 cm

468 72 Écran au sulfure de zinc



## 5.4.8 Mélange des couleurs

### Appareil pour mélange additif des couleurs

Convient pour la projection à l'aide d'un rétroprojecteur. L'appareil se compose de trois filtres de couleur primaire rouge, vert et bleu et d'un support à trois miroirs dont deux peuvent être orientés horizontalement et verticalement, d'une plaque en plexiglas imprimée servant à démontrer la formation d'une image en couleur par superposition de composants monochromes. Livré avec 5 verres de recouvrement servant à l'atténuation progressive de chacune des couleurs.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de chaque filtre : 50 mm x 50 mm
- Dimensions du cadre : 29 cm x 27 cm x 2 cm
- Diamètre de chaque miroir : 120 mm
- Dimensions du porte-miroir : 27 cm x 27 cm x 4 cm

466 16 Appareil pour mélange additif des couleurs



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 02	Pied en V, petit
1	300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø
1	452 111	Rétroprojecteur Famulus alpha 250

### Appareil pour mélange soustractif des couleurs

Convient pour une projection à l'aide du rétroprojecteur. Cadre support avec trois filtres se superposant partiellement, de couleur secondaire jaune, cyan (bleu-vert) et magenta (pourpre).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de chaque filtre : 50 mm
- Dimensions : 29 cm x 27 cm x 2 cm

466 15 Appareil pour mélange soustractif des couleurs



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	452 111	Rétroprojecteur Famulus alpha 250

### Disque de couleurs avec porte-disque

Pour démontrer le mélange additif des couleurs. Tige métallique incluse, avec vis de fixation pour la fixation à une machine motrice.

Caractéristiques techniques :

- Disque : 18 cm Ø
- Axe : 2,5 cm x 10 mm Ø

466 201 Disque de couleurs avec porte-disque



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.9 DIAPHRAGMES, FENTES, RÉSEAUX



#### 5.4.9 Diaphragmes, fentes, réseaux

##### Fente réglable

Ouverture symétrique ; avec affichage de la largeur de la fente. Convient pour de nombreuses expériences sur la diffraction et les interférences ainsi que pour les expériences spectrales. Orientation variable de la fente réglable par vis moletée. Dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Largeur de la fente : 0 ... 2 mm
- Hauteur de la fente : 20 mm
- Échelle : 0 ... 1,6 mm, graduation de 0,2 mm
- Précision :  $\pm 0,02$  mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 14 Fente réglable



##### Diaphragme à iris

Ouverture réglable en continu. Dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du diaphragme : env. 1,5 ... 30 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 26 Diaphragme à iris



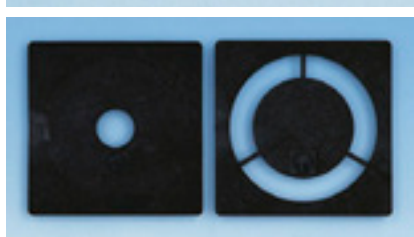
##### Diaphragme à 5 fentes

Pour la génération de faisceaux lumineux à rayons parallèles, particulièrement pour l'étude de la trajectoire des rayons avec le disque optique (463 52). Volets obturateurs séparés permettant de diaphragmer ou non les différents faisceaux lumineux. Fentes extérieures pour le marquage avec deux films de couleur différents. Enfichable sur des lentilles dans monture, par ex. 460 08 et 460 09.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des fentes : 12 mm
- Largeur des fentes : 2 mm
- Dimensions : 94 mm x 94 mm

463 51 Diaphragme à 5 fentes



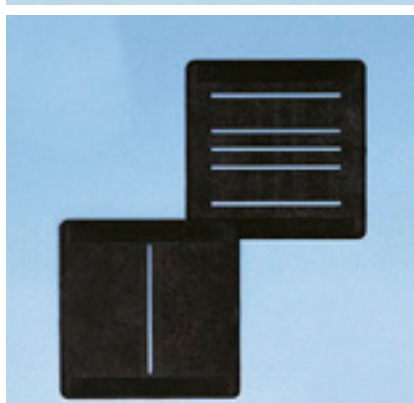
##### Diaphragmes pour l'étude des aberrations sphériques, jeu de 2

Pour l'étude des différentes distances focales de rayons périphériques et de rayons centraux. Enfichables sur des lentilles dans monture, par ex. 460 08.

Caractéristiques techniques :

- Diaphragme à anneau : env. 53 mm  $\varnothing$  (intérieur)
- Diaphragme à trou : env. 20 mm  $\varnothing$
- Dimensions : 94 mm x 94 mm

461 61 Diaphragmes pour l'étude des aberrations sphériques, jeu de 2



##### Diaphragmes à fentes, jeu de 2

Caractéristiques techniques :

- Largeur de chaque fente : 1 mm
- Écartement des fentes (diaphragme à 5 fentes) :  
intérieur : 5 mm  
extérieur : 10 mm
- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

461 62 Diaphragmes à fentes, jeu de 2

#### Diaphragmes avec différentes ouvertures, jeu de 4

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la flèche (diaphragme à flèche) : 10 mm
- Ouverture (diaphragme à ouverture carrée) : 20 mm x 20 mm
- Ouverture (diaphragme à ouverture annulaire) : 15 mm Ø (intérieur)
- Ouverture (diaphragme à trou) : 1 mm / 1,4 mm / 2 mm / 4 mm Ø
- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

461 63 Diaphragmes avec différentes ouvertures, jeu de 4

#### Sténopés, jeu de 4

Caractéristiques techniques :

- Diamètre des ouvertures : 6,25 mm / 9,0 mm / 12,5 mm / 18 mm
- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

461 64 Sténopés, jeu de 4

#### Diaphragmes réalisés selon des procédés photographiques, dans cadre de diapositive

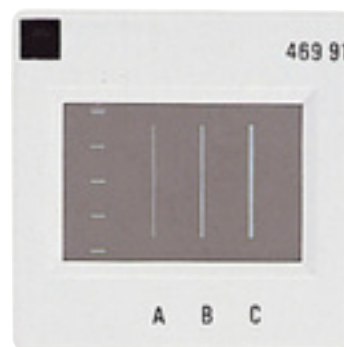
- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

N° de cat.	Largeur des fentes	Écartement des fentes	Diamètre du trou	Nombre de fentes	Désignation
469 84	0,10 mm 0,15 mm 0,20 mm	0,25 mm		2 2 2	Diaphragme à 3 fentes doubles
469 85	0,20 mm	0,25 mm 0,50 mm 0,75 mm 1,00 mm		2 2 2 2	Diaphragme à 4 fentes doubles
469 86	0,20 mm	0,25 mm		2 3 4 5 40	Diaphragme à 5 fentes multiples
469 89			1,0 mm 1,5 mm 2,0 mm		Diaphragme à 3 paires de trous et disques

#### Diaphragmes métalliques dans cadre de diapositive

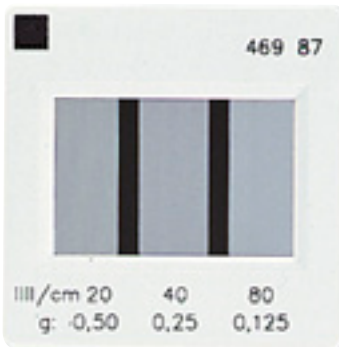
- Échelle de calibrage : graduation de 50 mm
- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

N° de cat.	Largeur des fentes	Écartement des fentes	Diamètre du trou	Largeur du trait	Nombre de fentes	Désignation
469 91	0,12 mm 0,24 mm 0,48 mm				1 1 1	Diaphragme à 3 fentes simples
469 92	0,12 mm 0,24 mm 0,24 mm	0,6 mm 0,6 mm 1,2 mm			2 2 2	Diaphragme à 3 fentes doubles
469 96			0,12 mm 0,24 mm 0,48 mm			Diaphragme à 3 orifices de diffraction
469 97				0,2 mm 0,4 mm 0,8 mm		Diaphragme à 3 traits de diffraction
469 90	0,6 mm			0,6 mm	1	Diaphragme avec fente et trait



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.9 DIAPHRAGMES, FENTES, RÉSEAUX



#### Réseaux de diffraction

- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

N° de cat.	Constante du réseau	Nombre de traits / cm	Désignation
469 87	500 $\mu\text{m}$ 250 $\mu\text{m}$ 125 $\mu\text{m}$	20 40 80	Diaphragme à 3 réseaux, 20, 40, 80/cm
469 88	250 $\mu\text{m}$	40	Diaphragme à 2 réseaux croisés
469 98	125 $\mu\text{m}$	80	Diaphragme à réseau à traits
471 26	10 $\mu\text{m}$	1000	Réseau à traits 1000/cm
471 25	3,3 $\mu\text{m}$	3000	Réseau à traits 3000/cm
471 23	1,7 $\mu\text{m}$	6000	Réseau à traits 6000/cm (Rowland)



#### Boîte de rangement, lot de 2

Pour le rangement de diapositives et autres éléments optiques au format d'une diapositive tels que des diaphragmes, filtres ou réseaux.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de casiers : 3
- Dimensions d'un casier : 50 mm x 25 mm

442 89ET2	Boîte de rangement, lot de 2
-----------	------------------------------

#### Accessoires d'optique, jeu

Pour expériences avec laser sur l'optique ondulatoire (diffraction, interférence). 7 objets de diffraction réalisés selon des procédés photographiques dans cadre de diapositive.

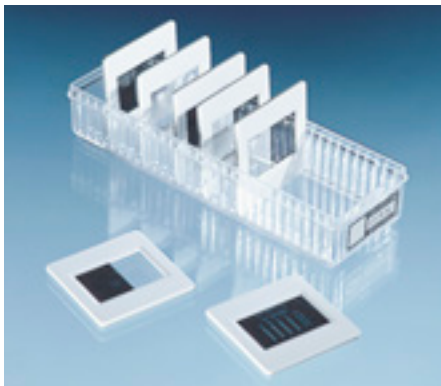
Caractéristiques techniques :

- Dimensions (cadre) : 50 mm x 50 mm

Matériel livré :

- 1 diaphragme à fente ou à trait : 0,3 mm
- 1 diaphragme à fente double : divers écartements de fentes allant de 0,15 mm à 2,00 mm
- 1 réseau à traits, 40 traits/cm
- 1 diaphragme à trous ou à points : 0,3 mm
- 1 diaphragme à trous ou à points : 0,6 mm
- 1 diaphragme à trous ou à points : 1,0 mm
- 1 lame à zones de Fresnel
- 1 boîte de rangement

471 75	Accessoires d'optique, jeu
--------	----------------------------



#### Réseau à traits

Pour expériences sur la diffraction et les interférences ainsi que pour études quantitatives à l'aide d'un spectromètre, par ex. (467 23). Permet de séparer la raie Na-D dans le deuxième ordre. Réseau à traits métalliques sur plaque de verre ; cadre opaque métallisé et résistant aux rayures.

Caractéristiques techniques :

- Surface du réseau : 15 mm x 10 mm
- Nombre de traits : 1000/cm
- Constante de réseau : 10  $\mu\text{m}$
- Dimensions : 50 mm x 25 mm

471 51	Réseau à traits
--------	-----------------

#### Réseau d'holographie 24000/cm

Réseau de réflexion pour le montage d'un spectromètre à haute résolution. Dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de traits : 24000/cm
- Constante de réseau : 0,4  $\mu\text{m}$
- Revêtement : AlMgF<sub>2</sub>
- Surface du réseau : 25 mm x 25 mm
- Axe optique : 150 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 27	Réseau d'holographie 24000/cm
--------	-------------------------------



## 5.4.10 Polarisation

### Cristal de calcite biréfringent

Spath calcaire ou spath d'Islande.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : env. 30 mm x 25 mm x 25 mm

472 02 Cristal de calcite biréfringent



### Filtre polarisant

Pour la production d'une lumière polarisée linéairement et pour l'étude quantitative de processus de polarisation. Film dichroïque en plastique dans monture pivotante, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Taux de polarisation : 99 % (quasiment indépendant de la longueur d'onde dans le domaine visible)
- Échelle angulaire :  $0^\circ \dots \pm 90^\circ$  avec graduation tous les  $5^\circ$
- Diamètre du filtre : 40 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

472 401 Filtre polarisant



### Filtre polarisant pour rayonnement rouge

Pour la production d'une lumière polarisée linéairement dans le domaine de lumière rouge ou infrarouge proche. Film dichroïque en plastique dans monture pivotante, sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Taux de polarisation : 99 %
- Échelle angulaire :  $0^\circ \dots \pm 90^\circ$  avec graduation tous les  $5^\circ$
- Diamètre du filtre : 50 mm
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

472 410 Filtre polarisant pour rayonnement rouge



### Lame quart d'onde, 140 nm

Pour la production de lumière en polarisation elliptique ou circulaire. Convient particulièrement bien pour des expériences avec les modèles photo-élastiques (471 95). Film biréfringent (film de retardement) d'épaisseur appropriée dans monture pivotante, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Retard : 140 nm (correspond à la longueur d'un quart d'onde dans le domaine spectral central)
- Échelle :  $0^\circ \dots \pm 90^\circ$  avec graduation tous les  $5^\circ$
- Diamètre des lames : 40 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

472 601 Lame quart d'onde, 140 nm



### Lame quart d'onde, 200 nm

Pour la production de lumière en polarisation elliptique ou circulaire. Film biréfringent (film de retardement) d'épaisseur appropriée dans monture pivotante, sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

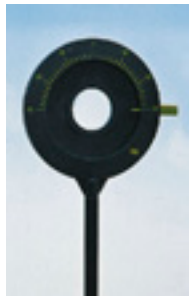
- Retard : 200 nm /  $\pm 20$  nm
- Échelle angulaire :  $\langle BR \rangle 0^\circ \dots \pm 90^\circ$  avec graduation tous les  $5^\circ$
- Diamètre du filtre : 50 mm
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

472 611 Lame quart d'onde, 200 nm



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.10 POLARISATION



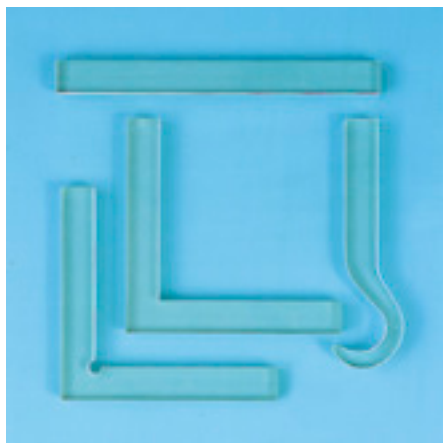
#### Lame demi-onde

Pour la rotation du plan de polarisation de la lumière polarisée linéairement. Film biréfringent (film de retardement) d'épaisseur appropriée dans monture pivotante, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Retard : 280 nm (correspond à la demi-onde dans le domaine spectral central)
- Échelle : 0° ... ±90° avec graduation tous les 5°
- Diamètre de la lame : 40 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

472 59 | Lame demi-onde



#### Modèles photo-élastiques, jeu de 4

Pour l'observation de la distribution des contraintes en cas de déformation élastique à l'aide de lumière polarisée.

Caractéristiques techniques :

- Longueur de la barre de flexion : 15 cm
- Longueur des branches des équerres : 10 cm

Matériel livré :

- 1 barre de flexion
- 1 équerre avec point d'origine intérieur anguleux
- 1 équerre avec point d'origine intérieur évidé
- 1 modèle de crochet

471 95 | Modèles photo-élastiques, jeu de 4



#### Polarimètre

Pour la détermination de la concentration de solutions optiquement actives. Carter métallique stable avec logement légèrement incliné pour les tubes polarimétriques. Lampe au sodium intégrée avec porte-filtre. Oculaire central avec correction de l'acuité visuelle et 2 petites loupes.

Caractéristiques techniques :

- Tubes : 15 mm Ø
- Longueur : jusqu'à 220 mm
- Échelles : 2 x 0° ... 180°, graduation 1°
- Échelle de Vernier : jusqu'à 0,05°
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 20 W
- Dimensions : 20 cm x 36 cm x 45 cm
- Masse : 10 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	657 5902	Tube polarimétrique 100 mm
1	657 5903	Tube polarimétrique 200 mm
1	657 591	Polarimètre

657 591 | Polarimètre



#### Lampe au sodium pour polarimètre

657 5901 | Lampe au sodium pour polarimètre

### 5.4.11 Composants pour banc d'optique à profil S1

#### Lampe halogène 12 V/20 W

Lampe d'intensité lumineuse élevée pour toutes les expériences d'optique sur un banc d'optique. Tube pivotant, sur écran avec tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Ampoule halogène : 12 V/20 W (459 01ET5)
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Raccordement : douilles de 4 mm; et douille de jack

459 032	Lampe halogène 12 V/20 W
---------	--------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 791	Adaptateur secteur 12 V CA
1	501 451*	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, noirs, paire
1	521 210*	Transformateur 6/12 V, 30 W

\* alternative



#### Lampe à 3 ampoules, 12 V/3 x 6 W

Pour les expériences sur le mélange additif des couleurs sur un banc d'optique. Trois ampoules branchées en parallèle dans carter avec écran monté sur tige pour fixation sur cavalier (460 95ET5). L'interrupteur à bascule intégré permet d'éteindre une des ampoules.

Caractéristiques techniques :

- Ampoules : 12 V/ 6 W (au gaz rare) (505 22ET5)
- Culot E 10
- Raccordement : douilles de 4 mm et douille de jack
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Dimensions : 10 cm x 13 cm x 7,5 cm

459 046	Lampe à 3 ampoules, 12 V/3 x 6 W
---------	----------------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 791	Adaptateur secteur 12 V CA
1	501 451*	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, noirs, paire
1	521 210*	Transformateur 6/12 V, 30 W

\* alternative

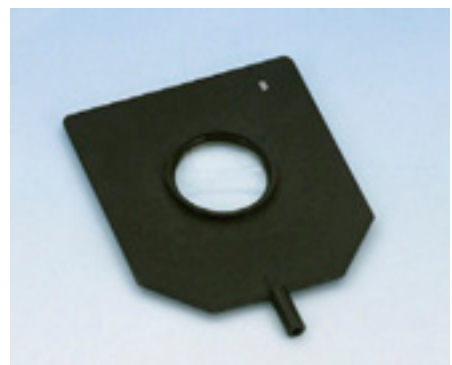


#### Lentilles sur tige

Lentilles en verre dans monture sur laquelle est indiquée la désignation. Avec tige pour fixation sur cavalier.

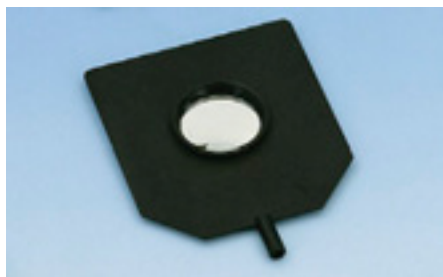
- Dimensions de la monture : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm
- Diamètre de la lentille : 40 mm

N° de cat.	Distance focale	Désignation
459 60	50 mm	A
459 61	75 mm	G
459 62	100 mm	B
459 63	200 mm	C
459 64	300 mm	H
459 65	500 mm	D
459 68	-100 mm	E



## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.11 COMPOSANTS POUR BANC D'OPTIQUE À PROFIL S1



#### Miroir convexe-concave sur tige

Avec monture. Tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Distance focale :  $\pm 100$  mm
- Diamètre : 40 mm
- Dimensions de la monture : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

459 71 Miroir convexe-concave sur tige



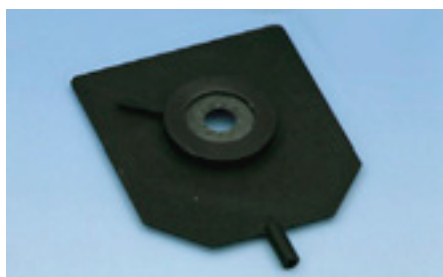
#### Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige

Avec deux paires de rails antivibratoires ; sert aussi à la fixation de filtres, de réseaux et du miroir plan (459 38). Avec deux volets obturateurs latéraux pour le réglage d'un cadre approprié. Sur tige pour fixation sur cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Écartement des rails : 50 mm
- Ouverture : 40 x 40 mm
- Diamètre de la tige : 8 mm

459 33 Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige



#### Diaphragme à iris sur tige

Diaphragme à ouverture réglable en continu, dans écran sur tige, pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du trou : réglable d'env. 2 à 30 mm
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

461 65 Diaphragme à iris sur tige



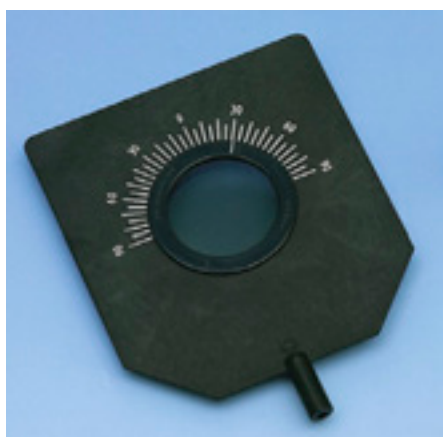
#### Fente réglable sur tige

Pour des expériences en optique géométrique et surtout en optique ondulatoire avec les Science Kits Advanced pour l'optique. S'ouvre symétriquement ; avec indication de la largeur de la fente. Sur tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Largeur de la fente : 0 ... 3 mm
- Hauteur de la fente : 15 mm
- Échelle : graduation tous les 0,1 mm
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

471 71 Fente réglable sur tige



#### Filtre polarisant, sur tige

Pour la production et l'analyse d'une lumière polarisée linéairement. Feuille dichroïque de polarisation dans monture pivotante avec marque indicative, montée dans un écran à échelle angulaire. Sur tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Taux de polarisation : 99 %
- Diamètre du filtre : 3,5 cm
- Échelle : 0° ...  $\pm 90^\circ$  avec graduation tous les 5°
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

472 38 Filtre polarisant, sur tige



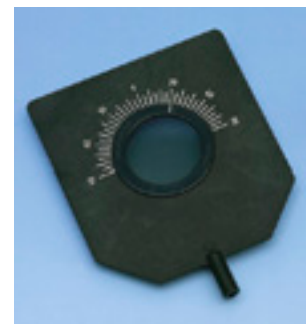
## Lame quart d'onde sur tige

Pour la production de lumière en polarisation elliptique ou circulaire. Film biréfringent dans monture pivotante, avec marque indicative montée dans un écran à échelle angulaire. Sur tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Retard : 140 nm
- Diamètre du filtre : 3,5 cm
- Échelle : 0° ... ±90°, en pas de 5°
- Dimensions de l'écran : 11 cm x 10 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

472 615 | Lame quart d'onde sur tige



## Cuve en verre, 100 x 50 x 50

Pour la réalisation d'expériences d'optique avec les liquides telles que, par ex. sur la polarisation, la dispersion.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 50 mm x 50 mm
- Épaisseur de paroi : 3 mm

477 02 | Cuve en verre, 100 x 50 x 50



## Élément photo-élastique

Pour l'observation de la biréfringence par compression en cas de déformation élastique à l'aide de lumière polarisée.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre acrylique
- Longueur : 7 cm
- Profondeur de la fente : 5 cm
- Largeur de la fente : 4 mm

471 94 | Élément photo-élastique



## Porte-plaque sur tige

Pour positionner des objets en forme de plaque dans des montages optiques ; avec rainure de maintien et vis de fixation. Avec tige pour fixation sur cavalier.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur maximale des plaques : 3 mm
- Dimensions avec la vis et la tige : 5,5 cm x 3,5 cm x 3,5 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

459 30 | Porte-plaque sur tige



## Porte-bougies, lot de 2

Pour 1 à 4 bougies ; matériau réfractaire. Avec tige pour fixation sur cavalier (460 95ET5).

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du socle : 5 cm
- Diamètre de la tige : 8 mm

459 31ET2 | Porte-bougies, lot de 2



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	459 32	Bougie, lot de 20

## 5.4 COMPOSANTS OPTIQUES

### 5.4.11 COMPOSANTS POUR BANC D'OPTIQUE À PROFIL S1

#### Fiches rallonges, jeu de 2

Pour le porte-bougies (459 31ET2).

Caractéristiques techniques :

- Rallonge : 40 mm
- Diamètre : 8 mm

686 60ET2 | Fiche rallonge, jeu de 2

#### 5.4.12 Capteurs de rayonnement

##### Loi de Stefan-Boltzmann: influence de la température sur l'intensité du rayonnement d'un « corps noir »

Dans les expériences P5.5.2.1 et P5.5.2.2, on se sert comme corps noir d'un four muni d'un cylindre en laiton bruni. On chauffe ce cylindre dans le four à la température désirée pouvant varier de 300 à 750 K. Un thermocouple sert à mesurer la température. On place un diaphragme susceptible d'être refroidi éventuellement avec de l'eau devant le four de façon à ce que seul le rayonnement calorifique du cylindre en laiton bruni soit mesuré. Cette mesure est effectuée par une pile thermo-électrique de Moll dont la tension de sortie est une grandeur relative à la puissance  $M$  rayonnée. Cette pile peut se raccorder soit à un microvoltmètre, soit à l'interface ordinateur CASSY par l'intermédiaire d'un adaptateur  $\mu V$ . Dans le premier cas, la mesure est réalisée manuellement, point par point, dans le deuxième cas, il est possible de procéder à une mesure et à une exploitation assistées par ordinateur, le but de l'exploitation étant de vérifier la loi de Stefan-Boltzmann.



##### Pile thermoélectrique de Moll

Sonde sensible permettant de mesurer le rayonnement émis par un corps noir et d'étudier la répartition des raies dans le spectre ou les figures de diffraction. Boîtier métallique pourvu d'un pavillon poli et renfermant des thermocouples branchés en série. Sur tige, avec vitre de protection.

Caractéristiques techniques :

- Sensibilité :  
env. 20 ... 40  $\mu V/(W/m^2)$  et env. 0,1  $\mu V/\mu W$
- Gamme de longueur d'onde :  
sans vitre de protection : 0,3 ... 3  $\mu m$   
avec vitre de protection : 0,2 ... 50  $\mu m$
- Impédance : env. 150  $\Omega$
- Durée de réglage (95 %) : 18 s
- Puissance de rayonnement : max. 2000  $W/m^2$
- Fenêtre d'entrée : 12 mm  $\varnothing$
- Dimensions du boîtier : 8 cm x 34 mm  $\varnothing$
- Connexion : par douilles de 4 mm
- Tige : 17 cm x 10 mm  $\varnothing$
- Masse : 0,5 kg

557 36 | Pile thermoélectrique de Moll

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	531 900	Multimètre de démonstration
1	532 13*	Microvoltmètre

\* alternative

##### Cellule solaire STE 2/19

Cellule solaire au silicium avec écran contre la lumière environnante et fenêtre latérale d'éclairément.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 1,8  $cm^2$
- Tension à vide : 0,5 V
- Courant de court-circuit : 13 mA

578 62 | Cellule solaire STE 2/19



### Support pour éléments enfichables

Avec tige pour la fixation sur un banc d'optique ou pour l'utilisation avec un support ; convient pour les éléments enfichables 2/19 ou 2/50 ou d'autres éléments pourvus de fiches espacées de 19 mm et de 50 mm.

Caractéristiques techniques :

- Raccords : six douilles de 4 mm (deux groupes de trois)
- Courant max. : env. 10 A
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 21 Support pour éléments enfichables



### Photodétecteur au silicium

Pour la conversion proportionnelle de l'énergie lumineuse en énergie électrique ; dans monture sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Domaine spectral de sensibilité maximale : rouge/ infrarouge
- Surface active : 100 mm<sup>2</sup>
- Raccordement : douille BNC
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

558 835 Photodétecteur au silicium



### Capteur lux

Pour la mesure de l'éclairement. La tête du photomètre est constituée d'une cellule photo-électrique au silicium avec filtre  $\lambda$  servant à l'adaptation de la cellule photo-électrique à la sensibilité spectrale de l'œil. Elle est équipée d'une correction cosinus. Le capteur est collé hermétiquement et peut donc aussi être immergé dans des échantillons d'eau (par ex. dans le cas d'une mesure de la turbidité). S'utilise avec le connecteur adaptateur lux (524 0511) combiné à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou aux instruments de mesure universels Chimie et Biologie (531 836, 531 837).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 200 klx
- Connexion : connecteur DIN 5 broches

666 243 Capteur lux



### Connecteur adaptateur lux S

Permet de mesurer l'éclairement avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). Suivant le capteur, il est possible de mesurer l'éclairement en lux ou l'irradiance en W/m<sup>2</sup> dans différentes gammes spectrales (ultraviolet UV-A, UV-B, UV-C, lumière visible Vis et infrarouge IR, IR-CO<sub>2</sub>).

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure :  
100/300 lx, 1/3/10/30/100 klx  
10/30/100/300/1000 W/m<sup>2</sup>
- Connexion : connecteur DIN femelle
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0511 Connecteur adaptateur lux S

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 243	Capteur lux
1	666 244	Capteur UV-A
1	666 245	Capteur UV-B
1	666 246	Capteur UV-C
1	666 247	Capteur IR
1	666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>





### Cellule photo-électrique dans élément enfichable

Pour des expériences sur l'effet photo-électrique externe et pour des mesures photométriques (posemètre) ainsi que pour des barrières lumineuses. Cellule photo-électrique alcaline dans boîtier pour protection contre la lumière diffusée.

Caractéristiques techniques :

- Surface sensible : 3,1 cm<sup>2</sup>
- Tension de service : max. 90 V
- Sensibilité : 125 μA/lm
- Connexion du signal :  
fiches de 4 mm espacées de 19 mm
- Dimensions : 65 mm x 33 mm x 33 mm

558 74	Cellule photo-électrique dans élément enfichable
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	460 21	Support pour éléments enfichables
1	536 251	Résistance de mesure 100 kΩ



### Cellule photo-électrique pour la détermination de h

Pour la mise en évidence de l'effet photo-électrique à la lumière visible, pour l'étude de l'influence de la fréquence sur le courant photo-électrique et essentiellement pour la détermination de la constante de Planck par la méthode du courant d'opposition. Cellule photo-électrique à vide avec cathode alcaline et électrode collectrice annulaire en platine qui peut être chauffée pour le nettoyage des dépôts provenant du revêtement de la cathode.

Caractéristiques techniques :

- Surface de la cathode : env. 12 cm<sup>2</sup>
- Longueur d'onde critique : env. 700 nm
- Tension inverse : 0 à 2 V-
- Chauffage : env. 2 V-/1,5 A
- Raccords :  
cathode : capuchon métallique  
contre-électrode : culot E 14
- Dimensions : 11 cm x 4 cm Ø

558 77	Cellule photo-électrique pour la détermination de h
--------	---

OPTIQUE



## 5.5 Optique ondulatoire

### 5.5.1 Interférence/Diffraction

#### Interférence sur le miroir de Fresnel avec un laser He-Ne

En 1821, par réflexion d'une source lumineuse sur deux miroirs inclinés l'un par rapport à l'autre, *A. Fresnel* crée deux sources lumineuses virtuelles, très rapprochées l'une de l'autre qui interfèrent entre elles du fait de leur cohérence - P5.3.2.1.

#### Miroirs de Fresnel, réglable

Pour la démonstration et l'étude quantitative de l'interférence de la lumière après réflexion sur deux miroirs. À angle d'inclinaison réglable et distance ajustable des miroirs par rapport à l'axe optique ; sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de chacun des miroirs : 50 mm x 70 mm
- Plage de réglage de l'angle d'inclinaison entre les miroirs : env. -1° ... +3°
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 05	Miroirs de Fresnel, réglable
--------	------------------------------

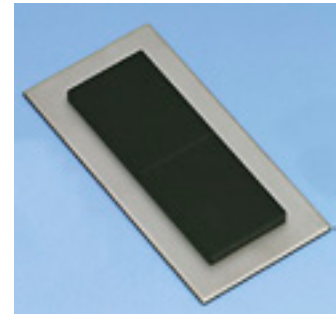
## Miroirs de Fresnel sur plaque

Pour l'observation et l'étude quantitative de l'interférence de la lumière après réflexion sur deux miroirs. À angle d'inclinaison fixe ; sur plaque pour la fixation au support pour diaphragmes et diapositives (459 33).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de chacun des miroirs : 30 mm x 40 mm
- Angle d'inclinaison : env. 0,1° (5 minutes d'angle)
- Dimensions de la plaque : 50 mm x 100 mm

471 04 Miroirs de Fresnel sur plaque



## Verres pour l'expérience des anneaux colorés de Newton

Lame en verre plane et lentille plan-convexe sur monture commune. Des vis moletées permettent le centrage des anneaux et le réglage de la pression de serrage optimale. Avec échelle diamétrale, sur tige. Pour l'observation directe ou pour la projection avec le montage optique.

Caractéristiques techniques :

- Lentille  
Diamètre : 40 mm  
Rayon de courbure : > 12 m
- Échelle : graduation en mm
- Diamètre de la monture : 75 mm
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 111 Verres pour l'expérience des anneaux colorés de Newton



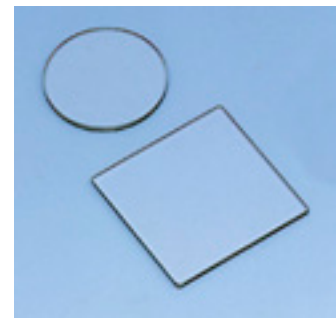
## Plaque et lentille pour anneaux de Newton

Plaque en verre à faces planes et parallèles et lentille plan-convexe. Pour l'observation et l'étude quantitative des anneaux de Newton en transmission et en réflexion. Des anneaux sont créés en pressant la lentille et la plaque de verre l'une contre l'autre. Fixation au support pour diaphragmes et diapositives (459 33).

Caractéristiques techniques :

- Plaque :  
Dimensions : 50 mm x 50 mm x 3 mm
- Lentille :  
Diamètre : 40 mm  
Rayon de courbure : env. 2 m

471 08 Plaque et lentille pour anneaux de Newton



## Biprisme

Biprisme de Fresnel pour l'observation et l'étude quantitative de l'interférence par réfraction. Peut être fixé au support pour diaphragmes et diapositives (459 33).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 mm x 50 mm x 2 mm
- Angle du prisme : env. 179°
- Indice de réfraction ( $n_p$ ) : 1,5231

471 09 Biprisme



## Étalon de Fabry-Perot, dans monture

Sert au montage de l'interféromètre à effet Zeeman, lame de verre aux deux faces hautement parallèles, semi-métallisées, l'inclinaison de l'étalon par rapport à l'axe optique peut être modifiée à l'aide de vis de réglage, sur tige.

Caractéristiques techniques :

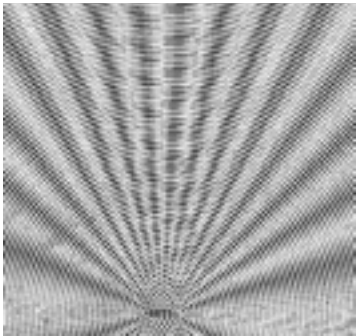
- Diamètre : 25 mm
- Épaisseur : 4 mm
- Coefficient de réflexion : 0,85
- Longueur d'onde : 644 nm
- Planéité : 32 nm ( $\lambda/20$ )
- Matériau : Suprasil
- Indice de réfraction : 1,457
- Pouvoir résolvant : env. 400 000
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 221 Étalon de Fabry-Perot, dans monture



## 5.5 OPTIQUE ONDULATOIRE

### 5.5.1 INTERFÉRENCE/DIFFRACTION



#### Plaque en mica

Pour expériences d'interférence de Pohl ; des anneaux d'interférence sont engendrés par la lumière d'une lampe spectrale réfléchiée par les faces avant et arrière d'une plaque de mica. Convient particulièrement bien pour la démonstration.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : env. 9 cm x 13 cm

471 07 Plaque en mica

#### Modèle d'interférence de Pohl

Deux plaques en plastique transparent portant chacune un système de cercles concentriques pour la mise en évidence de figures d'interférence. Pour une observation soit directe, soit par projection avec un rétroprojecteur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
12 cm x 9 cm  
9 cm x 9 cm

415 04 Modèle d'interférence de Pohl

## 5.6 Interférométrie et holographie

### 5.6.1 sur la plaque de base pour optique laser

#### Mesure de l'indice de réfraction de l'air à l'aide d'un interféromètre de Mach-Zehnder

Dans l'expérience P5.3.5.2, on détermine l'indice de réfraction de l'air. Pour cela, on place une chambre à vide dans la trajectoire d'un sous-faisceau de l'interféromètre de Mach-Zehnder. En évacuant lentement l'air contenu dans la chambre, on fait varier la longueur du chemin optique du sous-faisceau considéré.

*Recommandation:* Il est préférable de commencer par monter l'interféromètre de Michelson avant de monter l'interféromètre de Mach-Zehner pour la première fois.

#### Plaque de base pour optique laser

Pour le montage de différents dispositifs à interféromètres et pour la réalisation d'hologrammes de réflexion à lumière blanche et d'hologrammes de transmission. La plaque de granit polie pour l'amortissement des vibrations repose sur un coussin d'air ; elle est donc très peu sensible aux secousses mécaniques. Avec couvercle pour minimiser les perturbations dues à la convection de l'air lors de l'enregistrement des hologrammes.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 60 cm x 30 cm x 6 cm
- Masse : 30 kg

Matériel livré :

- Plaque de granit
- Couvercle
- Tuyau

473 40 Plaque de base pour optique laser

#### Porte-laser

Sert de support pour le laser He-Ne à polarisation linéaire (471 830) sur la plaque de base pour optique laser. Fixation en trois points pour une bonne stabilité. Inclinaison et hauteur du faisceau réglables.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 150 mm
- Largeur : 120 mm
- Masse : 300 g

473 411 Porte-laser



### Pied pour optique

Sert de support pour les composants optiques sur la plaque de base pour optique laser (473 40). Socle en forme de lune pour réduire les distances entre les composants. Fixation en trois points et hauteur réduite pour une plus grande stabilité sans vibrations sur la plaque de base.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur des colonnes au-dessus de la plaque : 40 mm
- Écartement nécessaire entre les tiges : 10 ... 14 mm

473 421 Pied pour optique



### Lentille sphérique f = 2,7 m

Lentille anti-reflet à distance focale courte pour l'élargissement du faisceau laser, dotée d'une petite ouverture de la monture de la lentille qui permet d'éliminer les rayons parasites partiels.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 70 mm x 22 mm x 14 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 471 Lentille sphérique f = 2,7 m



### Miroir plan à réglage précis

Inclinaison du miroir réglable verticalement et horizontalement par deux vis moletées. Sert à rectifier la trajectoire des faisceaux. Sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du miroir : 40 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 461 Miroir plan à réglage précis



### Mécanisme de réglage de précision

Avec vis micrométrique pour un déplacement précis du miroir plan (473 461). Pour la détermination en interférométrie de la longueur d'onde du faisceau laser. Sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Déplacement utile : 25 mm
- Avance/Rotation :
  - sans réducteur 0,5 mm
  - avec réducteur 5  $\mu$ m
- Diamètre de la tige : 12 mm

Matériel livré :

- 1 dispositif de déplacement avec logement pour miroir plan et vis micrométrique fixe
- 1 réducteur (100 : 1) avec arbre à cardan et bande magnétique
- 1 support pour réducteur

473 48 Mécanisme de réglage de précision



### Lame séparatrice 50 %

Pour le dédoublement d'un faisceau de rayons. À utiliser avec le porte-lame séparatrice (473 431).

Caractéristiques techniques :

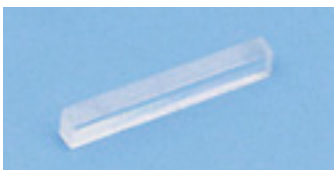
- Pour une longueur d'onde  $\lambda = 633$  nm et un angle d'incidence de  $45^\circ$  :
  - rapport d'intensité transmission/réflexion :  $50/50 \pm 5\%$
- Planéité des faces avant et arrière :  $\frac{1}{2} \lambda$
- Dimensions : 30 mm x 10 mm x 6 mm

473 432 lame séparatrice 50 %



## 5.6 INTERFÉROMÉTRIE ET HOLOGRAPHIE

### 5.6.1 SUR LA PLAQUE DE BASE POUR OPTIQUE LASER



#### Lame séparatrice variable

Pour le dédoublement d'un faisceau de rayons. À utiliser avec le porte-lame séparatrice (473 431). Rapport d'intensité transmission/réflexion réglable grâce aux couches diélectriques cunéiformes métallisées sous vide.

Caractéristiques techniques :

- Pour une longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$  :  
rapport d'intensité transmission/réflexion : variable
- Planéité des faces avant/arrière :  $\frac{1}{2} \lambda$
- Dimensions : 58 mm x 10 mm x 6 mm

473 435 | Lame séparatrice variable



#### Porte-lame séparatrice

Sert de support pour lames séparatrices (473 432, 473 435), inclinaison réglable pour montage vertical ; sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la tige : 12 mm
- Convient pour les lames séparatrices : 10 mm x 6 mm x (30 ... 58) mm

473 431 | Porte-lame séparatrice



#### Filtre polarisant pour plaque de base pour optique laser

Pour la production d'une lumière polarisée linéairement et pour l'étude de phénomènes de polarisation sur la plaque de base pour optique laser. Film plastique dichroïque dans monture, sur support pivotant, avec tige.

Caractéristiques techniques :

- Taux de polarisation : 99 %
- Échelle angulaire :  $0^\circ \dots \pm 90^\circ$
- Diamètre du filtre : 22 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 49 | Filtre polarisant pour plaque de base pour optique laser



#### Chambre à vide

En interférométrie, pour la détermination de l'indice de réfraction des gaz. Fournie avec deux raccords de tuyaux et des bouchons en caoutchouc. Sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions internes de la chambre : longueur : 50 mm, diamètre : 40 mm
- Bouchons en caoutchouc : 4/8 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 485 | Chambre à vide



#### Porte-objet

Pour la fixation quasiment sans vibration ou la mise en place des petits objets à holographier. Sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur de serrage : 8 ... 50 mm
- Dimensions : 110 mm x 80 mm x 50 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 451 | Porte-objet



#### Porte-film

Pour la fixation de films pour holographie ; monté sur tige. Élément constitué de deux parties et muni de rainures en V pour un positionnement stable et parfaitement reproductible.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du film : 42 mm x 51 mm
- Dimensions : 100 mm x 85 mm x 40 mm
- Diamètre de la tige : 12 mm

473 441 | Porte-film



### Accessoires pour chambre noire

Lot d'accessoires pour le traitement des films pour l'holographie.

Matériel livré :

- 1 lampe pour chambre noire avec filtre spécial jaune-vert, alimentation sur secteur 230 V
- 1 jeu de pinces pour photos en V2 A (2 pinces)
- 1 boîte opaque pour le rangement des morceaux de films découpés

473 446 Accessoires pour chambre noire

### Film pour l'holographie, 3000 lignes/mm

Film spécial à haute résolution pour l'enregistrement d'hologrammes avec un laser He-Ne. Feuilles à découper.

Caractéristiques techniques :

- Résolution : 3000 lignes/mm
- Quantité : 50 feuilles
- Dimensions d'une feuille : 102 mm x 127 mm

473 448 Film pour l'holographie, 3000 lignes/mm



### Produits chimiques utilisés en photographie

Révélateur concentré et bain fixateur, spécialement pour les films pour l'holographie.

Caractéristiques techniques :

- Révélateur : 2 x 250 ml
- Fixateur : 2 x 250 ml

473 444 Produits chimiques utilisés en photographie

## 5.7 Spectrométrie

### 5.7.1 Spectroscopes et spectromètres

#### Spectroscopie de poche, simple

Pour l'observation libre des spectres, par ex. pour la mise en évidence des raies de Fraunhofer du spectre solaire. Avec prisme à vision directe. Livré dans un étui.

Caractéristiques techniques :

- Largeur de la fente : 0,03 mm
- Dispersion moyenne ( $n_F - n_C$ ) : 0,02628 / 6°
- Dimensions : 10 cm x 1,8 cm Ø

467 02 Spectroscopie de poche, simple



#### Spectroscopie de poche avec échelle des longueurs d'onde

Avec largeur de fente réglable en continu et échelle des longueurs d'onde. Livré dans un étui.

Caractéristiques techniques :

- Largeur de la fente : 0 ... 0,8 mm
- Loupe, distance focale :  $f = 40$  mm
- Prisme à vision directe
- Vue dans la raie F : 486,1 nm
- Dispersion angulaire moyenne : 5' 30'
- Tube : 17 mm

667 339 Spectroscopie de poche avec échelle des longueurs d'onde



## 5.7 SPECTROMÉTRIE

### 5.7.1 SPECTROSCOPES ET SPECTROMÈTRES

#### Support pour spectroscopes de poche

Pour le montage dans des dispositifs d'observation fixes

667 332 Support pour spectroscopes de poche



#### Spectroscopie scolaire

Pour observer et mesurer les spectres d'absorption et d'émission. Modèle réalisé d'après Kirchhoff et Bunsen.

- Collimateur avec fente réglable et condenseur
- Prisme en flint sur table, avec réfracteur amovible
- Lunette d'observation avec oculaire
- Tube gradué avec échelle projetable

Caractéristiques techniques :

- *Collimateur à fente (tube d'observation)*
  - Condenseur : 160 mm
- *Prisme, équilatéral*
  - Arête : 30 mm
  - Indice de réfraction ( $n_D$ ) : 1,620
  - Dispersion moyenne ( $n_F - n_C$ ) : 0,017
  - Pouvoir de résolution ( $\lambda/\Delta\lambda$ ) : env. 3000
- *Lunette*
  - Objectif, distance focale : 160 mm
  - Oculaire : x15
- *Collimateur auxiliaire (tube gradué)*
  - Lentille : 90 mm
  - Échelle, longueur : 10 mm / résolution : 0,05 mm
- Hauteur totale : 25 cm
- Masse : 2 kg

467 112 Spectroscopie scolaire

#### Spectromètre et goniomètre

Pour observer et mesurer les spectres d'absorption et d'émission. Avec échelle précise pour la mesure de l'angle de déviation avec prismes et réseaux. Convient ainsi également à la détermination de l'indice de réfraction et de la dispersion moyenne. Avec fente réglable, condenseur, prisme en flint, optique d'observation et réticule éclairé. Un support pour un réseau peut aussi être utilisé à la place du plateau pour prisme.

Caractéristiques techniques :

- Prisme
  - Arête : 33 mm
  - Hauteur : 22 mm
  - Indice de réfraction ( $n_D$ ) : 1,620
  - Dispersion moyenne ( $n_F - n_C$ ) : 0,017
  - Pouvoir de résolution ( $\lambda/\Delta\lambda$ ) : env. 3300
- Support de réseau : 50 mm x 25 mm
- Échelle angulaire : 0° à 360° avec graduation de 0,5°
- Précision : 1' (par vernier)
- Condenseur
  - Distance focale : 160 mm
  - Diamètre : 16 mm
- Objectif :
  - Distance focale : 160 mm
  - Diamètre : 16 mm
- Alimentation pour éclairage du réticule :
  - 8 V/0,15 A, par câble avec fiches de 4 mm
- Hauteur totale : env. 25 cm
- Masse : env. 8 kg

Matériel livré :

- 1 appareil de base du spectromètre
- 1 dispositif pour éclairage du réticule
- 1 plateau avec prisme en flint
- 1 support de réseau (sans réseau)

467 23 Spectromètre et goniomètre



### Sels pour coloration de flamme, jeu de 9

Pour observations spectroscopiques, substances de référence pour identifier des substances par la coloration de flammes. Présentés dans des petits tubes fermés, les sels sont clairement disposés sur un plateau.

Matériel livré :

Sels des métaux suivants :

lithium, calcium, sodium, strontium, potassium, baryum, rubidium, césium, cuivre.

661 088 Sels pour coloration de flamme, jeu de 9



### Fil de platine

Pour observer la coloration d'une flamme, soudé. Avec tube à essais et bouchon en caoutchouc.

Caractéristiques techniques :

Fil : env. 30 mm x 0,5 mm Ø

667 0831 Fil de platine



### Bâton de magnésie, lot de 25

Pour la coloration de flamme.

673 0840 Bâton de magnésie, lot de 25



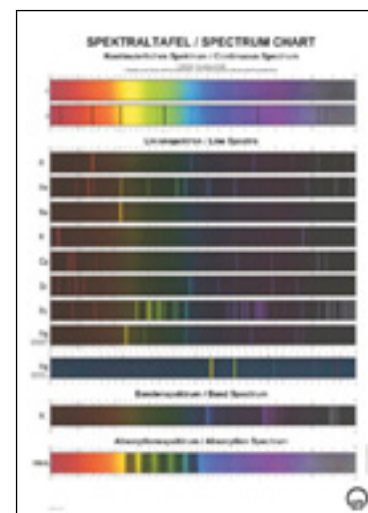
### Tableau de spectres

Tableau mural en couleur, plastifié. 12 spectres différents sont représentés sur le tableau en tant que spectres de prismes obtenus pour une même dispersion totale dans la plage qui s'étend de 380 à 800 nm. La graduation de rouge à violet illustre bien la dispersion croissante. Les différentes épaisseur de trait correspondent aux différents niveaux d'intensité. Annotations en allemand et en anglais.

Caractéristiques techniques :

Dimensions : 180 cm x 123 cm

667 7101 Tableau de spectres



## 5.7.2 Spectrophotomètres

### Enregistrement des raies de Fraunhofer à l'aide d'un spectromètre compact

Dans l'expérience P6.2.2.5, les raies d'absorption de Fraunhofer sont identifiées dans le spectre du soleil permettant ainsi l'identification de nombreux éléments contenus dans la couche de photosphère.



### Spectromètre compact, physique

Spectromètre compact pour l'enregistrement assisté par ordinateur de spectres d'émission et d'absorption. La lumière entre par des fibres optiques mobiles.

À l'intérieur du spectromètre, la lumière est décomposée par un réseau fixe et présentée sur une barrette CCD au silicium. L'intensité est ainsi mesurée simultanément pour toutes les longueurs d'onde, ce qui permet aussi d'enregistrer des procédés qui changent rapidement comme une coloration de flammes.

Pour procéder aux mesures de l'absorption, il faut d'abord enregistrer un spectre de référence, ensuite celui de l'absorbeur dans le trajet de rayons. Le logiciel calcule les valeurs telles que la transmission, l'absorption, etc. à partir de la différence. Quelques exemples typiques sont les spectres d'émission, par ex. lors de décharges de gaz, la coloration de flammes, les raies de Fraunhofer dans le spectre du soleil, la loi de Wien, les spectres de diodes lumineuses, etc. ou spectres d'absorption avec une source lumineuse externe, par ex. à filtres ; à vapeur de sodium.

Un support pour fibre optique (460 251) permet une utilisation sur un banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Technique : Czerny-Turner
- Détecteur : barrette CCD au silicium
- Gamme de longueurs d'onde : 350 ... 1000 nm
- Résolution : 2048 canaux, largeur de bande optique 2 nm (pleine largeur à mi-hauteur)
- Temps d'intégration : 3 ms ... 1 s
- Connexion ordinateur : USB
- Alimentation : par USB
- Connexion fibre optique : SMA 905
- Dimensions : 89 mm x 63 mm x 34 mm
- Masse : 190 g

Matériel livré :

- Spectromètre
- Logiciel SpectraLab (467 250)
- Fibre optique

467 251	Spectromètre compact, physique
---------	--------------------------------

### Spectromètre UV compact, physique

Spectromètre compact pour l'enregistrement assisté par ordinateur de spectres d'émission et d'absorption dans le domaine de l'ultraviolet et du visible. La lumière entre dans le spectromètre par une fibre optique mobile.

À l'intérieur du spectromètre, la lumière est décomposée par un réseau fixe et présentée sur une barrette CCD au silicium. L'intensité de toutes les longueurs d'ondes est ainsi mesurée simultanément, ce qui permet aussi d'enregistrer des procédés qui changent rapidement comme une coloration de flammes.

Pour des mesures d'absorption, il faut d'abord enregistrer un spectre de référence, ensuite celui de l'absorbeur dans la trajectoire des rayons. Le logiciel calcule des valeurs telles que la transmission, l'absorption, etc. à partir de la différence. Quelques exemples typiques sont les spectres d'émission, par ex. lors de décharges de gaz (spécialement le mercure), les colorations de flammes ou les spectres d'absorption avec une source lumineuse externe, par ex. sur des filtres. Un support pour fibre optique (460 251) permet une utilisation sur un banc d'optique.

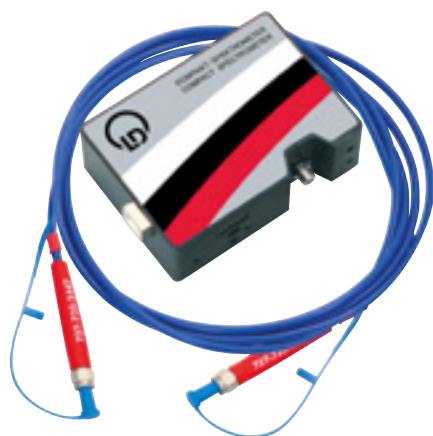
Caractéristiques techniques :

- Technique : Czerny-Turner
- Détecteur : barrette CCD au silicium
- Gamme de longueurs d'onde : 200 ... 850 nm
- Résolution : 2048 canaux, largeur de bande optique 2 nm (pleine largeur à mi-hauteur)
- Temps d'intégration : 3 ms à 1 s
- Connexion ordinateur : USB
- Alimentation : par USB
- Connexion fibre optique : SMA 905
- Dimensions : 89 mm x 63 mm x 34 mm
- Masse : 190 g

Matériel livré :

- Spectromètre
- Logiciel SpectraLab (467 250)
- Fibre optique

467 261	Spectromètre UV compact, physique
---------	-----------------------------------



## Support pour fibres

Pour positionner une fibre en verre ou en plastique sur le banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Perçage intérieur pour gousse : 3,25 mm
- Filetage : 1/4 de pouce 36 UNS, par ex. pour connecteur SMA 905

460 251 | Support pour fibres

## Support pour cuves avec source lumineuse

Source lumineuse avec support pour cuves, pour compléter le spectromètre 467 251 et ainsi obtenir le spectromètre complet 467 252.

467 253 | Support pour cuves avec source lumineuse

## Support pour cuves avec source lumineuse UV

Source lumineuse visible/ultraviolet avec support pour cuves, pour compléter le spectromètre 467 261 et ainsi obtenir le spectromètre complet 467 262.

467 263 | Support pour cuves avec source lumineuse UV

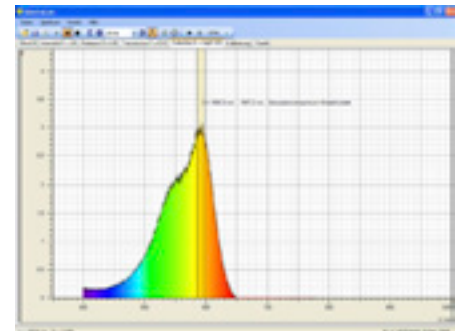
## SpectraLab

Logiciel convivial pour mesurer et exploiter les spectres d'émission et d'absorption, comme dans 467 251, 467 252, 467 261 et 467 262.

Caractéristiques techniques :

- Également pour les spectromètres Ocean Optics USB650 / USB2000
- Possibilités de correction de l'offset (0 %) et de la référence (100 %) pour le relevé de transmission, d'absorbance et de concentration (selon calibrage)
- Possibilité de mesures cinétiques, par ex. évolution temporelle de l'absorbance ou de concentration pour différentes longueurs d'onde
- Représentation des spectres selon la longueur d'onde, l'énergie ou le nombre d'ondes
- Possibilité de calibrage du spectromètre avec une source lumineuse en indiquant sa température de couleur
- Mesure de l'intensité relative d'un rayon au moyen de la longueur d'onde ou de l'énergie pour l'étude de la loi de Planck
- Pré-requis : PC avec Windows 2000/XP/Vista/7

467 250 | SpectraLab



### 5.7.3 Montage d'un spectromètre

#### Observation du dédoublement des raies de Balmer dans le cas de la deutérum d'hydrogène (dédoublement isotopique)

Dans l'expérience P6.2.1.3, les raies de Balmer sont étudiées à l'aide d'un montage de spectromètre à haute résolution. On utilise ici un réseau holographique avec des constantes de réseau  $g$ . Le dédoublement des longueurs d'onde est calculé à l'aide de l'angle  $\beta$  du maximum à l'ordre 1 et l'angle de dédoublement  $\Delta\beta$ , comme suit :

$$\Delta\lambda = g \cdot \cos\beta \cdot \Delta\beta$$

#### VidéoCom USB

Caméra CCD à une ligne pour le relevé sans contact, de haute précision, de mouvements de mobiles ainsi qu'une mesure relative d'intensités. La caméra se branche à un ordinateur via son port USB. Livrée avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Ligne CCD avec 2048 pixels (28 mm)
- Précision angulaire supérieure à  $0,01^\circ$  (correspond à env. 0,25 mm pour une distance de 2 m)
- Précision de la mesure de l'intensité supérieure à 0,5 %
- Max. 160 images par seconde
- Enregistrement de la position de 1 à 10 mobiles à la fois
- Objectif de 50 mm avec distance et diaphragme réglables ainsi qu'éclairage stroboscopique par LEDs intégré
- Port USB, compatible avec les caractéristiques USB, versions 1.1 et 2.0, full speed (câble USB inclus au matériel livré)
- Feuille réflectrice (format A5, autocollante)
- Tige support à filetage pour montage sur le banc optique
- Alimentation : 12 V CA/20 W via adaptateur secteur (inclus au matériel livré)
- Logiciel de mesure et d'exploitation des données, utilisable sous Windows (aussi disponible gratuitement sur Internet sous « Téléchargement de logiciels »)

337 47USB	VidéoCom USB
-----------	--------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 59	Trépied pour caméra
1	336 21	Aimant de maintien
1	337 472	Corps de chute



## 5.8 Vitesse de la lumière

### 5.8.1 Méthode du miroir tournant

#### Détermination de la vitesse de la lumière selon la méthode du miroir tournant de Foucault et Michelson – Mesure du déplacement de l'image en fonction de la vitesse de rotation du miroir

Dès que le miroir tournant tourne à une fréquence  $\nu$  élevée, on observe un déplacement  $\Delta x$  de l'image sur la réglette graduée: pendant le temps

$$\Delta t = \frac{2a}{c}$$

mis par la lumière pour effectuer un aller et un retour entre le miroir tournant et le miroir fixe. Le miroir tournant tourne d'un angle

$$\Delta\alpha = 2\pi\nu \cdot \Delta t$$

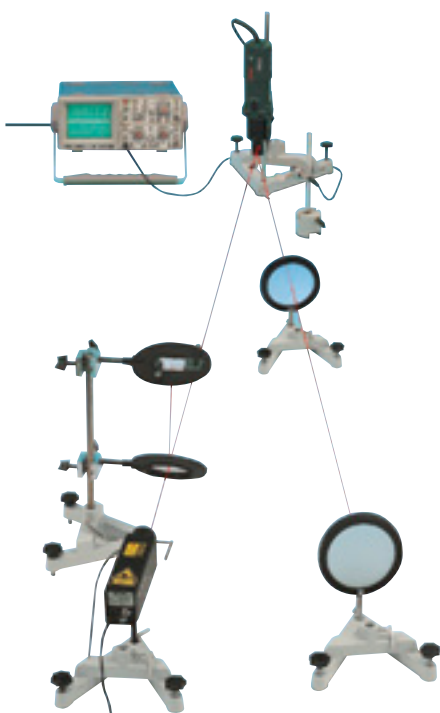
Le déplacement de l'image est alors de :

$$\Delta x = 2\Delta\alpha \cdot a$$

d'où la vitesse de la lumière :

$$c = 8\pi \cdot a^2 \cdot \frac{\nu}{\Delta x}$$

Il suffit de mesurer le déplacement de l'image à une vitesse de rotation maximale connue du miroir pour déterminer la vitesse de propagation de la lumière (P5.6.1.2). La mesure du déplacement de l'image en fonction de la vitesse de rotation fournit un résultat plus précis (P5.6.1.1).



### Miroir tournant

Pour déterminer la vitesse de la lumière. Miroir taillé optiquement sur les deux faces, métallisé et recouvert de quartz. Avec moteur d'entraînement et noix pour la fixation sur le support ; livré avec clé à douille pour régler le miroir lorsqu'il est à l'arrêt.

Caractéristiques techniques :

- Vitesse de rotation : max. 27 000 trs/min.
- Surface du miroir : 10 mm x 20 mm
- Écartement de la noix : 14 mm
- Alimentation : max. 230 V, 50/60 Hz (câble de sécurité)
- Dimensions totales : env. 19 cm x 6 cm Ø
- Masse : env. 1,5 kg

476 40 Miroir tournant

### Miroir de surface

Convient comme miroir de déviation, par ex. pour la détermination de la vitesse de la lumière. Surface optiquement plane ; dans monture, sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Rayon de courbure : >100 m
- Diamètre du miroir : 120 mm
- Diamètre de la monture : 18 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

463 20 Miroir de surface

### Réglette en verre, 5 cm

Pour la mesure par ex. du décalage de l'image lors de la détermination de la vitesse de la lumière ou comme objet de projection pour déterminer l'échelle de représentation de systèmes d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Graduation
  - Longueur : 5 cm
  - Division : cm et mm
- Dimensions : 75 mm x 26 mm

311 09 Réglette en verre, 5 cm



## 5.8.2 Méthode des impulsions lumineuses

### Détermination de la vitesse de la lumière dans l'air à partir de la distance parcourue et du temps de propagation d'une impulsion lumineuse courte

Dans l'expérience P5.6.2.1, on varie la distance parcourue par les impulsions lumineuses puis on mesure le changement du temps de propagation avec un oscilloscope. La vitesse de la lumière est le rapport du changement de la distance parcourue par le changement du temps de propagation. En alternative, on procède à la détermination absolue de la distance parcourue totale des impulsions lumineuses par le recours à une impulsion de référence. La vitesse de la lumière est dans ce cas-là le quotient de la distance parcourue par le temps de propagation. Pour le calibrage de la mesure du temps, il est possible de représenter sur l'oscilloscope un signal oscillateur commandé par quartz avec l'impulsion de mesure. La mesure du temps ne dépend alors pas de la base de temps de l'oscilloscope.

### Appareil de mesure de la vitesse de la lumière

Pour mesurer la vitesse de la lumière à l'aide d'impulsions lumineuses ; ces impulsions sont rétro-réfléchies et projetées sur une diode réceptrice par le biais d'une lame séparatrice. L'écart de temps est mesuré sur un oscilloscope. L'appareil est dans un boîtier métallique et doté d'une tige qui permet sa fixation sur un banc d'optique. Miroir triple inclus.

Caractéristiques techniques :

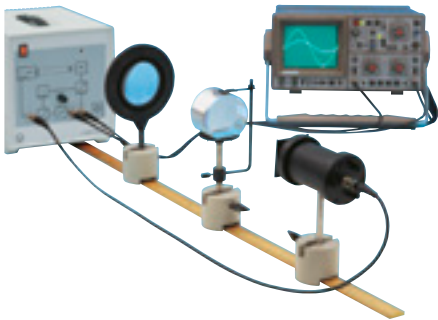
- Tension d'alimentation : 12 (adaptateur secteur fourni)
- Bornes de signal : BNC
- Dimensions : cm x 12 cm x 6,3 cm
- Masse : 2 kg

476 50 Appareil de mesure de la vitesse de la lumière



### 5.8.3 Méthode de la modulation électronique

#### Détermination de la vitesse de la lumière dans différents milieu de propagation



Dans l'expérience P5.6.3.2, on détermine la vitesse de la lumière dans divers milieux de propagation. Les accessoires disponibles à cet effet sont les suivants: un tube d'un mètre de long muni de deux fenêtres latérales permettant le remplissage avec de l'eau, une cuve en verre de 5 cm de large utilisée pour d'autres liquides et un corps en verre acrylique de 5 cm de large.

#### Émetteur et récepteur de lumière

Pour déterminer la vitesse de la lumière et les indices de réfraction de liquides et de solides transparents par modulation électronique. Cela ne nécessite que de petites trajectoires de la lumière. (Une distance de 2,5 m entre l'émetteur et le récepteur donne des résultats dont la marge d'erreur est de  $\pm 1\%$ ).

Caractéristiques techniques :

- Émetteur
  - Source lumineuse : diode luminescente (rouge, 670 nm) avec condensateur
  - Fréquence de modulation : 60 MHz  $\pm$  5 kHz
  - Alimentation par le câble de signal de l'alimentation du récepteur
  - Dimensions : env. 12 cm x 7 cm  $\varnothing$
  - Diamètre de la tige : 10 mm
  - Masse : 0,8 kg
- Récepteur et alimentation
  - Capteur: photodiode PIN au silicium
  - Sorties
  - Canal de référence : env.  $2 V_{cc}$  par douille BNC
  - Canal de réception : max.  $2 V_{cc}/SUB$  par douille BNC
  - Rapport signal-bruit : 46 dB
  - Résistance de charge : 2 k $\Omega$
- Alimentation secteur : 115 V/230 V, 50/60 Hz, par câble secteur
- Puissance absorbée : 15 VA
- Fusibles :
  - pour 230 V : T 0,125 B
  - pour 115 V : T 0,2 B
- Dimensions : 21 cm x 20 cm x 23 cm
- Masse : 3,5 kg

Matériel livré :

- 1 émetteur de lumière avec condensateur
- 1 récepteur avec unité d'alimentation
- 1 câble HF, 6 m
- 2 câbles HF, 2 m

476 301	Émetteur et récepteur de lumière
---------	----------------------------------

476 30 avec 300 11



### Corps en verre synthétique

Pour déterminer l'indice de réfraction par la mesure de la vitesse de la lumière selon le procédé de modulation ; à faces polies.

Caractéristiques techniques :

- Indice de réfraction : env. 1,5
- Dimensions : 50 mm x 70 mm Ø

476 34	Corps en verre synthétique	
--------	----------------------------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 11	Socle
1	460 25	Plateau pour prisme



### Tube à deux fenêtres

Pour la détermination exacte de l'indice de réfraction de l'eau par la mesure de la vitesse de la lumière selon le procédé de modulation ; avec deux robinets, deux colliers de serrage et deux tiges de fixation.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 1 m x 7,5 cm Ø
- Diamètre des colliers de serrage : 10 mm
- Masse : 2,3 kg
- Diamètre de la tige : 12 mm

476 35	Tube à deux fenêtres	
--------	----------------------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	300 11	Socle



## 5.8.4 Méthode par capteur de déplacement laser

### Détermination de la vitesse de la lumière avec un signal lumineux périodique sur une courte section de mesure – mesure avec un capteur de déplacement à laser et CASSY

Dans l'expérience P5.6.3.3, le capteur de déplacement à laser S sert à mesurer directement le temps de propagation  $t$ . On vérifie la proportionnalité entre la distance et le temps de propagation de la lumière et on calcule la vitesse de la lumière.

### Capteur de déplacement à laser S

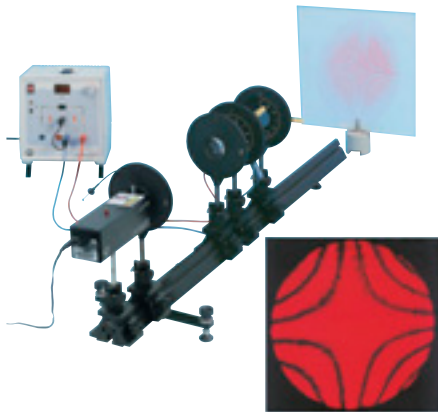
Pour déterminer la distance ou le temps de propagation de la lumière entre le capteur de déplacement à laser et un élément réflecteur avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009, 524 018) ou l'instrument universel de mesure Physique (531 835). La mesure de la distance subordonnée au temps permet un relevé de haute précision et sans contact d'un mouvement (par ex. sur un rail ou lors d'une chute libre). On peut par ex. déterminer la vitesse de la lumière dans différents milieux (air, verre, etc.) à partir de la mesure du temps de propagation entre le capteur et l'élément réflecteur. Une bande autocollante de papier réfléchissant incluse au matériel livré collée sur un objet (chariot, cavalier, par ex.) sert de réflecteur.

Caractéristiques techniques :

- Laser : classe 2, modulé (6,0 ou 60,0 MHz) limité à une puissance optique moyenne de 0,2 mW
- Gammes de mesure (distance) : 1/2/10/20 m  
Précision : 0,5 mm dans la plus petite gamme de mesure
- Gamme de mesure (temps de propagation) : 5/10/50/100 ns  
Précision : 3,3 ps dans la plus petite gamme de mesure
- Feuille catadioptré : A5
- Dimensions : 50 mm x 70 mm x 150 mm
- Masse : 0,5 kg

524 073	Capteur de déplacement à laser S	
---------	----------------------------------	--





## 5.9 Effets électro-optiques et magnéto-optiques

### Démonstration de l'effet Pockels dans un trajet conoscopique du faisceau lumineux

Dans l'expérience P5.4.5.1, on démontre l'effet Pockels sur un cristal de niobate de lithium placé dans le trajet conoscopique d'un faisceau lumineux. On éclaire le cristal avec un faisceau lumineux divergent, polarisé linéairement et on observe la lumière qui le traverse derrière un analyseur croisé. L'axe optique du cristal déjà biréfringent sans aucun champ électrique, est parallèle à la surface d'incidence et à la surface de sortie, raison pour laquelle une figure d'interférence est formée de deux groupes d'hyperboles tournés l'un par rapport à l'autre de  $90^\circ$ . Les franges claires de la figure d'interférence sont le résultat de faisceaux lumineux pour lesquels la différence  $\Delta$  des chemins optiques du rayon extraordinaire et du rayon ordinaire dans le cristal est un multiple entier de la longueur d'onde  $\lambda$ . L'effet Pockels change la différence des indices de réfraction principaux  $n_o - n_e$ . Il s'ensuit un changement de la position des franges d'interférence. Si on applique la dite tension de demi onde  $U_{\lambda}$ ,  $\Delta$  change d'une demi-longueur d'onde. Les franges d'interférence sombres se déplacent vers la position des franges claires et vice-versa. Le processus se répète à chaque nouvelle augmentation de la tension de valeur  $U_{\lambda}$ .



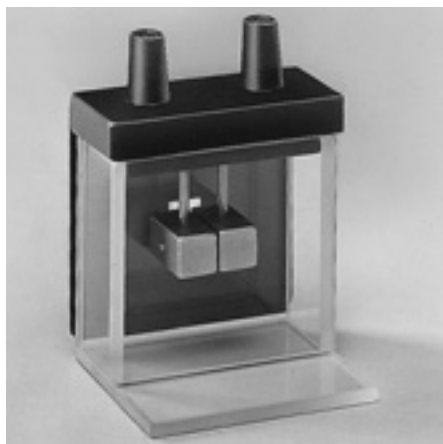
### Cellule de Pockels

L'appareil sert à la démonstration de l'effet optoélectronique linéaire (effet Pockels); il s'agit du changement de la biréfringence d'un cristal sous l'influence d'un champ électrique. Cet effet est proportionnel à la tension appliquée dans le cas du niobate de lithium. L'axe optique du cristal est parallèle au champ électrique d'un condensateur à plaques et perpendiculaire à l'axe principal du chemin optique géométrique (configuration transversale). Les expériences sont réalisées avec un laser à polarisation (471 830).

Caractéristiques techniques :

- Cristal : niobate de lithium ( $\text{LiNbO}_3$ )
- Dimensions du cristal : 2 mm x 3 mm x 20 mm
- Longueur du chemin optique : 20 mm
- Condensateur à plaques :  
Distance entre les plaques : 2 mm  
Surface des plaques : 3 mm x 20 mm
- Tension demi-onde : env. 380 V
- Domaine angulaire :  $\pm 90^\circ$
- Connexions électriques : douilles de sécurité de 4 mm
- Diamètre du support : 130 mm
- Dimensions de la tige : 85 mm x 10 mm  $\varnothing$

472 90 Cellule de Pockels



### Cellule de Kerr

Pour observer et étudier la biréfringence d'un diélectrique transparent dans un champ électrique (« Effet Kerr »), livrée avec boîtier en verre et écran.

Caractéristiques techniques :

- Écartement des électrodes : 1 mm
- Alimentation: max. 5000 V, par douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 50 mm x 50 mm x 20 mm

473 31 Cellule de Kerr



### Effet Faraday: détermination de la constante de Verdet pour le flint en fonction de la longueur d'onde

Dans l'expérience P5.4.6.1, on calibre tout d'abord le champ magnétique à l'aide d'une sonde champ magnétique en fonction de l'intensité du courant qui traverse les électroaimants; l'effet Faraday est alors étudié sur un parallélépipède en flint. Pour améliorer la précision de mesure, on mesure à chaque fois le double de l'angle de rotation par l'inversion du champ magnétique. La proportionnalité entre l'angle de rotation et le champ magnétique ainsi que la diminution de la constante de Verdet avec la longueur d'onde  $\lambda$  sont vérifiées.

## Parallélépipède rectangle en flint avec support

Élément servant à observer l'activité optique d'un corps transparent amorphe dans un champ magnétique (effet Faraday).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 10 mm x 10 mm x 20 mm
- Support :  
Longueur : 16 cm  
Filetage : M8

560 482 | Parallélépipède rectangle en flint avec support



## Cavalier large à filetage

Cavalier pour banc d'optique à profil normalisé (460 335, 460 32, 460 33). Sert à la mise en place et à la fixation d'un noyau en U avec bobines, par ex. pour des expériences sur l'effet Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Largeur du pied : 150 mm
- Filetage : 1 x M8; 4 x M6

460 381 | Cavalier large à filetage



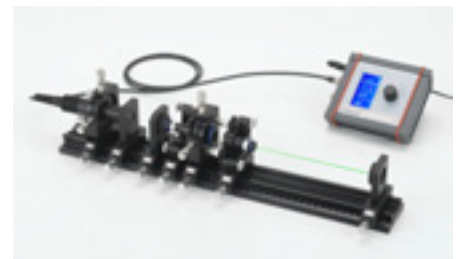
## 5.10 Optique laser

Remarque : vous trouverez d'autres expériences du programme Photonics telles que par exemple :

- laser hélium-néon ouvert, également orange
- laser NdYAG, vert, commutateur Q
- fibres optiques
- etc.



Visionnez aussi nos vidéos sur YouTube : <http://www.youtube.com/user/liddidactic>



## 5.11 Documentation pédagogique

LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, en anglais

Classeur avec 185 descriptions d'expériences pour le premier cycle de l'enseignement secondaire, dans les domaines

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Optique
- Radioactivité

539 501EN | LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, en anglais



### LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, en anglais

50 descriptions d'expériences pour l'enseignant, complémentaires à 539 501EN. 70 pages. À ranger dans le classeur de 539 501EN.

Sujets traités :

- Oscillations mécaniques
- Acoustique
- Transmission de chaleur
- Changement d'état
- Travail, énergie et puissance
- Conversion et transmission de l'énergie
- Moteur et générateur
- Fonctions logiques de base
- Propriétés des rayons radioactifs

539 502EN	LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, en anglais
-----------	---

### LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P5 – optique, anglais

Env. 65 fiches de travaux pratiques en optique pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 300 pages, dans classeur.

597 315EN	LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P5 – optique, anglais
-----------	--

Prérequis matériel :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques

### CD : Document Center, TP de physique, en français

Avec plus de 400 descriptions d'expériences dans tous les domaines de la physique, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur. Les descriptions d'expériences sont en français et en anglais.

Domaines :

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Électronique
- Optique
- Physique atomique et nucléaire
- Physique des solides

Avec interface conviviale permettant la visualisation et la gestion aisée des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 310FR	CD : Document Center, TP de physique, en français
-----------	---

Prérequis matériel

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques



# PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE

- 6.1 NOTIONS DE BASE
- 6.2 PHYSIQUE DE L'ÉLECTRON
- 6.3 EXPÉRIENCE DE FRANCK ET HERTZ
- 6.4 RÉSONANCE DE SPIN ÉLECTRONIQUE
- 6.5 RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE
- 6.6 EFFET ZEEMAN
- 6.7 POMPAGE OPTIQUE
- 6.8 APPAREIL À RAYONS X
- 6.9 MATÉRIEL POUR LA MISE EN ÉVIDENCE  
DES RAYONNEMENTS  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ET X
- 6.10 RADIOACTIVITÉ
- 6.11 ANALYSE DE L'ÉNERGIE
- 6.12 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 6.1 Notions de base

### 6.1.1 Structures atomiques

#### Microscope à émission de champ



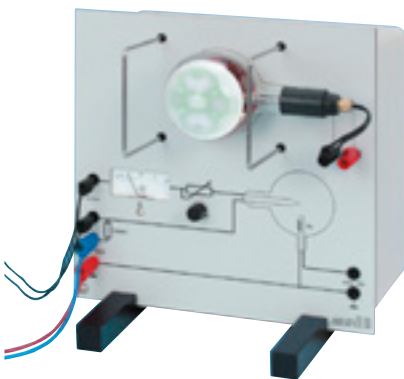
D'après le Prof. Dr. E. W. Müller, pour montrer la diffusion thermique des atomes de baryum sur une pointe de tungstène monocristallin ainsi que pour observer des atomes isolés et leur mouvement d'agitation thermique. Permet une observation à fort grossissement. Malgré les hautes performances du microscope, sa construction reste très simple. Il s'utilise en cours pour étudier la structure atomique de la matière et même l'agitation thermique des atomes. L'appareil est constitué d'une ampoule en verre où règne un vide très poussé et au centre de laquelle se trouve une fine pointe de tungstène (monocristal) d'un rayon de courbure submicroscopique. Si on lui applique une haute tension, cette pointe émet des électrons. Le champ électrique non homogène entourant la pointe agit comme une lentille électronique de distance focale extrêmement courte. Il apparaît d'abord sur l'écran fluorescent une image formée de petites taches claires ou sombres, correspondant à la pointe d'un monocristal pur de tungstène. Les atomes de baryum amenés sur la pointe de tungstène apparaissent sous forme de taches claires car leur émission électronique est plus élevée que celle du cristal. Si on chauffe la pointe de tungstène, les atomes de baryum participent à l'agitation thermique (mouvement visible sur l'écran).

Caractéristiques techniques :

- Grossissement : env. 500 000 fois
- Résolution : 2 ... 3 nm
- Rayon de courbure de la pointe de tungstène : 0,1 ... 0,2  $\mu\text{m}$
- Diamètre de l'ampoule : 10 cm
- Pression : env.  $10^{-10}$  bar
- Tension à l'anode : 4 ... 8 kV
- Courant de l'anode : env. 10  $\mu\text{A}$
- Chauffage du baryum : 8 A max.
- Chauffage de la cathode : 1,9 A  $\pm$  0,05 A
- Raccords :  
Cathode : douille E 27  
Anode et chauffage du baryum : douille E 14

554 60 | Microscope à émission de champ

#### Plaque de connexion pour microscope à émission de champ



Support pour microscope à émission de champ sur plaque d'expérimentation à accrocher dans un cadre. Avec connexion des alimentations externes pour haute tension, chauffage de la cathode et chauffage du baryum. Potentiomètre intégré et ampèremètre pour le réglage du courant de chauffage de la cathode.

Caractéristiques techniques :

- Raccords :  
douille E 27 pour la cathode du microscope  
douille E 14 avec câble et deux fiches de 4 mm pour l'anode et le chauffage du baryum  
doublés de sécurité de 4 mm pour les alimentations
- Dimensions : 30 cm x 30 cm x 27 cm
- Masse : 1 kg

554 605 | Plaque de connexion pour microscope à émission de champ

#### Microscope à effet tunnel



Permet d'obtenir des images à haute résolution et d'observer individuellement les atomes par balayage ligne par ligne (imagerie par trame) de surfaces conductrices dans la plage nanométrique. Possibilité supplémentaire d'étude de l'effet tunnel en mesurant le courant tunnel en fonction de la distance pointe/surface. Livré avec plaque d'amortissement.

Caractéristiques techniques :

- Tête de balayage  
Procédé tridimensionnel de la pointe de mesure via les éléments piézo-électriques
- Zone de trame maximale
  - Direction x,y : 0,5  $\mu\text{m}$  x 0,5  $\mu\text{m}$
  - Direction z : 200 nm
  - Taille de pas minimale : 7,6 pm
  - Approche de la pointe d'essai : via moteur linéaire
- Câble avec prise multiple

- Interface et contrôleur :  
Douille de connexion pour tête de balayage  
Connecteur USB pour raccordement à un ordinateur  
Convertisseur N/A 16 bits pour les trois directions spatiales  
jusqu'à 7 canaux de mesure, par ex. pour le courant tunnel et la topographie  
Vitesse de balayage maximale : 60 ms/ligne
- Logiciel  
Commande de l'expérience et acquisition des données  
Représentation graphique de l'image obtenue sous forme uni-, bi- et tridimensionnelle  
Traitement des données et optimisation de la représentation graphique  
Diverses fonctions de mesure telle que la distance, l'angle
- Prérequis matériel :  
Windows 2000/XP/Vista/7, interface USB, 256 Mo RAM, carte graphique 1024 x 768,  
Rendu des couleurs 16 bits ou supérieur
- Dimensions : 45 cm x 45 cm x 12 cm
- Masse : 3 kg

**Matériel livré :**

- Graphite et film d'or comme échantillons standard
- Fil de Pt-Ir pour la pointe de mesure
- Plaque d'expérimentation amortissant les vibrations pour la tête de balayage
- Alimentation
- Pince coupante diagonale et pince brucelles pour la fabrication de la pointe de mesure

554 581	Microscope à effet tunnel
---------	---------------------------

**Complément recommandé :**

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 583	Fil de rechange pour microscope à effet tunnel
1	554 584	Échantillon de MoS <sub>2</sub>
1	554 5841	Échantillon de TaS <sub>2</sub>
1	554 5842	Échantillon de TaSe <sub>2</sub>
1	554 5844	Échantillon de WSe <sub>2</sub>

## Piège de Paul

Modèle de fonctionnement d'un piège à ions selon W. Paul. Boîtier cylindrique pivotant sur tige pour le montage sur un banc d'optique. Inclusion stable de particules réfléchissantes chargées en suspension entre les électrodes (piège de Paul). Observation de la trajectoire des particules réfléchissantes par diffusion de lumière laser sur les particules. L'allure du potentiel dans le piège peut s'observer axialement par application d'une différence de potentiel entre les électrodes extérieures et radialement par rotation du boîtier cylindrique.

**Caractéristiques techniques :**

- Raccords :  
trois douilles de sécurité de 4 mm pour les électrodes extérieures sphériques et l'électrode centrale annulaire
- Tensions de service :  
800 V ... 1500 V CA, 50 Hz  
0 V ... 450 V CC
- Dimensions : 20 cm x 10 cm x 9 cm
- Masse : 0,4 kg

**Matériel livré :**

10 g de particules réfléchissantes et une tige en bois pour mettre la poudre en place

558 80	Piège de Paul
--------	---------------

## Particules réfléchissantes, 10 g

Convient pour l'anémométrie Laser-Doppler et le piège de Paul.

**Caractéristiques techniques :**

- Matériau : verre
- Diamètre : env. 15 µm

683 70	Particules réfléchissantes, 10 g
--------	----------------------------------



## 6.1.2 Expérience de Millikan

### Expérience de Millikan

En 1910, *R. A. Millikan* a réussi à mettre en évidence l'apparition quantique de petites quantités d'électricité grâce à sa méthode bien connue des gouttelettes d'huile. Il fit flotter des gouttes d'huile électrisées dans le champ électrique vertical d'un condensateur à plaques et détermina la charge  $q$  d'une gouttelette flottante d'après le rayon  $r$  et le champ électrique  $E$ .

$$q = \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot \frac{\rho \cdot g}{E}$$

$\rho$  : densité de l'huile

$g$  : accélération de la pesanteur

Il a constaté que  $q$  ne se présente que comme multiple entier d'une charge élémentaire  $e$ . Ses expériences sont effectuées en deux variantes.

### Détermination de la charge élémentaire électrique selon Millikan et mise en évidence de la quantification de la charge – Mesure de la tension flottante et de la vitesse de chute avec CASSY

Au cours de la première variante, expériences P6.1.2.1 et P6.1.2.3, on calcule le champ électrique

$$E = \frac{U}{d}$$

$d$  : écartement des plaques

d'après la tension  $U$  au condensateur à plaques, tension pour laquelle la goutte d'huile observée flotte. Pour déterminer le rayon, on calcule ensuite la vitesse de chute  $v_1$  constante de la gouttelette lorsque le champ électrique est interrompu. D'après l'équilibre entre poids et frottement de Stokes on a

$$\frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot \rho \cdot g = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v_1$$

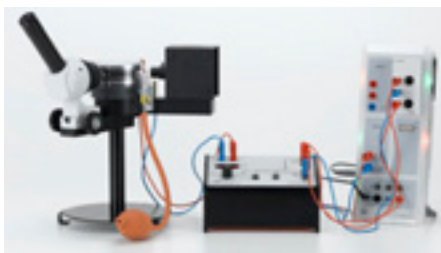
$\eta$  : viscosité

### Appareil de Millikan

Pour la mise en évidence de la quantification des charges électriques et la définition de la charge élémentaire ; dispositif compact composé d'un condensateur à plaques sous cache en plastique, d'un microscope de mesure avec angle d'observation oblique, d'un dispositif d'éclairage et d'un atomiseur d'huile (685 75) avec poire en caoutchouc (667 241), sur support (trépied) ; livré avec huile dans flacon en plastique (685 78).

Caractéristiques techniques :

- Condensateur à plaques :
  - Distance entre les plaques : 6 mm
  - Diamètre : 8 cm
  - Connexion : par douilles de 4 mm
  - avec joints toriques pour l'étanchéité du cache en plastique
- Dispositif d'éclairage :
  - Ampoule halogène : 12 V/10 W
  - Connexion : par douilles de 4 mm
- Microscope de mesure :
  - Grossissement de l'objectif : x2
  - Grossissement de l'oculaire : x10
  - Micromètre : 10 mm, graduation : 0,1 mm
- Dimensions : 25 cm x 30 cm x 45 cm
- Masse : 4,0 kg



559 412 Appareil de Millikan



## Alimentation pour l'appareil de Millikan

Pour l'alimentation en tension du condensateur à plaques et du dispositif d'éclairage de l'appareil de Millikan (559 411), réglage de la tension par potentiomètre rotatif, avec afficheur numérique de la tension, un interrupteur pour appliquer/couper la tension du condensateur et pour commuter simultanément entre les deux sorties chronomètre, un interrupteur pour activer les deux sorties chronomètre, pour mesurer avec un chronomètre (mesure de la tension flottante et de la vitesse de chute) ou avec deux chronomètres (mesure de la vitesse d'ascension et de la vitesse de chute).

Caractéristiques techniques :

- Chaque sortie par paire de douilles de sécurité de 4 mm :
  - pour condensateur à plaques : 0 ... 600 V
  - pour mesurer la tension aux bornes du condensateur, par ex. avec CASSY : 0 ... 6 V
  - pour le dispositif d'éclairage : 12 V/10 W
  - pour le raccordement d'un ou deux chronomètres électroniques
- Afficheur numérique de la tension :
  - 3 chiffres, 14 mm de haut
- Adaptateur secteur inclus
  - primaire : 230 V, 50/60 Hz
  - secondaire : 12 V, 20 W
  - Raccordement : connecteur creux
- Dimensions : 19 cm x 15 cm x 11 cm
- Masse : 1 kg



559 421 Alimentation pour l'appareil de Millikan

## Atomiseur d'huile pour appareil Millikan

En verre.

685 75 Atomiseur d'huile pour appareil Millikan

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 241	Poire en caoutchouc, simple



## Huile, 50 ml, pour appareil Millikan

685 78 Huile, 50 ml, pour appareil Millikan

## 6.1.3 Détermination de la constante de Planck

### Constante de Planck

Si une lumière de fréquence  $\nu$  rencontre la cathode d'une cellule photoélectrique, alors des électrons sont libérés. Une partie des électrons atteint l'anode et produit dans le circuit électrique extérieur un courant ramené à zéro par application d'une tension inverse  $U = -U_0$ . La relation  $e \cdot U_0 = h \cdot \nu - W$   $W$  : travail d'extraction

valable dans ce cas, a été utilisée pour la première fois par *R. A. Millikan* pour déterminer la constante de Planck  $h$ . Pour déterminer la constante de Planck à l'aide de l'effet photoélectrique, il est important qu'à chaque fois, il n'y ait que la lumière d'une seule raie spectrale de la lampe à vapeur de mercure qui incide sur la cathode. Pour choisir la longueur d'onde, on peut aussi utiliser des filtres d'interférence à bande étroite à la place d'un prisme. Le montage optique est ainsi beaucoup plus simple et la pièce où a lieu l'expérience n'a plus besoin de se trouver dans l'obscurité. En outre, on peut faire varier sans problèmes l'intensité de la lumière qui incide sur la cathode à l'aide d'un diaphragme à iris.

### Détermination de la constante de Planck – Sélection de la longueur d'onde avec des filtres d'interférences sur le banc d'optique

Durant l'expérience P6.1.4.3, on utilise la méthode du condensateur précédemment décrite (cf. P6.1.4.1) pour produire la tension inverse  $U$  entre la cathode et l'anode de la cellule photoélectrique. La tension aux bornes du condensateur est mesurée sans courant avec l'amplificateur électromètre.

*Remarque* : il est également possible en alternative de prélever la tension inverse  $U$  de la source de tension continue. Pour la mesure sensible du courant anodique, il est alors conseillé d'utiliser l'amplificateur de mesure D (voir P 6.1.4.2).



## 6.1 NOTIONS DE BASE

### 6.1.3. DÉTERMINATION DE LA CONSTANTE DE PLANCK



#### Cellule photo-électrique pour la détermination de h

Pour la mise en évidence de l'effet photo-électrique à la lumière visible, pour l'étude de l'influence de la fréquence sur le courant photo-électrique et essentiellement pour la détermination de la constante de Planck par la méthode du courant d'opposition. Cellule photo-électrique à vide avec cathode alcaline et électrode collectrice annulaire en platine qui peut être chauffée pour le nettoyage des dépôts provenant du revêtement de la cathode.

Caractéristiques techniques :

- Surface de la cathode : env. 12 cm<sup>2</sup>
- Longueur d'onde critique : env. 700 nm
- Tension inverse : 0 à 2 V-
- Chauffage : env. 2 V-/1,5 A
- Raccords :
  - Cathode : capuchon métallique
  - Électrode annulaire : culot E 14
- Dimensions : 11 cm x 4 cm Ø

558 77 Cellule photo-électrique pour la détermination de h

#### Monture pour cellule photo-électrique

Boîtier étanche à la lumière pour cellule photo-électrique sur tige, avec diaphragme circulaire et tube amovible. Possibilité d'ajustage de la position de la cellule photo-électrique dans le boîtier. Douille E 14 pour la connexion de la bague anodique avec câble et deux fiches de 4 mm. Douille de fixation pour la cathode de la cellule photo-électrique avec câble coaxial et fiche BNC.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la tige : d = 10 mm
- Dimensions : 20 cm x 13 cm x 7 cm
- Masse : 600 g

558 791 Monture pour cellule photo-électrique

#### Filtres interférentiels

Filtres à bande extrêmement étroite pour les raies spectrales. À utiliser dans la roue pour filtres avec diaphragme à iris (558 792) ou avec le support pour filtre interférentiel (468 41).

- Diamètre du filtre : 25 mm
- Diamètre de la monture : 28 mm
- Précision de la longueur d'onde centrale :  $\pm 2$  nm
- Passage hors de la raie : < 0,01 %

N° de cat.	Longueur d'onde centrale	Largeur à mi-hauteur	Transmission	pour
468 400	644 nm	18 nm	50 %	Cd
468 405	633 nm	8 nm	> 65 %	Ne
468 401	578 nm	10 nm	> 50 %	Hg
468 402	546 nm	10 nm	> 54 %	Hg
468 403	436 nm	8 nm	> 40 %	Hg
468 404	405 nm	11 nm	> 30 %	Hg
468 406	365 nm	13 nm	40 %	Hg

#### Support pour filtre interférentiel

Dans monture, sur tige, pour le logement d'un filtre de 28 mm de diamètre.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

468 41 Support pour filtre interférentiel



### Roue pour filtres avec diaphragme à iris

Dans monture sur tige. Roue pour le logement de 1 à 6 filtres de 28 mm de diamètre. La roue pour filtres enclenche à chacune des positions des filtres. Diamètre du diaphragme à iris réglable en continu entre 2 mm et 28 mm.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre de la tige : 10 mm
- Diamètre du diaphragme : 118 mm
- Dimensions : 24 cm x 15 cm x 4 cm
- Masse : 450 g

558 792 | Roue pour filtres avec diaphragme à iris



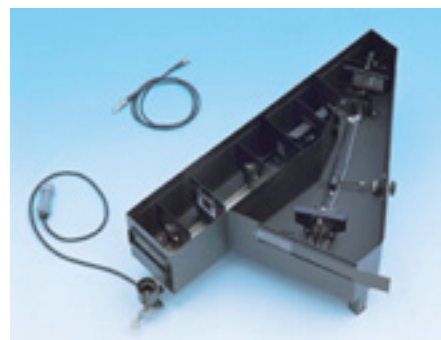
### Dispositif compact pour la détermination de h

Montage complet dans boîtier étanche à la lumière des composants optiques et d'une monture pour la cellule photo-électrique (558 77). Avec couvercle amovible, ouverture pour le passage de la lumière de la lampe haute pression au mercure (451 15) et fenêtre d'observation placée derrière la cellule ; cette fenêtre restera fermée pendant la mesure afin d'exclure toute perturbation par une lumière parasite. Déviation par réflexion du trajet des rayons pour raccourcir le montage. Lentilles (1 condenseur, 2 lentilles de projection), fente, diaphragme rectangulaire et prisme à vision directe dans montures sur cavalier coulissant sur 2 rails. Un guidage fileté permet de faire pivoter un rail de façon à pouvoir placer la cellule photo-électrique devant chacune des raies spectrales. Livré avec monture pour la lampe haute pression au mercure et câble blindé pour le raccordement de l'amplificateur de mesure.

Caractéristiques techniques :

- Raccords de la cellule photo-électrique :  
monture E14 par câble interne à deux douilles de 4 mm,  
bague de contact pour la contre-électrode par câble interne à une douille douille BNC
- Connexion de la lampe haute pression au mercure :  
monture E27 par câble avec prise multiple
- Fenêtre pour passage de la lumière : 3,5 cm Ø
- Distance fenêtre-cellule photo-électrique : 1 m
- Dimensions : 68 cm x 35,5 cm x 23 cm
- Masse : 7 kg

558 79 | Dispositif compact pour la détermination de h



## 6.1.4 Effet photo-électrique

### Cellule photo-électrique dans élément enfichable

Pour des expériences sur l'effet photo-électrique externe et pour des mesures photométriques (posemètre) ainsi que pour des barrières lumineuses. Cellule photo-électrique alcaline dans boîtier pour protection contre la lumière diffusée.

Caractéristiques techniques :

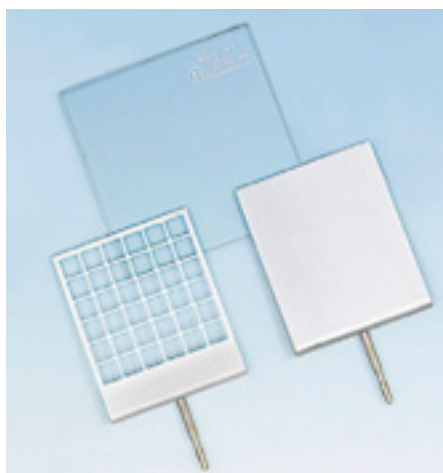
- Surface sensible : 3,1 cm<sup>2</sup>
- Tension de service : max. 90 V
- Sensibilité : 125 µA/lm
- Connexion du signal :  
fiches de 4 mm à intervalle de 19 mm
- Dimensions : 65 mm x 33 mm x 33 mm

558 74 | Cellule photo-électrique dans élément enfichable

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	460 21	Support pour éléments enfichables
1	536 251	Résistance de mesure 100 kΩ





### Électrodes de zinc et à grille

Pour l'étude de l'effet photoélectrique et de la conductivité de l'air par ionisation. Électrodes avec fiche de 4 mm pour le montage et la connexion électrique. Avec plaque en verre.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 95 mm x 77 mm x 1,5 mm, l'une

546 311 | Électrodes de zinc et à grille

## 6.2 Physique de l'électron

### 6.2.1 Tube à faisceau électronique filiforme

#### Détermination de la charge spécifique de l'électron

Au cours de l'expérience P6.1.3.1, pour déterminer la charge spécifique de l'électron, un fin jet électronique concentré est dévié dans un champ magnétique homogène, suivant ainsi une trajectoire circulaire fermée. On détermine en fonction de la tension accélératrice  $U$  le champ magnétique  $B$  qui force les électrons à suivre cette trajectoire de rayon  $r$  donné. La force de Lorentz engendrée par le champ magnétique agit comme une force centripète. Elle dépend de la vitesse des électrons qui est, quant à elle, déterminée par la tension accélératrice. On calcule ainsi la charge spécifique de l'électron selon:

$$\frac{e}{m_e} = 2 \cdot \frac{U}{B^2 \cdot r^2}$$

d'après les grandeurs mesurées  $U$ ,  $B$  et  $r$ .

#### Tube à faisceau électronique filiforme

Tube avec cathode chaude à oxyde à chauffage indirect, cylindre de Wehnelt et anode conique ; avec écran semi-circulaire et paire de plaques pour la déviation électrostatique d'un faisceau. Atmosphère hydrogénée avec réglage précis de la pression à laquelle le faisceau électronique devient visible sous la forme d'un faisceau ionique fluorescent, aux contours nets.

Caractéristiques techniques :

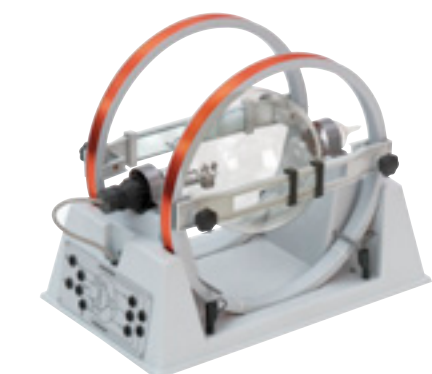
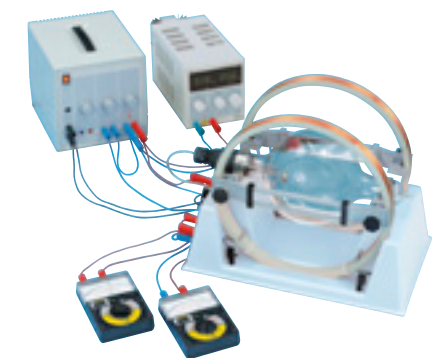
- Pression du gaz :  $1,33 \times 10^{-5}$  bar
- Chauffage : env. 6 V/1 A
- Tension anodique : 150 ... 300 V-
- Tension de Wehnelt : max. 10 V-
- Tension pour plaques de déviation : 50 ... 100 V
- Connexion : par socle enfichable à 6 fiches au câble multiple de (555 581)
- Dimensions :  
Tube en verre : 17,5 cm Ø  
Longueur totale : env. 35 cm

555 571 | Tube à faisceau électronique filiforme

#### Support avec bobines de Helmholtz et dispositif de mesure

À combiner avec le tube à faisceau électronique filiforme (558 571). Les bobines de Helmholtz permettent de créer un champ magnétique homogène. Le support sert à la fixation du tube à faisceau électronique filiforme et à celle des bobines dans une position définie ; il comprend les connexions électriques requises. Liaison interne avec les douilles pour le raccordement des bobines et avec câble multiple pour le raccordement du tube au socle. Dispositif de mesure pour la mise en évidence sans parallaxe du diamètre de l'orbite des électrons.

555 581 | Support avec bobines de Helmholtz et dispositif de mesure



## 6.2.2 Rayons canaux

### Étude de la décharge gazeuse autonome dans l'air en fonction de la pression

Dans l'expérience P3.9.2.1, on relie un tube de verre cylindrique à une pompe à vide afin de le vider doucement. On applique une haute tension aux électrodes du tube en verre disposées frontalement. Il ne se produit aucune décharge à pression normale. Ce n'est qu'à pression diminuée qu'il y a apparition d'un courant lié à un phénomène lumineux. Après réduction supplémentaire de la tension de gaz, on observe plusieurs phases: un fil lumineux s'étend d'abord de l'anode vers la cathode. Une colonne lumineuse issue de l'anode remplit ensuite la quasi totalité de l'espace. Une couche lumineuse se trouve au dessus de la cathode. La colonne se raccourcit et se décompose en plusieurs couches. L'apparition de ces couches est due au fait que les électrons excitateurs doivent traverser une zone d'accélération après excitation par choc, afin d'avoir suffisamment d'énergie pour exciter les atomes une nouvelle fois. Le libre parcours est donc mis en évidence par la distance entre les couches.

### Tube à décharge, rayons canaux

Pour observer les éclairs lumineux produits par les décharges électriques dans les gaz raréfiés en fonction de la pression ainsi que pour étudier les rayons cathodiques et canaux qui surviennent à basse pression ( $\leq 3 \times 10^{-2}$  mbar) hors du trajet de décharge et au-delà des électrodes en aluminium percées.

Les calottes d'extrémité du tube à décharge sont recouvertes de matériau fluorescent.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre
- Longueur : env. 70 cm
- Raccord pour vide : rodage conique femelle RN 19/26
- Raccord haute tension : douilles de 4 mm

554 161 Tube à décharge, rayons canaux

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Pompe à vide et accessoires

Attention :

Lorsqu'il fonctionne avec l'alimentation haute tension 10 kV (521 70), le tube n'émet pas de rayonnement X non autorisé. Même en cas de basses pressions dans le domaine du rayonnement cathodique, le débit de dose du rayonnement X à 0,1 m de la surface accessible n'excède pas  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Le tube est donc considéré comme un émetteur de rayonnement parasite non soumis à enregistrement selon l'art. 5 du Décret allemand sur les rayons X (RöV).

## 6.2.3 Tubes de démonstration

### Relevé de la caractéristique d'une diode

Dans l'expérience P3.8.1.1, on enregistre la caractéristique d'une diode en tube, c.-à-d. qu'on mesure le courant d'émission en fonction de la tension à l'anode. En faisant varier la tension de chauffage, on montre que le courant de saturation dépend de la température de la cathode.

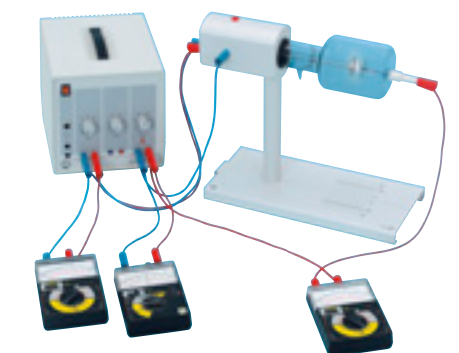
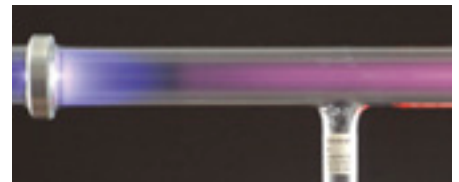
### Diode de démonstration

Pour l'étude quantitative des propriétés de tubes à vide poussé, l'étude de l'effet Edison (émission d'électrons par un filament chaud), le relevé des caractéristiques d'une diode et la démonstration de l'effet redresseur des diodes en tube électronique ; la diode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 A pour 6,3 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -500 ... 500 V
- Courant anodique : 6 mA pour 6,3 V/300 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 610 Diode de démonstration

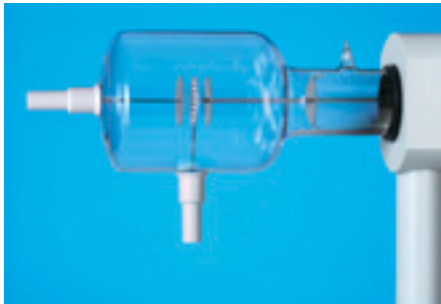


## 6.2 PHYSIQUE DE L'ÉLECTRON

### 6.2.3 TUBES DE DÉMONSTRATION

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V
1	555 600	Support pour tubes



#### Triode de démonstration

Pour l'étude quantitative des propriétés de tubes à vide poussé à fonctionnement commandé, l'étude de l'effet Edison (émission d'électrons par un filament chaud), la détermination de la polarité des porteurs de charge émis, le relevé des caractéristiques d'une triode et la démonstration de son utilisation en amplificateur ; la triode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 A pour 6,3 V
- Grille : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension de grille : -10 ... 10 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -300 ... 300 V
- Courant anodique : 1 mA, valeur typique pour une tension de chauffage de 6,3 V, une tension de grille de 9 V et une tension anodique de 300 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 612	Triode de démonstration
---------	-------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V
1	555 600	Support pour tubes



#### Triode à gaz

Avec une charge d'hélium, pour l'étude de la conduction électrique dans les gaz et de la décharge de gaz autonome et non autonome ainsi que pour l'étude quantitative de la libération d'énergie discontinue par des atomes d'hélium lors de collisions avec des électrons libres (expérience simplifiée de Franck-Hertz). La triode se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : hélium, env. 1 hPa
- Chauffage de la cathode : connexion via le support pour tubes
- Tension de chauffage : 0 ... 7,5 V
- Courant de chauffage : 2,5 A pour 6,3 V
- Grille : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension de grille : -500 ... +500 V
- Anode : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Tension anodique : -500 ... +500 V
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 614	Triode à gaz
---------	--------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V
1	555 600	Support pour tubes

## Tube à croix de Malte

Pour montrer le mouvement rectiligne des électrons en l'absence de champ et leur déviation dans le champ magnétique axial de la paire de bobines de Helmholtz (555 604) ; l'ombre de la croix de Malte et son déplacement s'observent sur un écran fluorescent ; le tube se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Canon à électrons : connexion via le support pour tubes
- Chauffage : 6,3 V / 1,5 A
- Tension anodique : 1,5 V ... 5 kV
- Croix de Malte : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Longueur des branches de la croix de Malte : 26 mm
- Diamètre de l'écran fluorescent : 90 mm
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 620	Tube à croix de Malte
---------	-----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV
1	555 600	Support pour tubes



## Tube de Jean Perrin

Pour étudier les propriétés des faisceaux d'électrons, mettre en évidence la polarité négative de la charge électronique par déviation magnétique d'un faisceau d'électrons dans une cage de Faraday et évaluer la charge spécifique de l'électron ; la déviation des électrons dans le champ électrique des plaques de déviation, dans le champ magnétique, par exemple, de la paire de bobines de Helmholtz (555 604) ou dans des champs alternatifs croisés (figures de Lissajous) s'observe sur un écran fluorescent ; le tube se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Canon à électrons et plaques de déviation : connexion via le support pour tubes
- Chauffage : 6,3 V / 1,5 A
- Tension anodique : 1,5 V ... 5 kV
- Tension de déviation : -350 ... 350 kV
- Cage de Faraday : connexion par douille de sécurité de 4 mm
- Diamètre de l'écran fluorescent : 90 mm
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 622	Tube de Jean Perrin
---------	---------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV
1	555 600	Support pour tubes



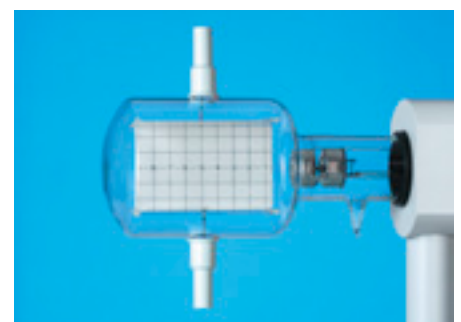
## Déflextron

Pour l'étude quantitative de la déviation des électrons dans le champ électrique du condensateur à plaques ou dans le champ magnétique de la paire de bobines de Helmholtz (555 604), pour l'estimation de la vitesse et de la charge spécifique des électrons ; en cas de champs croisés, il est possible d'installer un filtre de vitesse (filtre de Wien). Observation de l'allure du faisceau sur l'écran fluorescent quadrillé en cm ; le tube se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Canon à électrons : connexion via le support pour tubes
- Chauffage : 6,3 V / 1,5 A
- Tension anodique : 1,5 ... 5 kV
- Condensateur à plaques : connexion par douilles de sécurité de 4 mm
- Tension du condensateur : 10 kV
- Écartement des plaques : 50 mm
- Écran fluorescent : 90 mm x 50 mm
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 624	Déflextron
---------	------------



## 6.2 PHYSIQUE DE L'ÉLECTRON

### 6.2.3 TUBES DE DÉMONSTRATION

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV
1	555 600	Support pour tubes



#### Tube pour la diffraction d'un faisceau d'électrons

Pour la mise en évidence de la nature ondulatoire des électrons par diffraction sur un réseau de graphite polycristallin (diffraction de Debye-Scherrer), l'observation des anneaux d'interférence sur un écran fluorescent et la vérification de l'hypothèse de Louis de Broglie par détermination des longueurs d'onde pour différentes tensions anodiques ; le tube est livré avec un aimant d'ajustage et se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Canon à électrons : connexion via le support pour tubes
- Chauffage (direct) : 6,3 V / 1,5 A
- Tension anodique : 2,5 V ... 5 kV
- Distances réticulaires dans le graphite : 123 pm, 213 pm
- Distance réseau de graphite-écran fluorescent : 13,5 cm
- Diamètre de l'écran fluorescent : 90 mm
- Diamètre du tube en verre : 90 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 626 Tube pour la diffraction d'un faisceau d'électrons

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV
1	555 600	Support pour tubes



#### Tube à luminescence

Pour la démonstration de l'excitation de l'émission de la lumière pendant et après un bombardement par électrons ou par rayonnement UV. L'écran fluorescent consiste en 3 bandes aux couleurs fluorescentes rouge, verte et bleue. Le tube se fixe dans le support pour tubes (555 600).

Caractéristiques techniques :

- Canon à électrons : connexion via le support pour tubes
- Chauffage : 6,3 V / 1,5 A
- Tension anodique : 1,5 ... 5 kV
- Écran fluorescent : connexion par douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions de l'écran fluorescent : 90 mm
- Diamètre du tube en verre : 50 mm x 50 mm
- Longueur totale : 270 mm

555 618 Tube à luminescence

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 70	Alimentation haute tension 10 kV
1	555 600	Support pour tubes

#### Support pour tubes

Pour la fixation mécanique d'un tube de démonstration LD (555 610, 555 612, 555 620, 555 614, 555 622, 555 624, 555 626) et sa connexion électrique résistant à la haute tension, avec circuit électrique pour canon à électrons auto-focalisant. Plaque de base métallique pour la fixation magnétique variable d'une paire de bobines de Helmholtz (555 604), avec échelle sérigraphiée pour faciliter le montage en géométrie de Helmholtz.

Caractéristiques techniques :

- Raccords : cinq douilles de sécurité de 4 mm
- Dimensions : 16 cm x 35 cm x 30 cm
- Masse : 2,3 kg

555 600 Support pour tubes





### Adaptateur pour tubes de démonstration LD

Adaptateur permettant l'utilisation des tubes de démonstration LD avec l'ancien support pour expérimentation 555 05.

Caractéristiques techniques :

- Douille de tube avec 5 câbles de connexion de 1 m
- Connecteurs : 5 fiches de sécurité
- Masse : 500 g

555 051 Adaptateur pour tubes de démonstration LD



### Paire de bobines de Helmholtz

Pour la génération d'un champ magnétique homogène, par ex. pour des expériences avec les tubes de démonstration LD. Les bobines sont dans des montures sur tige et livrées avec deux pieds magnétiques pour la fixation dans le support pour tubes.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires de chaque bobine : 320
- Résistance en courant continu : env. 6 Ω
- Courant maximum admissible : 2 A
- Raccords : deux douilles de 4 mm par bobine
- Diamètre des bobines : 13,5 cm
- Tige : 130 x 10 mm Ø

555 604 Paire de bobines de Helmholtz



### Réseau en croix tournant

Pour expériences d'optique (l'interférence de Debye-Scherrer, par ex.), illustrant le procédé utilisé dans le tube pour la diffraction d'un faisceau d'électrons par un modèle fonctionnant dans le spectre visible ; avec diaphragme et filtres rouge et vert ; dans monture sur tige.

Caractéristiques techniques :

- Réseau en croix : env. 5000 traits/cm
- Ouverture : 4 mm
- Disque volant : 10 cm
- Diaphragme : 5 x 6 cm, 1 mm
- Filtre : 5 x 5 cm
- Monture : 13 cm
- Tige : 10 mm

555 629 Réseau en croix tournant



## 6.2.4 Oscilloscope pour l'enseignement

### Tube de Braun avec monture

Pour l'étude des propriétés de faisceaux électroniques ainsi que pour la démonstration du montage et du fonctionnement d'un tube de Braun. La charge de gaz (néon) et l'écran luminescent permettent d'observer le faisceau dans le tube et sur l'écran. Déviation du faisceau électronique dans le champ électrique par l'intermédiaire de plaques de déviation intégrées et dans le champ magnétique par le biais de bobines externes. Le faisceau est focalisé par un cylindre de Wehnelt. Avec un générateur intégré pour la production d'une tension en dents de scie.

Caractéristiques techniques :

- Connexion de la tension de chauffage, de la tension anodique, de la tension de déviation et de la tension de Wehnelt : douilles de 4 mm
- Tension anodique : 250 ... 400 V CC
- Courant anodique : 1 mA
- Tension de chauffage : 6 ... 8 V CA
- Courant de chauffage : 0,3 A
- Tension de Wehnelt : 0 ... 50 V CC
- Taille des plaques de déviation : 12 mm x 20 mm
- Écartement des plaques : 12 mm
- Sensibilité de déviation électrique : 0,2 mm / V
- Diamètre de l'écran : 100 mm
- Gaz résiduaire : néon
- Pression du gaz : 10<sup>-2</sup> Pa
- Fréquence de balayage : 10 Hz à 200 Hz, réglable en continu
- 3 bobines de déviation : 600 spires, l'une
- Longueur du tube : 260 mm
- Masse : env. 1,6 kg



## 6.2 PHYSIQUE DE L'ÉLECTRON

### 6.2.4 OSCILLOSCOPE POUR L'ENSEIGNEMENT

555 300	Tube de Braun avec monture
---------	----------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S
1	521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V



#### Tube de Braun

Tube de rechange (sans monture) pour le tube de Braun (555 300).

555 302	Tube de Braun
---------	---------------

## 6.2.5 Série de Balmer, déplacement isotopique

### Série de Balmer de l'hydrogène

Le spectre d'émission de l'hydrogène atomique contient dans le visible 4 raies  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  and  $H_{\delta}$  qui se poursuivent en une série complète dans l'ultraviolet. En 1885, Balmer posa la formule empirique

$$\nu = R_{\infty} \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m: 3, 4, 5, \dots$$

$R_{\infty} : 3,2899 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$  : constante de Rydberg

pour les fréquences de cette série, formule qui a pu être expliquée plus tard par le modèle atomique de Bohr.

La série de Balmer de l'atome d'hydrogène correspond aux transitions électroniques de niveaux d'énergie ( $m: 3, 4, 5, \dots$ ) vers le niveau 2 de l'état quantique (nombre quantique principal  $n = 2$ ). Les longueurs d'ondes des photons émis correspondent à :

$$\frac{c}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad R = \text{constante de Rydberg}$$

On considère que la masse du noyau de l'atome est très grande par rapport à la masse de l'électron. Pour un calcul précis de la constante de Rydberg, la masse diminuée doit être prise en compte. Raison pour laquelle, les constantes de Rydberg  $R_H$  de l'hydrogène et  $R_D$  de l'isotope d'hydrogène deutérium diffèrent, car le noyau de ce dernier est constitué d'un proton et d'un neutron. Les raies spectrales de la série de Balmer du deutérium sont dès lors par rapport aux raies de l'hydrogène déplacées vers des longueurs d'onde un peu plus petites. Ce phénomène s'appelle le dédoublement de l'isotope.

### Lampe de Balmer

Pour l'observation et l'analyse du spectre de l'hydrogène (série de Balmer). Remplie de vapeur d'eau pour l'obtention d'un spectre atomique sans bandes.

Caractéristiques techniques :

- Courant de service : 50 mA
- Tension de fonctionnement : env. 1500 V
- Dimensions du capillaire : 50 mm x 1 mm  $\emptyset$
- Dimensions totales : 29 mm x 25 mm  $\emptyset$

451 13	Lampe de Balmer
--------	-----------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 141	Alimentation pour lampe de Balmer

### Lampe de Balmer au deutérium

Pour la mise en évidence du déplacement isotopique des raies de Balmer. Lampe identique à 451 13 si ce n'est qu'elle est remplie de vapeur d'eau lourde et de vapeur d'eau ordinaire (proportions du mélange env. 1:2). Pour obtenir un spectre d'atome H-D sans bandes.

Caractéristiques techniques :

- Courant de service : 50 mA
- Tension de fonctionnement : env. 1500 V
- Dimensions des capillaires : 5 cm x 1 mm  $\emptyset$
- Dimensions totales : 29 cm x 25 mm  $\emptyset$



451 41 Lampe de Balmer au deutérium

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 141	Alimentation pour lampe de Balmer

### Alimentation pour lampe de Balmer

Avec douille sur tige munie d'un câble solidaire pour la fixation d'une lampe de Balmer (451 13 ou 451 41) soit à l'alimentation, soit sur un banc d'optique.

Caractéristiques techniques :

- Sortie : env. 3500 V (tension à vide)
- Alimentation : 230 V, 60 Hz par câble secteur
- Puissance absorbée : 70 VA
- Fusibles : T 1,25 B
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 3 kg

451 141 Alimentation pour lampe de Balmer

La lampe de Balmer n'est pas livrée avec l'alimentation.



## 6.3 Expériences de Franck et Hertz

### 6.3.1 Mercure

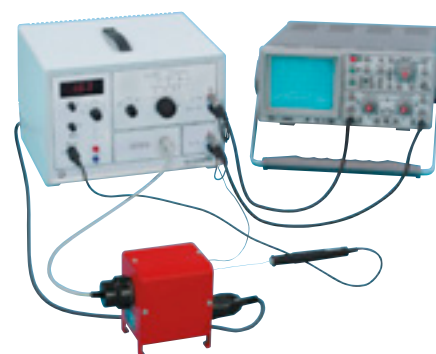
#### Expérience de Franck et Hertz

En 1914, *J. Franck* et *G. Hertz* ont exposé leurs travaux sur l'abandon d'énergie discontinu lorsque des électrons traversent de la vapeur de mercure, ainsi que sur l'émission de la raie spectrale ultraviolette ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ ) du mercure qui y est liée. Quelques mois plus tard, Niels Bohr reconnut dans leur expérience une preuve du modèle atomique qu'il avait développé.

L'excitation d'atomes de néon par un choc électronique inélastique a lieu pour une pression du gaz de 10 hPa avec la plus grande probabilité dans des états situés à environ 18,7 eV au-delà de l'état fondamental. La désexcitation de ces états peut se faire par émission de photons empruntant des états intermédiaires. La longueur d'onde des photons dans le visible est située entre le rouge et le vert. La lumière émise peut s'observer à l'œil nu et se mesurer par exemple avec le spectroscope scolaire (467 112).

#### Expérience de Franck et Hertz avec le mercure – Tracé avec l'oscilloscope, l'enregistreur XY ou point par point

L'expérience est proposée en deux variantes, expériences P6.2.4.1 et P6.2.4.2, qui se différencient l'une de l'autre uniquement par le tracé et l'exploitation des données mesurées. Les atomes de mercure se trouvent dans une tétrode avec cathode, électrode de commande en forme de grille, grille d'accélération et collecteur. On règle à la cathode un courant d'émission approximativement constant avec l'électrode de commande. Il y a une tension inverse entre grille d'accélération et collecteur. Lorsque la tension accélératrice  $U$  entre la cathode et la grille d'accélération augmente, le courant de collecteur  $I$  suit de son mieux la caractéristique de la tétrode, après que la tension inverse a été dépassée. Dès que l'énergie cinétique des électrons suffit pour exciter les atomes de mercure par choc inélastique, les électrons ne peuvent plus atteindre le collecteur et le courant de collecteur diminue. Pour cette tension accélératrice, la zone d'excitation se trouve juste devant la grille d'accélération. Si l'on continue d'augmenter la tension accélératrice, la zone d'excitation migre vers la cathode, les électrons peuvent à nouveau absorber de l'énergie sur leur trajet vers la grille et le courant de collecteur se remet à augmenter. Enfin, les électrons peuvent exciter les atomes de mercure pour la seconde fois, le courant de collecteur diminue à nouveau et ainsi de suite. La caractéristique  $I(U)$  présente ainsi des variations périodiques à l'occasion desquelles l'écartement des minima  $\Delta U = 4,9 \text{ V}$  correspond à l'énergie d'excitation des atomes de mercure de l'état fondamental  $^1S_0$  vers le premier état  $^3P_1$ .



## 6.3 EXPÉRIENCES DE FRANCK ET HERTZ

### 6.3.1 MERCURE



#### Alimentation Franck-Hertz

Sert à réaliser l'expérience de Franck et Hertz avec le tube au mercure (555 854) ou le tube au néon (555 870) :

- Fonctionnement manuel,
- avec un oscilloscope,
- avec CASSY ou un enregistreur

Sorties pour toutes les tensions d'alimentation, entrée avec amplificateur pour le courant du collecteur, schéma électrique sérigraphié ; possibilité de raccordement d'une sonde NiCr-Ni pour la régulation de la température du four pour tube Hg. Affichage numérique et possibilité de sortie analogique de toutes les valeurs.

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : 6,3 V~
- Tension de commande : 0 ... 5 V-
- Tensions d'accélération :
  - 0 ... 30 V- (Hg),
  - 0 ... 80 V- (Ne)
- Modes de fonctionnement :
  - dents de scie (20 Hz env.)
  - rampe (10 s env.)
  - manuel
- Tension inverse : 0 ... 10 V-
- Branchement des tubes : douille DIN
- Température de consigne : 140 °C ... 220 °C
- Raccord pour la mesure de la température :
  - douille DIN pour sonde Ni-Cr-Ni, 1,5 mm (666 193)
- Branchement du four :
  - douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 115/230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 30 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 2,9 kg

555 880 Alimentation Franck-Hertz



#### Tube de Franck-Hertz au mercure

Pour mettre en évidence l'émission d'énergie discontinue d'électrons libres par collision avec des atomes de mercure, et pour en déterminer l'énergie d'excitation. Utilisé avec l'alimentation Franck-Hertz (555 880), on obtient une courbe de Franck et Hertz que l'on peut relever soit manuellement, soit à l'aide d'un oscilloscope, d'un enregistreur XY ou encore avec le système CASSY.

Tube à vide avec cathode à chauffage indirect, grille de commande d'émission, grille d'anode, collecteur et goutte de mercure qui s'évapore lorsque le tube chauffe.

Caractéristiques techniques :

- Chauffage : 3,15 V/0,4 A
- Tensions de grille :
  - Émission : 0 à 4 V-
  - Anode : 0 à 40 V-
- Tension inverse au collecteur : env. 1,5 V-
- Socle : culot à 8 pôles
- Charge de mercure : env. 5 g
- Énergie d'excitation des atomes Hg : 4,9 eV
- Température de fonctionnement : env. 200 °C
- Dimensions : 10 cm x 2,8 cm Ø

555 854 Tube de Franck-Hertz au mercure

Important :

Le tube de Franck-Hertz (555 854) ne peut être utilisé qu'avec les douilles de connexion (555 864/555 865). Vous ne pouvez pas l'utiliser avec la douille de l'ancien modèle du tube de Franck-Hertz (555 85), désormais plus disponible.

#### Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, connecteur DIN

Avec câble multiple blindé à connecteur DIN, résistance série incorporée pour la stabilisation de la tension de chauffage, cylindre en cuivre pour adapter le tube de Franck-Hertz (555 854) à l'enceinte du four tubulaire (555 81) et pour le protéger contre les champs électriques parasites.

Caractéristiques techniques :

- Douille : socle à 8 pôles
- Branchement : connecteur DIN
- Dimensions :
  - Douille : 4 cm x 4,5 cm Ø
  - Longueur du câble : env. 65 cm
  - Cylindre en cuivre : 10 cm x 3,5 cm Ø

555 864 Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, connecteur DIN



#### Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, fiches de 4 mm

Avec câble multiple blindé, câbles de raccordement marqués de différentes couleurs à fiches de 4 mm et résistance série incorporée pour la stabilisation de la tension de chauffage pour la connexion à l'alimentation de Franck-Hertz (555 88, plus disponible). Livrée avec un cylindre en cuivre permettant d'adapter le tube de Franck-Hertz au mercure (555 854) à l'enceinte du four tubulaire (555 81) et pour le protéger contre les champs électriques parasites.

Caractéristiques techniques :

- Douille : socle à 8 pôles
- Connexion : fiches de 4 mm
- Dimensions :
  - Douille : 4 cm x 4,5 cm Ø
  - Longueur du câble : env. 65 cm
  - Cylindre en cuivre : 10 cm x 3,5 cm Ø

555 865 Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, fiches de 4 mm

#### Four électrique tubulaire, 230 V

Pour chauffer le corps noir (389 43), la résistance en métal précieux ou semi-conductrice (586 80/586 821) et le tube de Franck-Hertz-au mercure (555 854) ainsi que pour la réalisation d'expériences où il importe de maintenir des petits objets à température constante. Four en céramique à chambre cylindrique chauffée électriquement et muni d'un perçage pour l'insertion d'un thermomètre ou d'une sonde de température.

Caractéristiques techniques :

- Température : max. 600 °C
- Dimensions de l'enceinte : 10 cm x 37 mm Ø
- Alimentation : max. 230 V, par câble à conducteur de protection avec fiches de sécurité de 4 mm
- Puissance absorbée : max. 200 VA
- Dimensions : 11 cm x 9 cm x 13 cm
- Masse : 1,4 kg

555 81 Four électrique tubulaire, 230 V



## 6.3.2 Néon

### Expérience de Franck et Hertz avec le néon – Tracé et exploitation avec CASSY

L'expérience de Franck et Hertz avec le néon est proposée en deux variantes, expériences P6.2.4.3 et P6.2.4.4, qui se différencient l'une de l'autre uniquement par le tracé et l'exploitation des données mesurées. Dans les deux variantes, les atomes de néon sont dans un tube en verre avec quatre électrodes: la cathode  $K$ , l'électrode de commande  $G_1$  en forme de grille, la grille d'accélération  $G_2$  et l'électrode collectrice  $A$ . Tout comme pour l'expérience de Franck et Hertz avec le mercure, on augmente continuellement la tension accélératrice  $U$  et on mesure le courant  $I$  des électrons sur le collecteur capables de surmonter la tension inverse entre  $G_2$  et  $A$ . Le courant de collecteur est toujours minimal lorsque l'énergie cinétique juste avant la grille  $G_2$  suffit tout juste à l'excitation par collision des atomes de néon et se remet à augmenter pour une tension accélératrice plus élevée. Entre les grilles  $G_1$  et  $G_2$ , on observe des couches rougeâtres nettement séparées les unes des autres dont le nombre augmente au fur et à mesure que la tension augmente. Il s'agit de zones à forte densité d'excitation dans lesquelles les atomes excités émettent de la lumière spectrale.



## 6.3 EXPÉRIENCES DE FRANCK ET HERTZ

### 6.3.2 NÉON



#### Alimentation Franck-Hertz

Sert à réaliser l'expérience de Franck et Hertz avec le tube au mercure (555 854) ou le tube au néon (555 870) :

- Fonctionnement manuel,
- avec un oscilloscope,
- avec CASSY ou un enregistreur

Sorties pour toutes les tensions d'alimentation, entrée avec amplificateur pour le courant du collecteur, schéma électrique sérigraphié ; possibilité de raccordement d'une sonde NiCr-Ni pour la régulation de la température du four pour tube Hg. Affichage numérique et possibilité de sortie analogique de toutes les valeurs.

Caractéristiques techniques :

- Chauffage de la cathode : 6,3 V~
- Tension de commande : 0 ... 5 V-
- Tensions d'accélération :
  - 0 ... 30 V- (Hg),
  - 0 ... 80 V- (Ne)
- Modes de fonctionnement :
  - dents de scie (20 Hz env.)
  - rampe (10 s env.)
  - manuel
- Tension inverse : 0 ... 10 V-
- Branchement des tubes : douille DIN
- Température de consigne : 140 °C ... 220 °C
- Raccord pour la mesure de la température : douille DIN pour sonde Ni-Cr-Ni, 1,5 mm (666 193)
- Branchement du four :
  - douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 115/230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 30 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 2,9 kg

555 880 Alimentation Franck-Hertz



#### Tube de Franck-Hertz au néon

Pour mettre en évidence l'émission d'énergie discontinue d'électrons libres par collision avec des atomes de néon et leurs états d'énergie discrets ou pour déterminer la première énergie d'excitation. Utilisé avec l'alimentation Franck-Hertz (555 880), on obtient une courbe de Franck et Hertz que l'on peut relever soit manuellement, soit à l'aide d'un oscilloscope, d'un enregistreur XY ou encore avec le système CASSY.

Le tube de Franck-Hertz au néon doit être utilisé à température ambiante.

La désexcitation des atomes de néon est en partie effectuée par des passages au domaine du visible. Suivant le degré d'excitation, il est ainsi aussi possible d'observer des couches lumineuses.

Caractéristiques techniques :

- Tension de chauffage : 6,3 V/0,25 A
- Grille de commande : 0 ... 5 V -
- Tension d'accélération : 0 ... 80 V -
- Tension inverse : 0 ... 10 V -
- Charge de néon : env. 10 hPa
- Énergie d'excitation des atomes de Ne : 16 ... 18 eV
- Utilisation à température ambiante

555 870 Tube de Franck-Hertz au néon

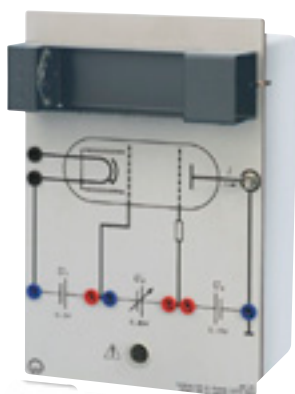
#### Support pour tube de Franck-Hertz au néon

Support pour tube de Franck-Hertz au néon monté sur une plaque d'expérimentation qui peut être utilisé seul ou dans un cadre d'expérimentation et de démonstration (301 300).

Caractéristiques techniques :

- Branchement de l'alimentation Franck-Hertz (555 880): douille DIN (le câble de connexion 555 872 est nécessaire en supplément)
- Branchement d'une alimentation unique : douilles de sécurité de 4 mm
- Branchement d'un amplificateur de mesure : douille BNC
- Dimensions : 20 cm x 29,7 cm x 17 cm

555 871 Support pour tube de Franck-Hertz au néon



### Câble de connexion FH-Ne, 6 pôles

Câble blindé avec connecteurs DIN pour le branchement du tube de Franck-Hertz au néon (555 871) à l'alimentation Franck-Hertz (555 880).

555 872 | Câble de connexion FH-Ne, 6 pôles



## 6.4 Résonance de spin électronique

### Résonance de spin électronique (RSE)

Le couple magnétique de l'électron non apparié ayant un moment total  $j$  prend dans un champ magnétique les états d'énergie discrets

$$E_m = -g_j \cdot \mu_B \cdot m \cdot B \quad \text{avec } m = -j, -j+1, \dots, j$$

$$\mu_B = 9,274 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}} : \text{magnéton de Bohr}$$

$g_j$ : facteur  $g$  (facteur de Landé)

Un second champ magnétique de haute fréquence  $\nu$  perpendiculaire au premier excite les transitions entre les états d'énergie voisins lorsque cette condition de résonance

$$h \cdot \nu = E_{m+1} - E_m$$

$h$  : constante de Planck

est remplie. Ce fait est la base de la résonance de spin électronique pour laquelle le signal de résonance est mis en évidence à l'aide de hautes fréquences. Les électrons peuvent souvent être considérés comme libres. Le facteur  $g$  s'écarte alors légèrement de celui de l'électron libre ( $g = 2,0023$ ) et la fréquence de résonance  $\nu$  vaut environ 27,8 MHz dans un champ magnétique de 1 mT. Les champs magnétiques intérieurs de la substance étudiée, produits par les moments magnétiques des électrons et noyaux voisins, sont le sujet d'étude proprement dit de la résonance de spin.

### Résonance de spin électronique sur du DPPH – Détermination du champ magnétique en fonction de la fréquence de résonance

Durant l'expérience P6.2.6.2, on met en évidence la résonance de spin électronique avec du diphénylpicrylhydrazyle (DPPH). Le DPPH est un radical dans lequel un atome d'azote présente un électron libre. Au cours de l'expérience les fréquences de résonance peuvent être spécifiées en continu entre 13 et 130 MHz. Le but de l'exploitation est de déterminer le facteur  $g$ .

### Alimentation RSE

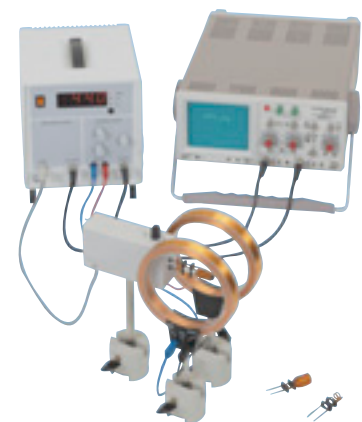
Alimentation en énergie pour l'émetteur HF de l'appareil de base RSE (514 55) et la paire de bobines de Helmholtz (555 604) pour les expériences sur la résonance de spin électronique. Avec affichage numérique de la haute fréquence ainsi que du courant et de l'amplitude de modulation.

Déphaseur entre les tensions de sortie observables à l'oscilloscope qui sont proportionnelles à l'amplitude HF et au courant de la bobine.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation du champ magnétique, en continu : 0 ... 15 V- ; 0 ... 5 V~
- Courant : 1,5 A max. (protégé contre les surcharges)
- Différence de phases : réglable
- Mesure du courant : jusqu'à 1,5 A-, jusqu'à 0,5 A~
- Affichage de la fréquence : 4 chiffres (jusqu'à 130,0 MHz)
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz, par câble secteur
- Dimensions : 20 cm x 20 cm x 23 cm
- Masse : env. 3,5 kg

514 571 | Alimentation RSE



## 6.4 RÉSONANCE DE SPIN ÉLECTRONIQUE



### Appareil de base RSE

Pour la réalisation d'expériences sur la résonance de spin électronique en association avec l'alimentation RSE (514 571) ou avec l'adaptateur RSE (514 56).

Caractéristiques techniques :

- Alimentation :  $\pm 12$  V; 175 mA
- Gammes de fréquence en fonction de la bobine :
  - env. 13 ... 30 MHz,
  - env. 30 ... 75 MHz,
  - env. 75 ... 130 MHz
- Tension aux bornes de la bobine HF : env.  $6 V_{cc}$  (par rapport à la masse) pour 13 MHz et réglage max. de l'amplitude
- Signal RSE : env. 1... 6 V (en fonction de la fréquence)
- Démultiplication de la fréquence : 1000:1
- Courbe de réponse pour compteur numérique : TTL
- Courant (CC) pour appareil de mesure de la résonance : env. 100  $\mu$ A
- Gamme de fréquence du circuit oscillant passif : 10 ... 50 MHz
- Dimensions de la tête pour échantillon : 13 cm x 7 cm x 4 cm
- Tige : 18,5 cm
- Masse : env. 0,7 kg

Matériel livré :

- 1 tête pour échantillon RSE (émetteur de haute fréquence variable, diviseur de fréquence et amplificateur de signaux basse fréquence)
- 3 bobines enfichables pour différentes gammes de fréquence
- 1 câble de mesure, pour l'utilisation de l'unité de base comme appareil de mesure de la résonance
- 1 circuit électrique oscillant passif pour l'étude de l'influence du champ magnétique sur la fréquence de résonance
- 1 échantillon de DPPH (diphénylpicrylhydrazyle)

514 55	Appareil de base RSE
--------	----------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	300 11	Socle

### Paire de bobines de Helmholtz

Pour la génération d'un champ magnétique homogène, par ex. pour des expériences avec les tubes de démonstration LD. Les bobines sont dans des montures sur tige et livrées avec deux pieds magnétiques pour la fixation dans le support pour tubes.

Caractéristiques techniques :

- Nombre de spires de chaque bobine : 320
- Résistance en courant continu : env. 6  $\Omega$
- Courant maximum admissible : 2 A
- Raccords : deux douilles de 4 mm par bobine
- Diamètre des bobines : 13,5 cm
- Tige : 130 x 10 mm  $\emptyset$

555 604	Paire de bobines de Helmholtz
---------	-------------------------------





## 6.5 Résonance magnétique nucléaire

### Résonance magnétique nucléaire (RMN)

Le moment magnétique d'un noyau, lié au spin nucléaire  $I$ , prend dans un champ magnétique  $B$  les états

$$E_m = -g_l \cdot \mu_K \cdot m \cdot B \quad \text{avec} \quad m = -I, -I+1, \dots, I$$

$$\mu_K = 5,051 \cdot 10^{-27} \frac{J}{T} : \text{magnéton nucléaire}$$

$g_l$  : facteur g du noyau

Un second champ magnétique de fréquence  $\nu$ , perpendiculaire au premier, excite les transitions entre états d'énergie voisins lorsque ceux-ci remplissent la condition de résonance

$$h \cdot \nu = E_{m+1} - E_m$$

$h$  : constante de Planck

Ce fait est la base de la résonance de spin nucléaire pour laquelle le signal de résonance est mis en évidence par la technique haute fréquence. Pour un noyau d'hydrogène par exemple, la fréquence de résonance vaut 42,5 MHz dans un champ magnétique de 1 T. Sa valeur exacte dépend de l'environnement chimique de l'atome d'hydrogène, puisque le champ local intérieur, produit par les atomes et les noyaux dans l'environnement voisin, agit aussi sur le noyau d'hydrogène, en plus du champ magnétique  $B$  extérieur. La largeur du signal de résonance dépend également de la structure de la substance étudiée.

### Résonance de spin nucléaire du polystyrène, de la glycérine et du Téflon

Durant l'expérience P6.5.3.1, on met en évidence la résonance de spin nucléaire du polystyrène, de la glycérine et du Téflon. On exploite la position, la largeur et l'intensité des lignes de résonance.

### Alimentation RMN

Permet l'alimentation d'un appareil RMN réalisé avec la tête de mesure RMN (514 606). L'appareil génère la tension de modulation pour la variation du champ magnétique et la tension haute fréquence variable pour la bobine échantillon. Il comprend l'amplificateur de signaux nécessaire avec filtres et déphaseur ainsi qu'un fréquencemètre à afficher 7 segments à six chiffres pour la haute fréquence réglée.

Caractéristiques techniques :

- Sortie HF et entrée de mesure pour le signal provenant de la bobine échantillon : douille BNC
- Sortie pour la modulation du champ magnétique : douilles de sécurité de 4 mm
- Sortie du signal RMN : douille BNC
- Sortie du signal avec tension de modulation déphasée : douille BNC
- Alimentation secteur : 230 V
- Puissance absorbée : 18 W
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : 3 kg

514 602 | Alimentation RMN

### Tête de mesure RMN

Pour la mise en évidence de la résonance magnétique nucléaire dans différents échantillons ; constituée de pièces polaires et d'une chambre de mesure avec bobine. S'utilise avec l'alimentation RMN (514 602).

Caractéristiques techniques :

- Connexions électriques :  
Câble coaxial avec prise BNC à la chambre de mesure  
Fiches de sécurité de 4 mm aux bobines de modulation
- Dimensions : 40 mm x 40 mm x 150 mm
- Masse : 2 kg

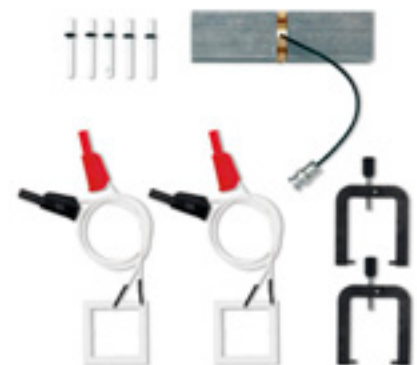
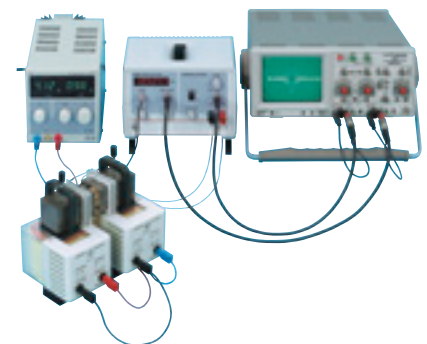
Matériel livré :

- 1 tête de mesure RMN
- 2 bobines de modulation
- 2 pinces de fixation
- 1 jeu d'échantillons RMN (glycérine, Téflon (PTFE), polystyrène, deux tubes vides)

514 606 | Tête de mesure RMN

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 11	Noyau en U avec joug
2	562 131	Bobine à 480 spires, 10 A



## 6.6 Effet Zeeman

### Effet Zeeman normal

On appelle effet Zeeman le clivage de niveaux d'énergie atomiques dans un champ magnétique extérieur ayant pour conséquence la subdivision des transitions entre niveaux. Cet effet a été prédit par *H. A. Lorentz* en 1895 puis confirmé expérimentalement un an plus tard par *P. Zeeman*. Zeeman observa la raie rouge du cadmium ( $\lambda = 643,8$  nm) et remarqua qu'il y avait perpendiculairement au champ magnétique non pas une raie isolée mais un triplet et parallèlement à ce même champ un doublet. On découvrit plus tard avec d'autres éléments des clivages plus compliqués que l'on appela effet Zeeman anormal. Il fut mis en évidence que l'effet Zeeman normal était l'exception puisqu'il n'a lieu qu'avec des transitions entre niveaux atomiques de spin total  $S = 0$ .



### Mesure du clivage selon Zeeman de la raie rouge du cadmium en fonction du champ magnétique – Spectroscopie avec un étalon de Fabry-Pérot

Dans l'expérience P6.2.7.4, on mesure le clivage selon Zeeman de la raie rouge du cadmium en fonction du champ magnétique  $B$ . La charge spécifique de l'électron est calculée d'après l'écart énergétique des composantes d'un triplet

$$\Delta E = \frac{h}{4\pi} \cdot \frac{e}{m_e} \cdot B$$

$m_e$  : masse de l'électron,  $e$  : charge élémentaire

$h$  : constante de Planck

$B$  : induction magnétique

### Lampe spectrale au cadmium, sur plaque support

Modèle spécial pour l'observation de l'effet Zeeman. Avec culot pivotant et réglable en hauteur sur plaque support pour la fixation à l'électro-aimant (514 50) pour l'effet Zeeman ou à la paire de pièces polaires à grand perçage (560 315).

Caractéristiques techniques :

- Courant de service : 1,0 A
- Raccordement : câble avec fiche multiple
- Diamètre : 8 mm
- Dimensions : 16 cm x 15 cm x 8 cm

451 12	Lampe spectrale au cadmium, sur plaque support
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	451 30	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz

### Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz

Pour l'alimentation des lampes spectrales (451 011-111), d'une lampe au mercure (451 15/451 151) et de la lampe au cadmium (451 12).

Caractéristiques techniques :

- Sortie : 1 A, par douille multiple
- Alimentation : 230 V/50 Hz, par câble secteur
- Fusible : T 1,25 B
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 5 kg

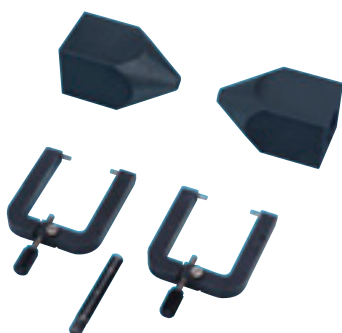
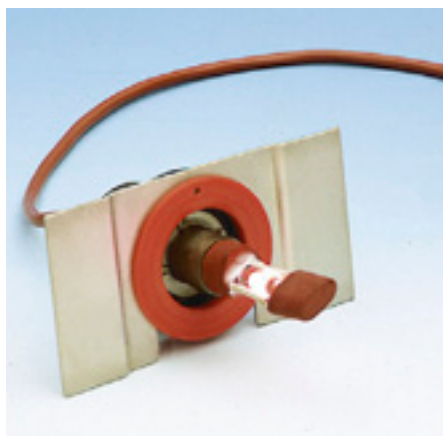
451 30	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz
--------	---

### Pièces polaires à grand perçage, paire

Pour réaliser un électro-aimant avec des éléments du transformateur démontable. Une source lumineuse dans le champ magnétique peut être observée dans la direction du champ et perpendiculairement à celui-ci.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre du perçage : 5 ... 20 mm
- Dimensions des pièces polaires : 4 cm x 4 cm x 7,5 cm
- Boulon : L = 60 mm, 8 mm Ø
- Filetage M8



**Matériel livré :**

2 pièces polaires  
 2 étriers de serrage  
 1 boulon à visser dans le pied de cavalier avec taraudage.

560 315	Pièces polaires à grand perçage, paire
---------	--

**Complément recommandé :**

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	562 11	Noyau en U avec joug

**Étalon de Fabry-Perot, dans monture**

Sert à la réalisation d'un interféromètre pour l'étude de l'effet Zeeman. Lame en verre à faces parallèles, semi-argentées des deux côtés ; l'inclinaison de l'étalon par rapport à l'axe optique peut être modifiée à l'aide de vis de réglage, sur tige.

**Caractéristiques techniques :**

- Diamètre : 25 mm
- Épaisseur : 4 mm
- Coefficient de réflexion: 0,85
- Longueur d'onde : 644 nm
- Planéité : 32 nm ( $\lambda / 20$ )
- Matériau : Suprasil
- Indice de réfraction : 1,457
- Pouvoir résolvant : env. 400 000
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

471 221	Étalon de Fabry-Perot, dans monture
---------	-------------------------------------

**Filtre interférentiel, 644 nm**

Filtre à bande extrêmement étroite pour la raie spectrale rouge du cadmium.  
 À utiliser dans la roue pour filtres avec diaphragme à iris (558 792) ou avec le support pour filtre interférentiel (468 41).

**Caractéristiques techniques :**

- Longueur d'onde moyenne :  $\lambda = 643,8 \text{ nm} \pm 2 \text{ nm}$
- Largeur de bande effective : env. 13 nm
- Transmission ( $\lambda = 644 \text{ nm}$ ): env. 50 %
- Transmission hors de la raie :  $T < 0,01 \%$
- Diamètre du filtre : 25 mm
- Diamètre de la monture : 28 mm

468 400	Filtre interférentiel, 644 nm
---------	-------------------------------

**Support pour filtre interférentiel**

Dans monture, sur tige, pour le logement d'un filtre de 28 mm de diamètre.

**Caractéristiques techniques :**

- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

468 41	Support pour filtre interférentiel
--------	------------------------------------

**Oculaire avec échelle graduée**

Oculaire avec échelle graduée, dans monture, pour mesurer une image dans un système optique, sur tige.

**Caractéristiques techniques :**

- Grossissement : x10
- Échelle : 10 mm, graduation : 0,1 mm
- Diamètre de la monture : 13 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm

460 135	Oculaire avec échelle graduée
---------	-------------------------------



## 6.7 Pompage optique

### Pompage optique (effet Zeeman anormal)

Les deux états hyperfins de l'état fondamental d'un atome alcalin avec les moments angulaires totaux

$$F_+ = I + \frac{1}{2}, \quad F_- = I - \frac{1}{2}$$

se dissocient dans un champ magnétique  $B$  en niveaux de Zeeman  $2F_{\pm} + 1$  dont l'énergie est décrite par la formule de Breit-Rabi

$$E = \frac{-\Delta E}{2(2I+1)} + \mu_K g m_F \pm \frac{\Delta E}{2} \sqrt{1 + \frac{4m_F}{2I+1} \xi + \xi^2}$$

$$\text{avec } \xi = \frac{g_j \mu_B - g_l \mu_K}{\Delta E} \cdot B$$

$\Delta E$ : écart entre structures hyperfines

$I$ : spin nucléaire,  $m_F$ : nombre quantique magnétique

$\mu_B$ : magnéton de Bohr,  $\mu_K$ : magnéton nucléaire

$g_j$ : facteur g de la couche extérieure,  $g_l$ : facteur g nucléaire

Les transitions entre les niveaux de Zeeman peuvent s'observer avec une méthode remontant à A. Kastler : par radiation incidente parallèle au champ magnétique de lumière à polarisation circulaire dans le sens de rotation droite ou gauche, on obtient une population des niveaux de Zeeman qui s'écarte de la population d'équilibre thermique, c.-à-d. qu'il y a pompage optique et qu'une irradiation incidente HF force des transitions entre niveaux de Zeeman.

### Pompage optique: mesure et observation des transitions entre les niveaux de Zeeman de l'état fondamental du $^{87}\text{Rb}$ avec de la lumière $\sigma^+$ et $\sigma^-$

Dans les expériences P6.2.8.2 et P6.2.8.3, on mesure les transitions entre les niveaux de Zeeman de l'état fondamental des isotopes  $^{87}\text{Rb}$  et  $^{85}\text{Rb}$  et on détermine le spin nucléaire  $I$  des isotopes d'après le nombre de transitions observées. L'assignation des transitions observées a lieu par comparaison avec la formule de Breit-Rabi.

### Alimentation pour le pompage optique

Alimentation de la lampe au rubidium à haute fréquence (558 823) pour le pompage optique, avec puissance HF réglable ; affichage numérique à 3 chiffres pour le courant de service ; connecteur multiple.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Fusibles : T 1,25 A
- Puissance absorbée : 75 VA
- Dimensions : 20 cm x 14 cm x 23 cm
- Masse : env. 2 kg

558 814 Alimentation pour le pompage optique

### Lampe au rubidium à haute fréquence

Source de signaux pour le pompage optique ; lampe à décharge au rubidium à émetteur HF pour l'excitation sans électrodes ; dans boîtier en acier inoxydable sur tige, avec lentille collimatrice et câble de raccordement avec connecteur multiple.

Caractéristiques techniques :

- Fréquence de l'émetteur : env. 20 MHz
- Dimensions du boîtier : 7 cm x 10 cm x 15 cm
- Diamètre de la tige : 10 mm
- Masse : env. 1,4 kg

558 823 Lampe au rubidium à haute fréquence



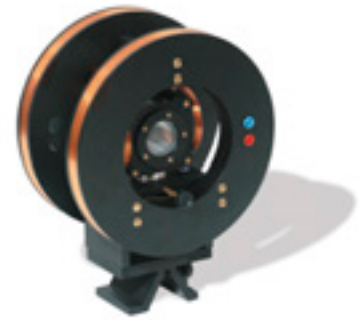
## Bobines de Helmholtz sur cavalier

Pour la génération d'un champ magnétique homogène pour le pompage optique. Montage sur banc d'optique à profil normalisé (460 32). Muni d'un support pour la chambre d'absorption (558 833) avec cellule d'absorption au rubidium et de deux bobines haute fréquence enfichables.

Caractéristiques techniques :

- Paire de bobines de Helmholtz :  
Nombre de spires de chaque bobine : 210  
Diamètre des bobines : 26 cm  
Résistance en courant continu : env. 3  $\Omega$   
Charge admissible : 2 A  
Connexion : quatre douilles de 4 mm
- Bobines HF sur éléments de contact :  
Nombre de spires de chaque bobine : 7  
Diamètre des bobines : 75 mm  
Charge admissible : 5 A  
Diamètre des fiches : 4 mm  
Distance entre les fiches : 19 mm  
Raccordement des bobines à haute fréquence : douille BNC
- Dimensions : 12 cm x 26 cm x 34 cm
- Masse : 6,7 kg

558 826 Bobines de Helmholtz sur cavalier



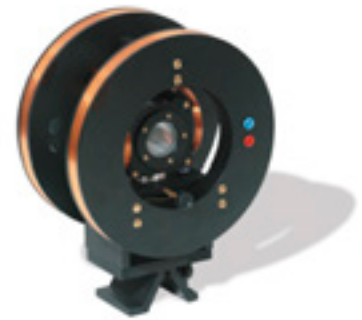
## Chambre d'absorption avec cellule au rubidium

Système à deux chambres sur tige en laiton avec cellule d'absorption au rubidium à monter dans la paire de bobines de Helmholtz sur cavalier (558 826). La chambre intérieure sert de bain-marie stationnaire pour un réchauffement uniforme et le réglage de la pression de la vapeur dans la cellule d'absorption au rubidium. La chambre extérieure est une chambre de circulation avec des raccords pour tuyau pour le thermostat à circulation.

Caractéristiques techniques :

- Raccords de tuyau : 6 mm  $\varnothing$
- Diamètre de la tige : 12 mm
- Dimensions : 7,5 cm x 7,5 cm x 7,5 cm
- Masse : 0,4 kg

558 833 Chambre d'absorption avec cellule au rubidium



## Convertisseur I/U pour le photodétecteur au silicium

Convertisseur courant-tension fonctionnant sur piles pour l'amplification des signaux électriques du photodétecteur au silicium (558 835) ; avec offset réglable pour la suppression de composantes de lumière continue.

Caractéristiques techniques :

- Résistance de travail : 100 k $\Omega$  ; c.-à-d. tension de sortie de 1 V pour 10  $\mu$ A de courant photoélectrique
- Course de la tension de sortie :  $\pm 4$  V
- Courbe de réponse : 0 ... 100 Hz
- Tension de service :  
9 V CC par piles de 9 V fournies avec l'appareil ou adaptateur secteur 9 V CC
- Coupure de l'alimentation sur piles :  
automatique au bout d'env. 45 min.
- Entrée et sortie : deux douilles BNC
- Dimensions : 12 cm x 9,5 cm x 5,5 cm
- Masse : 0,5 kg

558 836 Convertisseur I/U pour le photodétecteur au silicium

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	530 88	Adaptateur secteur (alimentation), 230 V/9,2 V CC





### Photodétecteur au silicium

Pour la conversion proportionnelle de l'énergie lumineuse en énergie électrique ; dans monture sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Domaine spectral de sensibilité maximale : rouge/ infrarouge
- Surface active : 100 mm<sup>2</sup>
- Raccordement : douille BNC
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

558 835 Photodétecteur au silicium

### Filtre polarisant pour rayonnement rouge

Pour la production d'une lumière polarisée linéairement dans le domaine de la lumière rouge ou de l'infrarouge proche. Film dichroïque en plastique dans monture pivotante, sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Taux de polarisation : 99 %
- Échelle angulaire : 0° ... ± 90° avec graduation tous les 5°
- Diamètre du filtre : 50 mm
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

472 410 Filtre polarisant pour rayonnement rouge

### Lame quart d'onde, 200 nm

Pour la production de lumière polarisée elliptiquement ou circulairement. Film biréfringent (film de retardement) d'épaisseur appropriée dans monture pivotante, sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Retard : 200 nm / ± 20 nm
- Echelle angulaire : 0° ... ±90° avec graduation tous les 5°
- Diamètre du filtre : 50 mm
- Diamètre de la monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

472 611 Lame quart d'onde, 200 nm

### Filtre pour raie spectrale 795 nm

Filtre d'interférence à bande étroite ; dans monture sur tige en laiton.

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde : 795 ± 2 nm
- Largeur à mi-hauteur : max. 17 nm
- Transmission : ≥ 35 %
- Taux maximal de transmission dans la bande éliminée : 1/10000
- Diamètre : 50 mm
- Monture : 130 mm
- Diamètre de la tige : 13 mm

468 000 Filtre pour raie spectrale 795 nm

## 6.8 Appareil à rayons X

Expériences possibles :

- Irradiation, radiographie
- Ionisation et dosimétrie
- Atténuation des rayons X dans la matière suivant le matériau et l'épaisseur
- Continuum et raies caractéristiques, analyse de la source de rayons X
- Tubes avec différents matériaux d'anodes pour l'analyse de l'impact sur les raies caractéristiques
- Absorption en fonction de l'énergie et arêtes K
- Loi de Moseley et détermination de la fréquence de Rydberg

- Effet Compton, Bragg
- Effet Compton quantitatif avec détecteur d'énergie de rayons X
- Duane-Hunt (détermination de  $h$  à partir de la longueur d'onde limite)
- Réflexion de Bragg pour la détermination de l'écartement des plans réticulaires sur différents cristaux
- Clichés de Laue et Debye-Scherrer pour l'étude de la structure cristalline
- Mesure directe du spectre de diffraction des rayons X à l'aide d'un détecteur d'énergie de rayons X
- Comparaison entre la spectroscopie de Bragg et la spectroscopie avec un détecteur d'énergie de rayons X
- Analyse par fluorescence de rayons X d'échantillons quelconques
- Étude des spectres de fluorescence des raies K et L
- Détermination de l'énergie de liaison de certaines sous-couches par excitation sélective (en fonction de la tension d'anode)
- Tomographie assistée par ordinateur (ou tomodensitométrie)

## 6.8.1 Équipement de base

### Physique cortège électronique

Le rayonnement d'un tube à rayons X a deux composantes: un rayonnement de freinage continu apparaît lorsque les électrons rapides sont ralentis dans l'anode. Un rayonnement caractéristique composé de raies isolées est causé par les transitions des électrons vers les couches internes des atomes du matériau de l'anode desquelles un électron a été enlevé par collision.

### Appareil à rayons X Mo, complet

Appareil complet commandé par microprocesseur avec tube de Mo et goniomètre pour la réalisation de nombreuses expériences du domaine de la physique des rayons X. Une partie génération de haute tension, un tube à rayons X et une partie expérimentation sont regroupés dans un boîtier parfaitement clos et protégés contre les rayonnements. L'appareil est homologué comme dispositif à rayons X pour l'enseignement et appareil à protection totale. L'homologation est également valable pour d'autres tubes (Fe, Cu, Ag, W) livrés ajustés, prêts à l'emploi, en vue d'un changement aisé. Une sécurité optimale et un grand confort d'utilisation sont garantis par un système de verrouillage qui déverrouille automatiquement les portes lorsque plus aucun rayonnement X n'est généré.

Deux grands affichages donnent des informations exhaustives sur l'expérience en cours. La tension et le courant du tube sont réglables respectivement de 0 à 35 kV et de 0 à 1 mA. Utilisé avec l'indicateur de valeur moyenne intégré, l'appareil à rayons X permet la mesure directe avec un tube compteur Geiger-Müller (559 01). Pour relever des spectres de Bragg, il suffit de le brancher à un PC (logiciel inclus au matériel livré) via un port USB. Une alternative consiste à recourir aux deux sorties analogiques (taux de comptage et position angulaire) qui permettent, quant à elles, d'enregistrer les données avec un enregistreur. Le goniomètre (554 831) permet d'adopter manuellement les diverses positions angulaires prévues pour le capteur et la cible ; le capteur et la cible couplés dans un rapport 2 : 1 peuvent également être déplacés manuellement ou pour le balayage automatique d'un domaine angulaire. La partie expérimentation est accessible par l'intermédiaire de deux conduites coaxiales blindées ainsi que par un canal libre, par ex. pour la connexion d'un détecteur d'énergie de rayonnement X entraîné par un goniomètre. L'appareil est assemblé et ajusté, prêt à l'emploi.

Caractéristiques techniques :

- Dispositif à rayons X pour l'enseignement et appareil à protection totale avec l'homologation BFS 05/07 V/Sch RöV (permet l'utilisation avec des tubes interchangeable au Fe, Cu, Mo, Ag, W)
- Taux de dose à une distance de 10 cm :  $< 1 \mu\text{S/h}$
- Respectivement deux circuits de sécurité indépendants et surveillés pour les portes, la haute tension et le courant du tube (certifié par le TÜV Rheinland et conforme aux exigences pour les essais de type PTB 2005)
- Verrouillage automatique de la porte : l'ouverture est seulement possible lorsque plus aucun rayonnement X n'est généré (certifié par le TÜV Rheinland et conforme aux exigences pour les essais de type PTB 2005)
- Haute tension du tube : 0 ... 35,0 kV (tension continue régulée)
- Courant du tube : 0 ... 1,00 mA (courant continu régulé de manière indépendante)
- Tube à rayons X visible avec anode au molybdène pour un rayonnement caractéristique à ondes courtes :  $K_{\alpha} = 17,4 \text{ keV (71,0 pm)}$ ,  $K_{\beta} = 19,6 \text{ keV (63,1 pm)}$
- Écran luminescent pour des expériences de radiographie :  $d = 15 \text{ cm}$
- Indicateur de valeur moyenne intégré, avec l'alimentation en tension pour le compteur de Geiger-Müller
- Haut-parleur : activable pour le suivi acoustique du taux de comptage
- Deux affichages à 4 chiffres (25 mm de haut) pour la visualisation au choix des valeurs actuelles de la haute tension, du courant anodique, du taux de comptage, de l'angle de la cible ou du capteur, du domaine de balayage, du pas de progression, du temps de porte
- Goniomètre (554 831) commandé par moteur pas à pas  
Modes de fonctionnement : réglage manuel et balayage automatique pour le capteur seul, la cible seule, couplage 2 : 1  
Plage angulaire : illimitée (de  $0^{\circ}$  à  $360^{\circ}$ ) pour la cible, de  $-10^{\circ}$  à  $+170^{\circ}$  pour le capteur  
Pas de progression :  $0,1^{\circ}$
- Minuterie d'exposition, temps de porte : 0,5 s ... 9999 s
- Réalisation des essais dans la partie expérimentation : câble coaxial haute tension, câble coaxial BNC, canal vide, par ex. pour des tuyaux, câbles, etc.
- Sorties analogiques : proportionnellement à l'angle de la cible et au taux de comptage pour la connexion de l'enregistreur
- Port USB pour le branchement du PC pour l'acquisition des données, la commande et l'exploitation de l'expérience, par ex. à l'aide du logiciel Windows fourni



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.1 ÉQUIPEMENT DE BASE

- Pilotes LabView et MATLAB pour Windows disponibles gratuitement sous <http://www.ld-didactic.com> pour ses propres mesures et commandes
- Tension d'entrée : 230 V  $\pm$ 10 % / 47 ... 63 Hz
- Consommation : 120 VA
- Dimensions : 67 cm x 48 cm x 35 cm
- Masse : 41 kg

#### Matériel livré :

- Appareil à rayons X avec tube de molybdène
- Goniomètre (554 831)
- Cristal de NaCl (554 78), écartement des plans réticulaires : 282 pm
- Film de zircon
- Plaque de protection pour l'écran
- Housse de protection
- Câble USB
- Logiciel pour Windows 2000/XP/Vista/7

554 801	Appareil à rayons X Mo, complet
---------	---------------------------------

#### Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	559 01	Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble



### Appareil de base à rayons X

Appareil de base, ajusté et prêt à l'emploi pour tous les tubes Molybdène (554 861)  
Cuivre (554 862)  
Fer (554 863)  
Tungstène (554 864)  
Argent (554 865),  
mais livré sans tube et sans goniomètre (554 831).

Caractéristiques techniques :  
voir 554 801

#### Matériel livré :

- Appareil de base
- Plaque de protection pour l'écran
- Housse de protection
- Câble USB
- Logiciel pour Windows 2000/XP/Vista/7

554 800	Appareil de base à rayons X
---------	-----------------------------

#### Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 831	Goniomètre
1	554 861	Tube à rayons X, Mo
1	554 862	Tube à rayons X, Cu
1	554 863	Tube à rayons X, Fe
1	554 864	Tube à rayons X, W
1	554 865	Tube à rayons X, Ag
1	554 866	Tube à rayons X, Au
1	559 01	Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble



### Tiroir pour l'appareil à rayons X

Pour le rangement des accessoires de l'appareil à rayons X tels que les tubes à rayons X, les cristaux, les absorbeurs, les filtres, le tube compteur avec support et plateau pour cible, le détecteur d'énergie de rayonnement X, l'adaptateur AMC et le porte-film. L'intérieur préformé et capitonné permet un rangement clair et optimal des accessoires. Le tiroir verrouillable est en acier robuste et peut être installé aussi bien sous l'appareil à rayons X que sous une table.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (LxHxP) : 67 cm x 10 cm x 35 cm

554 804 | Tiroir pour l'appareil à rayons X



### Tubes à rayons X

Tubes à cathode incandescente à chauffage direct avec filetage pour corps de refroidissement et culot bipolaire à 2 broches pour le chauffage de la cathode ; conviennent pour l'appareil à rayons X (554 800 et 554 801).

- Courant d'émission max. : 1 mA
- Tension anodique max. : 35 kV
- Taille du spot ionique : env. 2 mm<sup>2</sup>
- Durée de vie minimale : 300 heures
- Diamètre : 4,5 cm
- Longueur : 20 cm
- Masse : 0,3 kg



N° de cat.	Matériau de l'anode	Rayonnement caractéristique	Feuille absorbante
554 861	Molybdène (Z=42)	$K_{\alpha} = 71,1 \text{ pm (17,4 keV)}$ $K_{\beta} = 63,1 \text{ pm (19,6 keV)}$	Zircon
554 862	Cuivre (Z=29)	$K_{\alpha} = 154 \text{ pm (8,04 keV)}$ $K_{\beta} = 139 \text{ pm (8,91 keV)}$	Nickel
554 863	Fer (Z=26)	$K_{\alpha} = 194 \text{ pm (6,40 keV)}$ $K_{\beta} = 176 \text{ pm (7,06 keV)}$	
554 864	Tungstène (Z=74)	$L_{\alpha} = 148 \text{ pm (8,39 keV)}$ $L_{\beta} = 128 \text{ pm (9,67 keV)}$	
554 865	Argent (Z=47)	$K_{\alpha} = 56,1 \text{ pm (22,1 keV)}$ $K_{\beta} = 49,7 \text{ pm (24,9 keV)}$	
554 866	Or (Z=79)	$K_{\alpha} = 128 \text{ pm (9,71 keV)}$ $K_{\beta} = 108 \text{ pm (11,4 keV)}$	

### Goniomètre

Avec deux moteurs pas à pas qu'il est possible de commander indépendamment l'un de l'autre pour le bras de capteur et le bras de cible. Le déplacement est défini par des boutons-poussoirs de la zone de commande de l'appareil à rayons X (554 800 et 554 801) et déclenché manuellement ou automatiquement. Inclus au matériel livré avec l'appareil à rayons X (554 801).

Caractéristiques techniques :

- Mode de fonctionnement : moteurs pas à pas à couplage électronique pour le bras de cible et le bras de capteur
- Plage angulaire pour la cible : illimitée (0° ... 360°)
- Plage angulaire pour le capteur : -10° ... +170°
- Résolution angulaire : 0,1° avec les compléments HD X-ray (554 835), protégé par certificat d'utilité
- Longueur du bras de capteur : env. 40 ... 110 mm
- Fente du capteur : 1 mm
- Surface de pose du plateau pour cible : 25 mm x 28 mm
- Épaisseur de l'échantillon utilisable : 3 ... 9 mm
- Dimensions : 13,5 cm x 22,5 cm x 12,5 cm
- Masse : 3 kg

554 831 | Goniomètre



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.1 ÉQUIPEMENT DE BASE



#### LIT : appareil à rayons X, en anglais

17 expériences de la série « LD Fiches d'expériences Physique ».

Langue : anglais

Thèmes :

- Fluorescence par rayons X d'un écran luminescent
- Radiographie : noircissement par rayons X d'un stock de films photographiques
- Mise en évidence de rayons X avec une chambre d'ionisation
- Détermination du débit de dose ionique du tube à rayons X avec l'anode en molybdène
- Étude de l'atténuation de rayons X en fonction du matériau d'absorption et de l'épaisseur d'absorption.
- Étude du coefficient d'atténuation en fonction de la longueur d'onde
- Étude du coefficient d'atténuation en fonction du numéro atomique Z
- Réflexion de Bragg: diffraction de rayons X sur un monocristal
- Étude du spectre d'énergie d'un tube à rayons X en fonction de la haute tension et du courant d'émission
- Loi du déplacement de Duane et Hunt et détermination de la constante de Planck
- Structure fine de rayons X caractéristiques d'une anode en molybdène
- Absorption par une arête : filtrage de rayons X
- Loi de Moseley et détermination de la constante de Rydberg
- Effet de Compton : mise en évidence de la perte d'énergie du quantum de rayonnement X dispersé
- Réflexion de Bragg : détermination du réseau d'un monocristal
- Clichés de Laue : étude de la structure cristalline de substances cristallines
- Clichés de Debye-Scherrer : détermination de l'écartement des plans réticulaires d'échantillons pulvérulents polycristallins

554 980EN

LIT : appareil à rayons X, en anglais

### 6.8.2 Accessoires

#### Cristal de LiF pour la réflexion de Bragg

Convient pour le goniomètre (554 831) de l'appareil à rayons X (554 801). Pour des expériences avec une disposition répondant à la condition de Bragg, par ex. diffraction, spectres de rayons X, détermination de la longueur d'ondes, loi du déplacement de Duane et Hunt, détermination de la constante de Planck, influence de la longueur d'onde sur l'absorption, détermination de l'écartement des plans réticulaires.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 25 mm x 25 mm x 4 mm
- Écartement des plans réticulaires : 201 pm
- Angle de réflexion pour le rayonnement  $K_{\alpha}$  du molybdène (1<sup>er</sup> ordre) : 10,2°
- Structure cristalline cubique à faces centrées
- Surface : parallèle [100]

554 77

Cristal de LiF pour la réflexion de Bragg

#### Cristal de NaCl pour la réflexion de Bragg

Convient pour le goniomètre (554 831) de l'appareil à rayons X (554 801).

Pour des expériences avec une disposition répondant à la condition de Bragg, par ex. diffraction (jusqu'au 5<sup>ème</sup> ordre), spectres de rayons X, détermination de la longueur d'ondes, loi de Duane et Hunt, détermination de la constante de Planck, influence de la longueur d'onde sur l'absorption, détermination de l'écartement des plans réticulaires.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 25 mm x 25 mm x 4 mm
- Écartement des plans réticulaires : 282 pm
- Angle de réflexion pour le rayonnement  $K_{\alpha}$  du molybdène (1<sup>er</sup> ordre) : 7,24°
- Structure cristalline cubique à faces centrées
- Surface : parallèle [100]

554 78

Cristal de NaCl pour la réflexion de Bragg

#### Support pour poudre cristalline

Pour presser une poudre cristalline et relever ensuite les spectres de diffraction des rayons X sur des échantillons de poudre dans l'appareil à rayons X (554 801).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de chaque plaque : 25 x 25 x 3 mm
- Masse : 10 g

554 842

Support pour poudre cristalline

### Accessoires HD X-ray

Compléments HD pour l'appareil à rayons X (554 800) avec goniomètre (554 831). Avec le jeu d'accessoires HD composé d'un collimateur à haute résolution, d'un support de tubes à fentes étroites et d'un nouveau logiciel, la précision angulaire maximale du goniomètre s'élève à 0,01°. Avec les fentes étroites, des spectres de Bragg avec une résolution quadruple peuvent être réalisés. On obtient ainsi non seulement des raies quatre fois plus nettes mais aussi un plus fort contraste entre ces dernières et le continuum large.

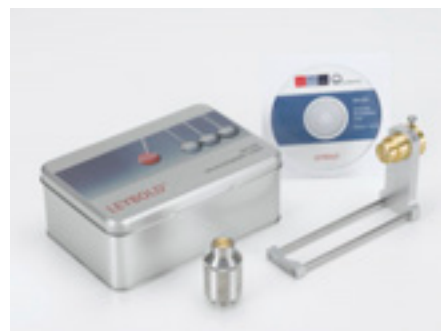
Caractéristiques techniques :

- Protégé par certificat d'utilité
- Largeur de fente du collimateur : 0,3 mm
- Largeur de fente du support de tubes : 0,3 mm
- Précision angulaire du goniomètre : 0,01° (grâce au logiciel fourni)

Matériel livré :

- Collimateur à haute résolution
- Support de tubes à haute résolution
- Logiciel pour la commande à haute résolution du goniomètre

554 835 Compléments HD X-ray



### Accessoires pour l'effet Compton X-ray

Pour l'appareil à rayons X (554 801) pour l'étude de l'effet Compton par transmission en fonction de la longueur d'onde, suivant le positionnement du filtre Cu devant ou derrière le diffuseur en aluminium avec corps dispersant en aluminium et filtre en cuivre dans montage.

Caractéristiques techniques :

- Corps dispersant en Al : 25 mm x 25 mm x 4 mm
- Filtre en cuivre :  
Monture : Ø 24 mm x 11 mm  
Film : 10 mm x 0,07 mm

554 836 Accessoires pour l'effet Compton X-ray



### Accessoires pour l'absorption X-ray

Pour l'appareil à rayons X (554 801). Deux absorbeurs pour l'étude quantitative de l'atténuation des rayons X en fonction de l'épaisseur et du numéro atomique de l'absorbeur.

Caractéristiques techniques :

- Échelonnement des épaisseurs de l'absorbeur d'aluminium : 0,5/ 1,0/ 1,5/ 2,0/ 2,5/ et 3,0 mm
- Matériau et numéro atomique des absorbeurs d'épaisseur constante (0,5 mm):  
polystyrène : Z = 6  
aluminium : Z = 13  
fer : Z = 26  
cuivre : Z = 29  
zircon : Z = 40  
argent : Z = 47
- Dimensions des diaphragmes : 2,5 x 15 mm
- Écartement des diaphragmes : 5 mm (env. 10°)
- Dimensions : 40 mm x 35 mm x 8 mm, l'un

Matériel livré :

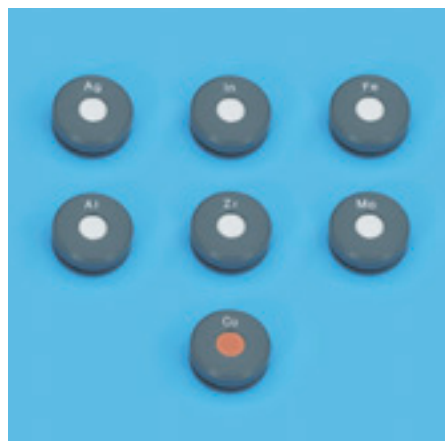
Lot d'absorbeurs I: différentes épaisseurs, même matériau  
Lot d'absorbeurs II: différents matériaux, même épaisseur

554 834 Accessoires pour l'absorption X-ray



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.2 ACCESSOIRES



#### Lot de films d'absorption

Pour l'appareil à rayons X (554 801), par ex. pour des expériences sur la relation  $\lambda^3$  et sur la loi de Moseley ; films dans monture pour mise en place sur le collimateur à fente ou sur le support pour compteur.

Caractéristiques techniques :

- Monture : 24 mm x 11 mm  $\varnothing$
- Films : 10 mm  $\varnothing$

Matériel livré :

Z	Élément	Épaisseur
13	Al Aluminium	0,5 mm
26	Fe Fer	0,5 mm
29	Cu Cuivre	0,07 mm
40	Zr Zircon	0,05 mm
42	Mo Molybdène	0,1 mm
47	Ag Argent	0,05 mm
49	In Indium	0,3 mm

554 832 Lot de films d'absorption



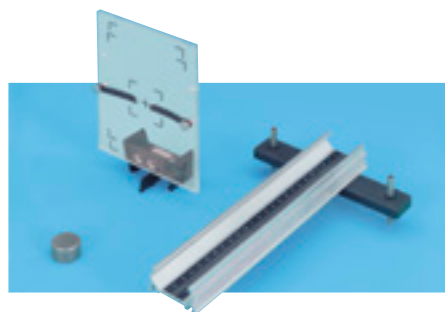
#### Condensateur à plaques X-ray

Pour l'appareil à rayons X (554 800 et 554 801), pour la mesure du courant d'ionisation ainsi que pour la détermination du taux de dose ionique ; connexions électriques par des douilles de sécurité de 4 mm et une douille BNC. Trois pieds enfichables pour un montage défini du condensateur à plaques dans la partie expérimentation.

Caractéristiques techniques :

- Tension d'entrée : 0 ... 500 V CC
- Courant de saturation : max.  $3 \times 10^{-9}$  A
- Tension de saturation : env. 100 V CC
- Volume d'air ionisable : 121 cm<sup>3</sup>
- Largeur des plaques : 8,5 cm / 14 cm
- Écartement des plaques : 3,5 cm
- Dimensions : 19 cm x 14 cm x 17 cm

554 840 Condensateur à plaques X-ray



#### Porte-film X-ray

Pour l'appareil à rayons X (554 800 et 554 801), avec échelle sérigraphiée pour le positionnement défini des films pour les radioscopies, les clichés de Laue et de Debye-Scherrer ; livré avec rail d'expérimentation à échelle graduée en millimètres et diaphragme à trou (D = 1 mm) à placer sur le collimateur à fente.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :
  - Porte-film : 12 cm x 16,5 cm
  - Rail d'expérimentation : 25 cm x 16 cm x 6 cm
- Diamètre du diaphragme à trou : 1 mm

Matériel livré :

Rail d'expérimentation, porte-film, diaphragme à trou

554 838 Porte-film X-ray

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 895	Film pour rayons X
1	554 896	Film pour rayons X Agfa Dentus M2

## Accessoires pour radiographies

N° de cat.	Désignation
554 895	Film pour rayons X
554 896	Film pour rayons X Agfa Dentus M2
554 8971	Révélateur et fixateur pour film pour rayons X
554 8931	Sac et boîte de développement

## Capteur pour radiographie

Tête de capteur compacte à haute résolution avec module USB pour la prise de radiographies dans un appareil à rayons X sous des conditions d'éclairage naturel (sans film radiographique). Avec le chariot de positionnement de précision (554 829), le capteur constitue une caméra performante pour la radiographie, la radiologie, l'essai de matériau, la cristallographie et la tomodynamométrie, utilisée dans le cadre d'expériences pratiques et de démonstration dans les établissements d'enseignement supérieur.

Les radiographies peuvent être enregistrées en tant qu'image à niveaux de gris en haute résolution ou utilisées par le logiciel de tomodynamométrie pour la reconstruction en 3D de l'objet irradié. Une telle reconstruction s'effectue en direct durant la prise d'images en l'espace de quelques minutes.

La tête du capteur est positionnée à l'aide du chariot de positionnement de précision (554 829) dans la partie expérimentation de l'appareil à rayons X. Elle prend indirectement la radiographie en transformant le rayon X, à l'aide d'une feuille de scintillateur, en une image analogique intermédiaire visible, puis celle-ci en tension électrique au moyen de deux capteurs CMOS à grande surface. Ce signal vidéo analogique de la tête du capteur est transmis par un câble DVI Dual-Link au module USB à numériser, puis au PC en tant qu'image en niveaux de gris. Le module USB se trouve à l'extérieur de l'appareil à rayons X afin de permettre un montage expérimental compact à l'intérieur de celui-ci.

Les capteurs CMOS utilisés ont déjà fait leur preuve à de multiples reprises et sont employés depuis plus d'une décennie dans l'industrie, notamment pour le contrôle des matériaux sans destruction, le contrôle de la production et la technique médicale. Installés dans un appareil à rayons X, ils permettent également de réaliser des images radiographiques à haute résolution, voire des séries d'images tomodynamométriques.

Pour le logiciel de démonstration et les vidéos, rendez-vous sur : <http://www.ld-didactic.de/index.php?id=ct>.

Caractéristiques techniques :

Tête du capteur analogique

- Capteur : CMOS sans lignes de pixels défectueuses (Premium Grade)
- Surface du capteur : 49,2 mm x 48,0 mm (protégée pour une durée de vie accrue)
- Résolution : 1024 pixels x 1000 pixels
- Taille de pixel : 48 µm x 48 µm
- Sortie vidéo : analogique (0,5 µV/électron)
- Raccordement : connecteur DVI Dual Link
- Boîtier : acier inoxydable
- Dimensions : 75 mm x 88 mm x 34 mm
- Masse : 500 g

Module USB numérisant

- Résolution du convertisseur AN : niveaux de gris 12 bits
- Connexion : USB 2.0 (Full Speed)
- Dimensions : 186 mm x 165 mm x 30 mm
- Masse : 700 g

Matériel livré :

- Tête de capteur
- Module USB
- Câble DVI Dual Link
- Câble USB
- Bloc d'alimentation

554 828	Capteur pour radiographie
---------	---------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.2 ACCESSOIRES

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 820	Logiciel Tomodensitométrie Pro
1	554 826	Accessoires pour la tomodensitométrie
1	554 827	Lunettes en 3D rouge et cyan



### Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie

Pour le positionnement et l'ajustage précis du capteur pour radiographie (554 828) dans l'appareil à rayons X (554 800 ou 554 81).

Le banc d'optique permet un positionnement libre du capteur d'images dans la partie expérimentation de l'appareil à rayons X. À titre d'exemple, des clichés de Laue peuvent être conçus directement derrière le collimateur ou des séries d'images tomodensitométriques peuvent être prises à l'autre extrémité du banc d'optique. Lorsque le centre du capteur pour radiographie est exactement positionné derrière l'axe de rotation du goniomètre à l'aide du mécanisme de réglage fin, les conditions sont réunies pour obtenir une série d'images tomodensitométriques à haute résolution.

La version de démonstration fournie du logiciel Tomodensitométrie permet de réaliser des radiographies à haute résolution et de les enregistrer avec une profondeur élevée (16 bits en niveaux de gris) ; elle convient à une utilisation dans les domaines de la radiographie, de la radiologie, du contrôle des matériaux et de la cristallographie (clichés de Laue). La version Pro du logiciel (554 820) convient quant à elle pour la tomodensitométrie

Caractéristiques techniques :

- Longueur du banc d'optique : 30 cm
- Réglage en hauteur du capteur : 0,1 pixel de capteur par graduation
- Réglage de l'inclinaison du capteur : 1 pixel de capteur par rotation à 45°
- Dimensions : 30 cm x 15 cm x 17 cm
- Masse : 1,2 kg

Matériel livré :

- Banc d'optique
- Support de capteur sur cavalier avec mécanisme de réglage fin pour un ajustage en hauteur précis
- Version de démonstration du logiciel Tomodensitométrie

554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie
---------	---

### Modèle d'implant

Parallélépipède en bois avec tige d'acier dissimulée pour la radioscopie dans l'appareil à rayons X.

554 8391	Modèle d'implant
----------	------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 838	Porte-film X-ray

### Modèle de vaisseau sanguin pour produits de contraste

Pour démontrer l'action des produits de contraste.

Plaque en plastique avec des canaux dissimulés ; le tube à rayons X étant enclenché, il est possible d'injecter de l'extérieur de l'appareil à rayons X un produit de contraste par le biais de raccords pour flexibles. La pénétration du produit injecté est visualisée sur l'écran luminescent de l'appareil à rayons X. Des effets de grossissement peuvent être obtenus en modifiant l'écartement.

Matériel livré :

- Plaque avec modèle de vaisseau sanguin sur pied magnétique
- Flexible
- 2 seringues en plastique
- 2 bouchons

554 839	Modèle de vaisseau sanguin pour produits de contraste
---------	---



Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	672 6610	Iodure de potassium, 100 g

## 6.8.3 Détecteur d'énergie de rayonnement X

Thèmes :

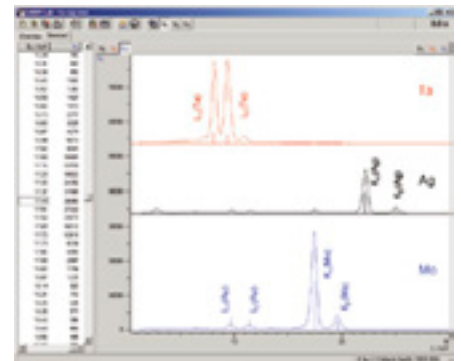
- Enregistrement du spectre d'un tube de rayonnement X et analyse du rapport entre la tension d'anode et le courant d'émission
- Analyse quantitative de l'effet Compton
- Démonstration de la fluorescence des rayons X et enregistrement des spectres de fluorescence des rayons X de différents éléments
- Vérification de la loi de Moseley à l'aide des spectres de fluorescence des rayons X
- Analyse de matériaux non destructive à l'aide des spectres de fluorescence des rayons X

Le détecteur offre également de nombreuses possibilités pour l'expérimentation dans différentes matières. Il permet ainsi de faire la démonstration de méthodes d'analyse physiques : par ex. en

- géographie (analyse des roches)
- écologie (détection d'éléments lourds dans l'environnement)
- biologie (éléments chimiques dans les produits alimentaires)
- chimie (analyse de la composition des objets)

### Étude de spectres caractéristiques en fonction du numéro atomique de l'élément : les raies K

L'expérience P6.3.5.4 montre les différences de fluorescence X des raies K (transitions vers la couche K) pour différents éléments chimiques. Ceci sert d'une part à confirmer la loi de Moseley et d'autre part à montrer les possibilités d'analyse non destructive des matériaux.



### Détecteur d'énergie de rayonnement X

S'utilise dans l'appareil à rayons X (554 801) et en association avec le Sensor-CASSY (524 013) et l'adaptateur AMC (524 058) pour le relevé de spectres de rayons X résolus en énergie. Le détecteur comprend une photodiode PIN silicium (détecteur) à refroidissement thermoélectrique ainsi que l'électronique pour l'amplification et le traitement des impulsions de tension. La hauteur des impulsions de sortie est proportionnelle à l'énergie des photons de rayon X.

Caractéristiques techniques :

- Surface active : 0,8 mm Ø
- Refroidissement du détecteur : thermoélectrique (élément à effet Peltier)
- Fenêtre d'entrée (plastique) : absorption équivalente à celle du graphite avec  $d = 40 \mu\text{m}$
- Bande d'énergie détectable : env. 2 ... 60 keV
- Résolution en énergie pour  $E = 6,40 \text{ keV}$  (raie  $K_{\alpha}$  du Fe) : 0,4 keV (largeur à mi-hauteur)
- Tension d'alimentation :  $\pm 15 \text{ V}$ , +5 V (par l'adaptateur secteur inclus au matériel livré)
- Sortie : douille BNC pour la connexion à l'adaptateur AMC
- Dimensions : 60 mm
- Masse : 450 g

559 938 | Détecteur d'énergie de rayonnement X

### Accessoires pour l'effet Compton X-ray II

Utilisé avec le détecteur d'énergie de rayonnement X (559 938) et l'appareil à rayons X (554 801), permet d'étudier l'effet Compton sur les rayons X. Se compose d'un collimateur circulaire et d'un corps dispersant en plexiglas.

Caractéristiques techniques :

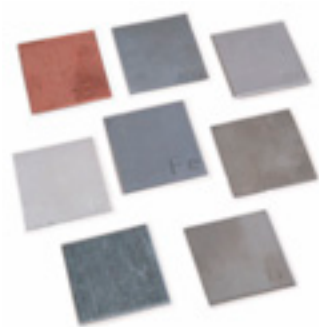
- Dimensions : 25 mm x 25 mm x 6 mm

554 8371 | Accessoires pour l'effet Compton X-ray II



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.3 DÉTECTEUR D'ÉNERGIE DE RAYONNEMENT X



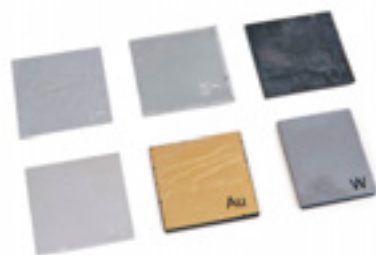
#### Cibles fluorescence des raies K, jeu

Utilisées avec le détecteur d'énergie de rayonnement X (559 938), le Sensor-CASSY (524 013) et l'adaptateur AMC (524 058), les cibles permettent de relever les spectres de fluorescence X de différents éléments dans l'appareil à rayons X (559 801).

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : Ti, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Mo, Ag
- Dimensions : 25 mm x 25 mm

554 844 Cibles fluorescence des raies K, jeu



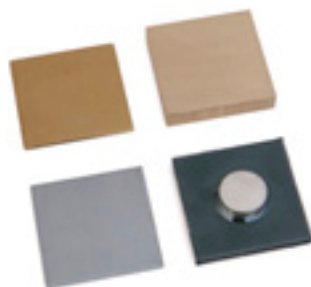
#### Cibles fluorescence des raies L, jeu

Utilisées avec le détecteur d'énergie de rayonnement X (559 938), le Sensor-CASSY (524 013) et l'adaptateur AMC (524 058), les cibles permettent de relever les spectres de fluorescence X de différents éléments dans l'appareil à rayons X (559 801).

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : Ag, In, Sn, W, Au, Pb
- Dimensions : 25 mm x 25 mm

554 846 Cibles fluorescence des raies L, jeu



#### Cibles en alliages, jeu

Utilisées avec le détecteur d'énergie de rayonnement X (559 938), le Sensor-CASSY (524 013) et l'adaptateur AMC (524 058), les cibles permettent de relever les spectres de fluorescence X de différents alliages dans l'appareil à rayons X (559 801).

Caractéristiques techniques :

- Matériaux : acier inoxydable (X5CrNi18-10), laiton (CuZn36), laiton au plomb (CuZn39Pb3), aimant de terres rares (aimant samarium-cobalt)
- Dimensions : 25 mm x 25 mm

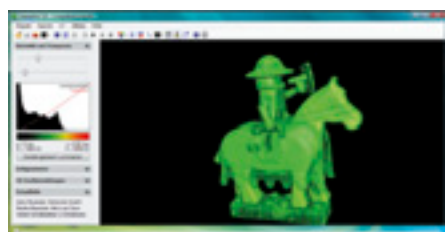
554 848 Cibles en alliages, jeu



Appareil à rayons X avec module de tomodynamétrie

### 6.8.4 Tomodynamétrie

En 1963 et 1964, Allan Cormack a publié les principes théoriques de la tomodynamétrie ou tomographie assistée par ordinateur dans la revue spécialisée « Journal of Applied Physics ». En 1972, Godfrey Hounsfield a construit le premier scanner ou tomodynamètre et a reçu en 1979, avec Allan Cormack, le prix Nobel de physiologie et de médecine, pour ses travaux dans ce domaine. Le principe de la tomographie assistée par ordinateur est la radioscopie d'un objet sous un grand nombre d'angles différents à l'aide de rayons X. Notre appareils à rayons X scolaire peut également radiographier des objets et afficher les projections obtenues sur l'écran fluorescent. Ces projections sont de luminosité relativement faible. Il est donc nécessaire d'utiliser une caméra très sensible pour les enregistrer à l'aide d'un ordinateur. Celle-ci est intégrée dans le module de tomodynamétrie.



#### Examen tomodynamétrique d'objets géométriques simples

Dans l'expérience P6.3.8.2, des objets géométriques simples sont étudiés pour comprendre les propriétés basiques de la tomodynamétrie.



### Module de tomodensitométrie

Permet de reconstruire en quelques minutes la géométrie tridimensionnelle d'un objet à partir de la façon dont les rayons traversant celui-ci sont absorbés suivant leurs angles de pénétration. Le logiciel Tomodensitométrie inclus dans la livraison visualise le procédé de reconstruction, au choix, en deux ou trois dimensions. Les images de l'objet en 3D sont acquises pour l'étude directe (rotation, zoom, effets de transparence, coupes, projection, illumination similaire au modèle de tracé de rayon de Heidelberg).

Malgré la méthode de mesure simple et le peu d'énergie à rayons X (35 keV) consommée par cet appareil à rayons pour l'enseignement, on obtient des images d'une assez haute résolution permettant l'évaluation qualitative et quantitative. L'accent est mis sur la préparation didactique du procédé de la radiographie et de son évaluation. En complément, un appareil à rayons X adapté (554 811USB ou 554 801 avec tube de tungstène 554 864 ou tube d'or 554 866) est recommandé et un ordinateur puissant (voir configuration ci-dessous) est nécessaire.

Pour visionner les vidéos, rendez-vous sur <http://www.ld-didactic.de/index.php?id=ct> et le canal YouTube LD DIDACTIC : <http://www.youtube.com/user/lddidactic>.

Caractéristiques techniques :

- Montage de l'objet : au goniomètre de l'appareil à rayons X
- Dimensions max. de l'objet : env. 8 x 8 x 8 cm<sup>3</sup>
- Résolution de l'objet : env. 0,25 mm
- Résolution angulaire : 1 ... 360 projections par série d'images tomodensitométriques
- Taille de la série d'images tomodensitométriques : 200 ... 340 pixels par dimension
- Branchement à l'ordinateur : port USB 2.0
- Branchement à l'appareil à rayons X : port USB 2.0
- Sortie vidéo séparée : Cinch (CCIR)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 53 cm x 34 cm x 24,5 cm
- Masse : 13,5 kg

Matériel livré :

- Module de tomodensitométrie
- Logiciel Tomodensitométrie
- Objet (petit animal lyophilisé, par ex. une grenouille)
- Cuvette (par ex. pour l'eau)
- Porte-objet, support en polystyrène inclus
- Câble USB

554 821 | Module de tomodensitométrie

Prérequis matériel pour la réalisation de ses propres balayages TDM :

- Windows XP SP2 ou Windows Vista/7/8 (32 bits ou 64 bits)
- Processeur Dual Core 2 GHz
- 2 Go de mémoire RAM
- Carte graphique 3D (Nvidia GT 610 / AMD HD 6450 ou plus puissante)
- Port USB 2.0
- Lecteur de DVD

Pour de plus grandes séries d'images tomodensitométriques, il est souhaitable d'avoir un ordinateur plus puissant :

- Windows Vista/7/8 (32 bits ou 64 bits)
- Processeur Quad-Core 2,4 GHz
- 4 Go de mémoire RAM
- Carte graphique 3D (Nvidia GT 630 / AMD HD 6670 ou plus puissante)
- Port USB 2.0
- Lecteur de DVD

### Tiroir pour le module de tomodensitométrie

Pour le rangement des accessoires du module de tomodensitométrie, tels que les tubes à rayons X, les objets à examiner, les porte-objets et l'adaptateur lego. L'intérieur préformé et capitonné permet un rangement clair et optimal des accessoires.

Le tiroir verrouillable est en acier robuste et peut être installé aussi bien sous le module de tomodensitométrie que sous une table.

Caractéristiques techniques :

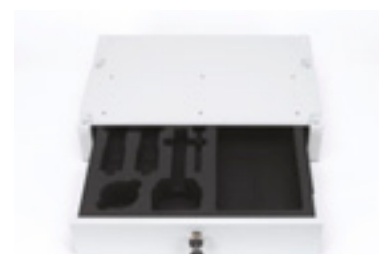
- Dimensions (lxHxP) : 53 cm x 10 cm x 35 cm

554 824 | Tiroir pour le module de tomodensitométrie

### Adaptateur LEGO®

L'adaptateur LEGO® sert à fixer de petits objets lego au goniomètre (554 831) de l'appareil à rayons X (554 801) en vue d'enregistrer des séries d'images tomodensitométriques à l'aide du module de tomodensitométrie (554 821).

554 825 | Adaptateur LEGO®



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.4 TOMODENSITOMÉTRIE

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Briques Lego



### Accessoires pour la tomodensitométrie

Permet la fixation d'objets au goniomètre en vue d'un examen tomodensitométrique ; comprend plusieurs objets. Le jeu de briques Lego est conçu de manière à pouvoir également servir de porte-objets sur lequel il suffit de coller les petits objets à examiner.

Matériel livré :

- Adaptateur Lego (554 825)
- Jeux de briques Lego
- Objet (petit animal lyophilisé)
- Cuvette (par ex. pour l'eau)

554 826	Accessoires pour la tomodensitométrie
---------	---------------------------------------



### Lunettes en 3D rouge et cyan

Pour l'observation d'images stéréoscopiques en 3D, telles que celles générées par le logiciel Tomodensitométrie Pro (554 820).

554 827	Lunettes en 3D rouge et cyan
---------	------------------------------

### Capteur pour radiographie

Tête de capteur compacte à haute résolution avec module USB pour la prise de radiographies dans un appareil à rayons X sous des conditions d'éclairage naturel (sans film radiographique). Avec le chariot de positionnement de précision (554 829), le capteur constitue une caméra performante pour la radiographie, la radiologie, l'essai de matériau, la cristallographie et la tomodensitométrie, utilisée dans le cadre d'expériences pratiques et de démonstration dans les établissements d'enseignement supérieur.

Les radiographies peuvent être enregistrées en tant qu'image à niveaux de gris en haute résolution ou utilisées par le logiciel de tomodensitométrie pour la reconstruction en 3D de l'objet irradié. Une telle reconstruction s'effectue en direct durant la prise d'images en l'espace de quelques minutes.

La tête du capteur est positionnée à l'aide du chariot de positionnement de précision (554 829) dans la partie expérimentation de l'appareil à rayons X. Elle prend indirectement la radiographie en transformant le rayon X, à l'aide d'une feuille de scintillateur, en une image analogique intermédiaire visible, puis celle-ci en tension électrique au moyen de deux capteurs CMOS à grande surface. Ce signal vidéo analogique de la tête du capteur est transmis par un câble DVI Dual-Link au module USB à numériser, puis au PC en tant qu'image en niveaux de gris. Le module USB se trouve à l'extérieur de l'appareil à rayons X afin de permettre un montage expérimental compact à l'intérieur de celui-ci.

Les capteurs CMOS utilisés ont déjà fait leur preuve à de multiples reprises et sont employés depuis plus d'une décennie dans l'industrie, notamment pour le contrôle des matériaux sans destruction, le contrôle de la production et la technique médicale. Installés dans un appareil à rayons X, ils permettent également de réaliser des images radiographiques à haute résolution, voire des séries d'images tomodensitométriques.

Pour le logiciel de démonstration et les vidéos, rendez-vous sur : <http://www.ld-didactic.de/index.php?id=ct>.

Caractéristiques techniques :

Tête du capteur analogique

- Capteur : CMOS sans lignes de pixels défectueuses (Premium Grade)
- Surface du capteur : 49,2 mm x 48,0 mm (protégée pour une durée de vie accrue)
- Résolution : 1024 pixels x 1000 pixels
- Taille de pixel : 48 µm x 48 µm
- Sortie vidéo : analogique (0,5 µV/électron)
- Raccordement : connecteur DVI Dual Link
- Boîtier : acier inoxydable
- Dimensions : 75 mm x 88 mm x 34 mm
- Masse : 500 g

Module USB numérisant

Résolution du convertisseur AN : niveaux de gris 12 bits

- Connexion : USB 2.0 (Full Speed)
- Dimensions : 186 mm x 165 mm x 30 mm
- Masse : 700 g

Matériel livré :

- Tête de capteur
- Module USB
- Câble DVI Dual Link
- Câble USB
- Bloc d'alimentation

554 828	Capteur pour radiographie
---------	---------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 820	Logiciel Tomodensitométrie Pro
1	554 826	Accessoires pour la tomodensitométrie
1	554 827	Lunettes en 3D rouge et cyan

### Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie

Pour le positionnement précis et l'ajustage précis du capteur pour radiographie (554 828) dans l'appareil à rayons X (554 800 ou 554 81).

Le banc d'optique permet un positionnement libre du capteur d'images dans la partie expérimentation de l'appareil à rayons X. À titre d'exemple, des clichés de Laue peuvent être conçus directement derrière le collimateur ou des séries d'images tomodensitométriques peuvent être prises à l'autre extrémité du banc d'optique. Lorsque le centre du capteur pour radiographie est exactement positionné derrière l'axe de rotation du goniomètre à l'aide du mécanisme de réglage fin, les conditions sont réunies pour obtenir une série d'images tomodensitométriques à haute résolution. La version de démonstration fournie du logiciel Tomodensitométrie permet de réaliser des radiographies à haute résolution et de les enregistrer avec une profondeur élevée (16 bits en niveaux de gris) ; elle convient à une utilisation dans les domaines de la radiographie, de la radiologie, du contrôle des matériaux et de la cristallographie (clichés de Laue). La version Pro du logiciel (554 820) convient quant à elle pour la tomodensitométrie.

Caractéristiques techniques :

- Longueur du banc d'optique : 30 cm
- Réglage en hauteur du capteur : 0,1 pixel de capteur par graduation
- Réglage de l'inclinaison du capteur : 1 pixel de capteur par rotation à 45°
- Dimensions : 30 cm x 15 cm x 17 cm
- Masse : 1,2 kg

Matériel livré :

- Banc d'optique
- Support de capteur sur cavalier avec mécanisme de réglage fin pour un ajustage en hauteur précis
- Version de démonstration du logiciel Tomodensitométrie

554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie
---------	---

### Logiciel Tomodensitométrie Pro

Pour le calcul de séries d'images TDM à l'aide du module de tomodensitométrie (554 821) ou du capteur pour radiographie X (554 828) et de l'appareil à rayons X (554 801 ou 554 811USB).

Pour prendre des radiographies, l'appareil à rayons X est dirigé dans des incréments angulaires sélectionnables. Le processus de rétroprojection est déjà visualisé, au choix, en deux ou trois dimensions lors de la prise de vue. On obtient ainsi des images en coupe et des images 3D de l'objet 3D encore inachevé à l'aide de tous les outils de visualisation (rotation, zoom, effets de transparence, coupes, représentation stéréoscopique, illumination similaire au modèle de tracé de rayons de Heidelberg). Le processus de rétroprojection complète avec chaque nouvel incrément angulaire supplémentaire l'objet 3D finalement terminé.

Malgré la basse énergie de rayonnement d'un appareil de rayons X scolaire de 35 keV, il est possible de prendre les séries d'images tomodensitométriques de différents objets, dans une bonne résolution tant sur le plan qualitatif que quantitatif. L'accent est mis sur la préparation didactique de la prise de vue et de son exploitation.

Une licence de ce logiciel limitée au module de tomodensitométrie (554 821) est fournie avec celui-ci.

Retrouvez la version de démonstration de ce logiciel et des vidéos sur : <http://www.ld-didactic.de/index.php?id=ct>.

Caractéristiques techniques :

- Commande : appareil à rayons X, goniomètre et capteur d'images via USB
- Nombre de projections : 1/4/15/45/90/180/360/720 images par série
- Précision angulaire : jusqu'à 0,5°
- Taille de la série d'images tomodensitométriques : 200 ... 940 pixels par dimension (8 ... 830 mégapixels)
- Versions : 32 bits et 64 bits (pour de plus grandes séries d'images TDM)

554 820	Logiciel Tomodensitométrie Pro
---------	--------------------------------



## 6.8 APPAREIL À RAYONS X

### 6.8.4 TOMODENSITOMÉTRIE

#### Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 801	Appareil à rayons X Mo, complet
1	554 828	Capteur pour radiographie
1	554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie

#### Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 866	Tube à rayons X, Au
1	554 864*	Tube à rayons X, W

\* alternative

#### Prérequis matériel :

- PC avec Windows XP SP3 ou Windows Vista/7/8 (x86 ou x64)
- Processeur Dual Core 2,4 GHz
- 3 Go de mémoire RAM
- Carte graphique 3D (Nvidia GT 630 / AMD HD 6670 ou plus puissante)
- 2 x port USB 2.0
- Lecteur de DVD

#### Configuration recommandée pour de plus grandes séries d'images tomodensitométriques :

- PC avec Windows Vista/7/8 (x64)
- Processeur Quad-Core 3 GHz
- 8 Go de mémoire RAM
- Carte graphique 3D avec 2 Go de mémoire RAM (Nvidia GT 660 Ti / AMD HD 7870 ou plus puissante)
- 2 x port USB 2.0
- Lecteur de DVD

### Kit tomodensitométrie Pro

Extension de l'appareil à rayons X (554 801) par le capteur pour radiographie (554 828) avec tous les accessoires pour la tomodensitométrie à haute résolution.

#### Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 820	Logiciel Tomodensitométrie Pro
1	554 826	Accessoires pour la tomodensitométrie
1	554 827	Lunettes en 3D rouge et cyan
1	554 828	Capteur pour radiographie
1	554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie

554 820P	Kit tomodensitométrie Pro
----------	---------------------------

### 6.9 Matériel pour la mise en évidence des rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X

#### 6.9.1 Chambres à brouillard et d'ionisation

##### Visualisation des trajectoires de particules

Dans une chambre à brouillard de Wilson, on amène par expansion adiabatique un mélange saturé d'air, de vapeur d'eau et de vapeur d'alcool à l'état sursaturé pendant un temps très court. La vapeur sursaturée se condense brusquement en gouttelettes de brouillard autour de germes de condensation. Notamment les ions qui surviennent par exemple par des collisions entre particules  $\alpha$  et molécules de gaz dans la chambre à brouillard, sont des germes de condensation appropriés.

##### Visualisation des trajectoires de particules $\alpha$ dans la chambre de Wilson

Durant l'expérience P6.5.1.1, on observe les trajectoires de particules  $\alpha$  dans une chambre de Wilson. Elles sont matérialisées pendant une à deux secondes par des traits brillants grâce à la lumière arrivant latéralement, à chaque mouvement saccadé de la pompe. Les ions résiduels sont éliminés de la chambre par un champ électrique.

##### Chambre de Wilson selon Schürholz

Pour visualiser les trajectoires de particules  $\alpha$  ; brève durée de condensation du mélange alcool/vapeur d'eau dont la sursaturation par détente adiabatique est obtenue au moyen d'une pompe à air manuelle ; couvercle avec fenêtres en verre acrylique pour l'observation et le passage de la lumière ; douilles de raccordement pour tension de drainage servant à désioniser et support pour préparation de radium (559 595).

Caractéristiques techniques :

- Durée de condensation : env. 1 s par détente
- Tension de drainage : 100 ... 200 V-
- Raccordement : douilles de 4 mm
- Dimensions de la chambre : 3,5 cm x 10,5 cm  $\emptyset$
- Masse : 2 kg

559 57    Chambre de Wilson selon Schürholz

##### Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq

Préparation à valeur limite\* ; montée sur aiguille pour la fixation dans la chambre de Wilson selon Schürholz (559 57) ; convient également pour des expériences de base avec le compteur Geiger (546 282) et les tubes compteurs (559 00/01).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 5 kBq
- Isotope : 226Ra
- Rayons :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$
- Protégée contre tout contact dans un cylindre creux ; sur aiguille
- Longueur totale de la préparation : 3 cm
- Récipient : verre avec couvercle à bouchon ; 5 cm x 4,5 cm  $\emptyset$

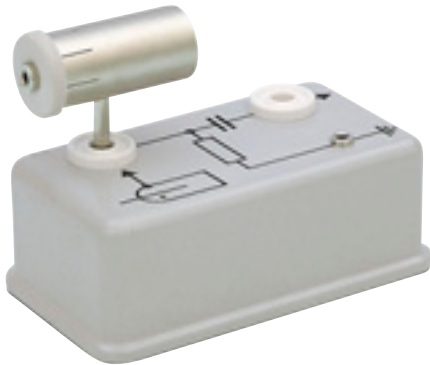
559 595    Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



### 6.9.2 Compteur Geiger

#### Compteur Geiger à pointe avec adaptateur



Pour effectuer des expériences d'initiation à la radioactivité et expliquer le fonctionnement d'un tube compteur à impulsions. Électrode pointue dans isolateur en résine ; boîtier métallique servant de contre-électrode avec ouverture sur l'avant pour le passage des rayons. Celle-ci sera recouverte d'un mince film perméable aux rayons  $\alpha$  avant la mise en marche de l'appareil.

Adaptateur pour l'adaptation à un amplificateur ou à un oscilloscope inclus ; avec résistance de travail et condensateur de couplage intégrés.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : env. 3 kV
- Raccords du compteur à pointe :  
Électrode pointue : douille de 4 mm fortement isolée  
Boîtier : broche de 4 mm
- Raccords de l'adaptateur :  
Compteur à pointe : douille de 4 mm isolée  
Haute tension : paire de douilles de 4 mm
- Dimensions :  
Compteur à pointe : 5 cm x 2,5 cm  $\emptyset$   
Adaptateur : 12 cm x 7 cm x 5 cm

Matériel livré :

- 1 compteur à pointe
- 1 jeu de feuilles d'aluminium
- 1 adaptateur

546 282	Compteur Geiger à pointe avec adaptateur
---------	--

#### Compteur de Geiger avec ticker



L'appareil de mesure portable mesure et enregistre en permanence la radioactivité ( $\alpha, \beta, \gamma$ ). Un sélecteur de rayons permet de limiter les types de rayons à mesurer. Les valeurs de mesure sont saisies par la mémoire interne et peuvent être transférées à un ordinateur à l'aide du logiciel Windows fourni en vue de leur exploitation. La pile intégrée a une durée de vie d'au moins 10 ans. L'alerte GAMMA-SCOUT<sup>®</sup> délivre un signal sonore si le rayonnement est supérieur à la valeur limite programmée. L'utilisateur peut en outre activer le ticker pour que l'appareil émette un son à chaque impulsion ; comme ce son consomme beaucoup plus d'électricité que le mode de mesure, l'appareil éteint automatiquement le mode ticker au bout de 10 minutes afin d'économiser la pile. Une interface USB, un câble de connexion, un logiciel Windows et le mode d'emploi sont inclus au matériel livré.

Caractéristiques techniques :

- Écran : LCD, à quatre chiffres, numérique avec affichage de la grandeur mesurée
- Diagramme en bâtons analogique logarithmique, affichage du mode de fonctionnement
- Grandeurs mesurées : Sievert/h ( $\mu\text{Sv/h}$ ,  $\text{mSv/h}$ ) , impulsions/s, impulsions/intervalle de temps réglable
- Détecteur de rayons :
  - tube-compteur selon le principe de Geiger-Müller
  - boîtier en acier inoxydable avec charge de gaz néon/halogène,
  - longueur de mesure 38,1 mm,
  - diamètre de mesure 9,1 mm,
  - hublot en mica 1,5 ... 2  $\text{mg/cm}^2$
- Sensibilité gamma : 108 impulsions pour un rayonnement de Cobalt 60 de 1  $\mu\text{Sv/h}$  dans une bande énergétique du rayonnement ambiant
- Taux nul : env. 10 impulsions par minute.
- Température de fonctionnement :  $-40$  à  $+75^\circ\text{C}$
- Types de rayons :  $\alpha$  à partir de 4MeV,  $\beta$  à partir de 0,2 MeV,  $\gamma$  à partir de 0,02 MeV
- Mémoire interne : 2 koctets, les impulsions mesurées sont enregistrées à intervalles réguliers
- Heure, date : réglable, s'affiche en appuyant sur une touche.
- Dimensions : 163 x 72 x 30 mm
- Masse : 0,15 kg

667 9183	Compteur de Geiger avec ticker
----------	--------------------------------

### 6.9.3 Tubes compteurs

#### Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble

Tube compteur Geiger-Müller à auto-extinction, dans boîtier en plastique, avec fenêtre en mica très mince permettant aussi l'enregistrement d'un rayonnement  $\beta$  mou. Muni d'un câble solide. Livré avec capuchon de protection pour la fenêtre en mica.

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : néon, argon, halogène
- Tension de service moyenne : 450 V
- Connexion : câble blindé de 55 cm de long, avec connecteur coaxial (Amphéno-Tuchel T 3162/1)
- Largeur du palier : 200 V
- Pente relative du palier :  $< ; 0,05 \% / V$
- Temps mort : env. 100  $\mu s$
- Longévité :  $> ; 10^{10}$  imp.
- Bruit de fond du palier : env. 0,2 Imp./s (pour un blindage avec 50 mm de Pb et 3 mm d'Al)
- Sensibilité au rayonnement  $\gamma$  : env. 1 %
- Fenêtre : 9 mm  $\varnothing$
- Assignment des masses : 1,5 ... 2 mg/cm<sup>2</sup>
- Dimensions : 75 mm x 24 mm  $\varnothing$

559 01 Tube compteur à fenêtre pour rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et X avec câble

Complément nécessaire :

Compteur d'impulsions à alimentation haute tension intégrée

#### Tube compteur pour rayonnement $\beta$ et $\gamma$

Compteur Geiger-Müller à auto-excitation dans tube en verre. Convient particulièrement pour les expériences sur la radioactivité artificielle.

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : halogène
- Tension de service moyenne : 550 V
- Connexion : connecteur coaxiale (Amphéno-Tuchel T 3162/1)
- Largeur du palier :  $> 250$  V
- Pente relative du palier : 0,12  $\% / V$
- Temps mort moyen : 140 ms
- Longévité :  $> 3 \times 10^9$  impulsions
- Bruit de fond du palier : env. 0,5 imp/s (pour un blindage avec 50 mm de Pb et 3 mm d'Al)
- Sensibilité au rayonnement  $\gamma$  : env. 0,1 %
- Épaisseur de la paroi : verre de 0,1 mm (correspond à une assignment des masses de 25 mg/cm<sup>2</sup>)
- Dimensions : 17,5 cm x 2 cm  $\varnothing$

559 00 Tube compteur pour rayonnement  $\beta$  et  $\gamma$

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	559 07	Câble pour tubes compteurs, 100 cm de long
1	575 471	Compteur S

#### Câble pour tubes compteurs, 100 cm de long

Pour raccorder les tubes compteurs (559 00) au compteur d'impulsions à haute tension intégrée. Câble blindé avec fiche et douille (Amphéno-Tuchel T 3162/1).

559 07 Câble pour tubes compteurs, 100 cm de long



### Tube compteur à grande surface sensible

Tube compteur Geiger-Müller à grande surface active pour la mesure et l'enregistrement à haute sensibilité de sources radioactives très faibles ; convient particulièrement bien pour les travaux pratiques avec des sources radioactives faibles.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 500 V
- Diamètre efficace : 44 mm
- Connexion : connecteur coaxial
- Assignation des masses : 1,5 ... 2 mg/cm<sup>2</sup>



559 012	Tube compteur à grande surface sensible
---------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	575 471	Compteur S
1	524 018*	Pocket-CASSY 2 Bluetooth
1	524 033*	Adaptateur GM
1	524 220*	CASSY Lab 2

\* alternative

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	559 013	Support de tube compteur

### Support de tube compteur

Support pour tube compteur à grande surface sensible (559 012) permettant de réaliser des expériences sur le blindage, la loi de la distance, etc..

559 013	Support de tube compteur
---------	--------------------------



### Tube compteur GM S

Tube compteur Geiger-Müller autoextincteur avec une très fine fenêtre en mica pour la mesure du rayonnement radioactif avec CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou l'instrument de mesure universel Physique (531 835).

Caractéristiques techniques :

- Charge de gaz : néon, argon, halogène
- Tension de service moyenne : 500 V
- Temps mort : 100  $\mu$ s env.
- Longévité : > 10<sup>10</sup> impulsions
- Bruit de fond du palier : env. 0,2 impulsions/s (pour un blindage avec 50 mm de Pb et 3 mm d'Al)
- Sensibilité au rayonnement  $\gamma$  : env. 1 %
- Fenêtre : 9 mm  $\varnothing$
- Assignation des masses : 1,5 ... 2 mg/cm<sup>2</sup>
- Dimensions du tube compteur : 75 mm x 24 mm  $\varnothing$
- Longueur du câble : env. 50 cm entre tube compteur et connecteur adaptateur CASSY

524 0331	Tube compteur GM S
----------	--------------------





### 6.9.4 Compteurs

#### Compteur S

S'utilise en travaux pratiques pour compter les impulsions de tubes compteurs, les taux d'impulsions ou tout autre signal électrique, ainsi que pour mesurer le temps ou la fréquence. Avec affichage à LED de 5 chiffres, haut-parleur interne, entrée tube compteur avec alimentation haute tension intégrée, 2 entrées barrières lumineuses ; commande par touches.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LED, 5 chiffres
- Gammes de mesure :  
Fréquence : 0 ... 99999 Hz  
Temps : 0 ... 99,999 ms, 0 ... 99999 s
- Temps de porte pour tube compteur : définis 10/60/100 s ; sélectionnables jusqu'à 9999 s
- Tension de tube compteur intégrée : 500 V
- Entrées et sorties :  
Entrée tube compteur : douille coaxiale  
Entrées ou sortie d'impulsions : douilles de sécurité de 4 mm  
Entrées barrières lumineuses : douilles DIN hexapolaires
- Alimentation : 12 V CA/CC par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 20,7 cm x 13 cm x 4,5 cm
- Masse : 0,4 kg

575 471 | Compteur S



#### Compteur P

S'utilise en travaux pratiques pour compter les impulsions d'un tube compteur, les taux d'impulsions ou tout autre signal électrique ainsi que mesurer le temps et la fréquence. Avec affichage à LED de 5 chiffres, haut-parleur interne, entrée spéciale tube compteur avec alimentation haute tension intégrée, 2 entrées barrières lumineuses et une mémoire capable d'enregistrer jusqu'à 6 temps (par ex. pour des expériences sur l'étude des chocs) ; l'appareil calcule aussi les vitesses et l'accélération ; commande par touches.

Caractéristiques techniques :

- Affichage : LED, 5 chiffres
- Gammes de mesure :  
- Fréquence : 0 ... 99999 Hz, 0 ... 999,99 kHz  
- Temps : 0 ... 99,999 ms, 0 ... 99999 s  
- Évènements : 0 ... 99999 Impulsions
- Temps de porte pour tube compteur : fixes 10/60/100 s ; sélectionnables jusqu'à 9999 s
- Mémoire : 6 temps
- Calculatrice : détermination des vitesses et de l'accélération à partir des temps mémorisés
- Tension intégrée du tube compteur : 500 V
- Entrées et sorties :  
- Entrée du tube compteur : douille coaxiale  
- Entrée de la fréquence : BNC  
- Entrées ou sortie d'impulsions : douilles de sécurité de 4 mm  
- Entrées barrières lumineuses : douilles DIN hexapolaires
- Alimentation : 12 V CA/CC par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 30,3 cm x 23 cm x 14,3 cm
- Masse : 1,35 kg

575 451 | Compteur P



#### Compteur numérique

Appareil de mesure universel pour la démonstration du comptage des impulsions et de la mesure du taux, de la fréquence, de la période et du temps. Avec port série pour le raccordement à un ordinateur (livré avec logiciel Windows).

Caractéristiques techniques :

- Raccord direct du tube compteur avec haute tension réglable (0 ... 640 V)
- Entrée BNC (1 M $\Omega$ ) pour des mesures du taux, de la fréquence ou de la période (fréquence jusqu'à 2 MHz) avec seuil de déclenchement réglable (0,1 ... 5 V) et couplage sélectionnable (CC ou CA)
- Entrée microphone (douille à cliquet de 3,5 mm)
- 2 entrées barrières lumineuses (aussi sur douilles de 4 mm) pour des mesures simultanées de la fréquence, de la période ou du temps (résolution 1  $\mu$ s, flancs sélectionnables)
- Sortie de tension séparée (5 V/200 mA)
- Sortie enregistreur pour les mesures du taux à l'entrée A
- Haut-parleur intégré (activable et désactivable)
- Le relais commute en synchronisation avec le lancement d'une mesure
- Mémoire pour max. 2000 valeurs mesurées
- Port série (RS 232) pour le raccordement à un ordinateur
- Logiciel de mesure et d'exploitation pour Windows 2000/XP/7



# 6.10 RADIOACTIVITÉ

## 6.10.1 SOURCES RADIOACTIVES

- Affichage à LED de 5 chiffres de 25 mm de haut
- Compteur de mémoire à 2 chiffres de 12 mm de haut
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- 2 champs d'affichage pour le flanc sélectionné et le mode de fonctionnement
- Puissance absorbée : env. 40 VA
- Dimensions : 30 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : 2,9 kg

Matériel livré :

- Compteur numérique
- Câble série
- Logiciel d'exploitation

575 48	Compteur numérique
--------	--------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 004	Adaptateur USB – série

## 6.10 Radioactivité

### 6.10.1 Sources radioactives

Substances radioactives

Les substances radioactives sont réglementées en Allemagne par l'Ordonnance sur la radioprotection (« Strahlenschutzverordnung », StrlSchV). Celle-ci en définit les conditions d'utilisation et d'acquisition. Veuillez également tenir compte d'éventuelles restrictions nationales imposées par les autorités de contrôle de votre pays de résidence.  
*Note : ces sources radioactives ne sont pas commercialisées en France.*

#### Armoire de rangement pour substances radioactives

Sert au stockage des substances radioactives dans un lieu de rangement répondant aux prescriptions de sécurité en vigueur à l'échelle internationale. Est considéré comme lieu de rangement, tout local dont l'accès est en principe limité annuellement à 500 heures maximum. L'irradiation ne présentant plus aucun danger à une distance de 2 m (irradiation  $<0,3 \text{ mSv a}^{-1}$ ), la meilleure protection consiste tout simplement à se tenir à l'écart du lieu de rangement des substances radioactives.

Caractéristiques techniques :

- Tôle d'acier laquée
- Agencement intérieur : 1 rayonnage
- Serrure de sécurité selon DIN 25422 avec 2 clés
- Dimensions : 31 cm x 35 cm x 15 cm
- Masse : 5 kg

546 56	Armoire de rangement pour substances radioactives
--------	---

#### Préparation de radium 226, 5 kBq

Préparation à valeur limite\* ; dans support particulièrement grand pour faciliter la manipulation par des utilisateurs inexpérimentés (par ex. pour les travaux pratiques).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 5 kBq
- Isotope :  $^{226}\text{Ra}$
- Rayons :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$
- Protégée contre tout contact dans un cylindre creux, sur tige métallique, 7 cm x 1 cm  $\varnothing$ , avec broche de 4 mm
- Récipient : verre avec couvercle à visser ; 10,5 cm x 5 cm  $\varnothing$

559 435	Préparation de radium 226, 5 kBq
---------	----------------------------------

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



### Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq

Préparation à valeur limite\* ; montée sur aiguille pour la fixation dans la chambre de Wilson selon Schürholz (559 57) ; convient également pour des expériences de base avec le compteur Geiger (546 282) et les tubes compteurs (559 00/01).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 5 kBq
- Isotope :  $^{226}\text{Ra}$
- Rayons :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$
- Protégée contre tout contact dans un cylindre creux ; sur aiguille
- Longueur totale de la préparation : 3 cm
- Récipient : verre avec couvercle à bouchon ; 5 cm x 4,5 cm  $\varnothing$

559 595 | Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



### Préparation d'uranium 238/235, 0,2 kBq

Préparation à valeur limite\* ; dans support particulièrement grand pour faciliter la manipulation par des utilisateurs inexpérimentés (par ex. pour les travaux pratiques).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 0,2 kBq
- Préparation : mélange 238U/235U scellé dans verre
- Rayons :  $\beta$ ,  $\gamma$
- Sur tige métallique, 9 cm x 1 cm  $\varnothing$

559 460 | Préparation d'uranium 238/235, 0,2 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



### Préparation d'américium 241, 74 kBq

Préparation homologuée pour étudier l'analyse énergétique avec le détecteur semiconducteur (559 921) ou le compteur à scintillation (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 74 kBq
- Isotope :  $^{241}\text{Am}$
- Rayons : prédominants  $\alpha$  +  $\gamma$
- Préparation protégée contre tout contact dans un support métallique
- 85 mm x 12 mm  $\varnothing$
- Conservation : dans récipient en aluminium de 5,5 cm x 3 cm  $\varnothing$
- Homologation : BfS 01/10StrlSchV

559 821 | Préparation d'américium 241, 74 kBq

### Préparation d'américium 241, non scellée, 3,7 kBq

Préparation à valeur limite\* non scellée pour des expériences avec des rayons  $\alpha$  notamment dans le cadre de la spectroscopie.

La préparation d'américium 241 n'est pas couverte, ce qui évite des faiblesses et des pertes d'énergie. La résolution de la structure fine est possible avec le préamplificateur de discriminateur (559 931).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 3,7 kBq
- Isotope :  $^{241}\text{Am}$
- Rayons :  $\alpha$ ,  $\gamma$
- Émetteur protégé contre tout contact dans un support de 85 mm x 12 mm  $\varnothing$
- Fixation au moyen d'un filetage M5.

559 825 | Préparation d'américium 241, non scellée, 3,7 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.





### Préparations, jeu de 3

Jeu de 3 préparations homologuées pour des expériences plus complexes sur l'analyse énergétique avec le détecteur semi-conducteur (559 921) ou le compteur à scintillation (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Préparation  $^{241}\text{Am}$ , 74 kBq : essentiellement  $\alpha + \gamma$
- Préparation  $^{90}\text{Sr}$ , 45 kBq :  $\beta$
- Préparation  $^{137}\text{Cs}$ , 74 kBq :  $\beta, \gamma$
- Chaque préparation est protégée contre tout contact dans un support métallique de 85 mm x 12 mm  $\emptyset$ .
- Chacune d'elles est conservée dans un récipient en aluminium de 6 cm x 3 cm  $\emptyset$ .
- Homologation : BFS 01/10StrlSchV

559 835 | Préparations, jeu de 3

### Mélange de radionucléides $\alpha, \beta, \gamma$

Préparation homologuée pour l'étude des propriétés relatives aux rayons radioactifs, pour les analyses énergétiques avec le détecteur semi-conducteur (559 921) et le compteur à scintillation (559 901) ainsi que pour les travaux pratiques.

Caractéristiques techniques :

- Rayons  $\alpha, \beta, \gamma$  de plusieurs isotopes dans un support
- $^{137}\text{Cs}$ , 74 kBq
- $^{241}\text{Am}$ , 4,4 kBq
- $^{90}\text{Sr}$ , 4,4 kBq
- Protégé contre tout contact dans un support métallique de 85 mm x 12 mm  $\emptyset$ .
- Conservation : dans un récipient en aluminium de 5,5 cm x 3 cm  $\emptyset$
- Homologation : BfS 01/10 StrlSchV

559 845 | Mélange de radionucléides  $\alpha, \beta, \gamma$

### Préparation de cobalt 60, 74 kBq

Préparation à valeur limite\* pour étudier les propriétés du rayonnement radioactif, notamment pour des expériences plus complexes sur l'analyse énergétique avec le détecteur semi-conducteur (559 921) et le compteur à scintillation (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 74 kBq
- Isotope :  $^{60}\text{Co}$
- Rayons :  $\beta, \gamma$
- Protégée contre tout contact dans un support métallique de 85 mm x 12 mm  $\emptyset$
- Conservation : dans un récipient en aluminium 5,5 cm x 3 cm  $\emptyset$

559 855 | Préparation de cobalt 60, 74 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.

### Préparation de sodium 22, 74 kBq

Préparation à valeur limite\* pour étudier les propriétés du rayonnement radioactif, notamment pour des expériences plus complexes sur l'analyse énergétique avec le détecteur semi-conducteur (559 921) et le compteur à scintillation (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Activité : 74 kBq
- Isotope :  $^{22}\text{Na}$
- Rayons :  $\beta+, \gamma$ , notamment de la destruction des positrons
- Protégée contre tout contact dans un support métallique de 85 mm x 12 mm  $\emptyset$
- Conservation : dans un support en aluminium 5,5 cm x 3 cm  $\emptyset$

559 865 | Préparation de sodium 22, 74 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



## Préparation d'étalonnage de césium 137, 5 kBq

Préparation à valeur limite\* scellée avec activité mesurée, pour l'étalonnage d'un poste de mesure par exemple pour des échantillons d'environnement en géométrie de référence. Vu que l'activité de la préparation est répartie de façon homogène sur la totalité du volume du bécquer de Marinelli pour une densité de 1 g/cm<sup>3</sup>, la préparation d'étalonnage convient également pour la détermination de l'activité d'échantillons aqueux ; livrée avec récipient protecteur et certificat d'étalonnage d'une précision de ± 10 %.

Caractéristiques techniques :

- Activité : 5 kBq
- Isotope : 137Cs
- Rayons :  $\gamma$
- Dimensions : 15 cm x 16 cm  $\varnothing$
- Masse : 1,5 kg

559 885 Préparation d'étalonnage de césium 137, 5 kBq

\* Conformément à l'Ordonnance allemande sur la radioprotection (StrlSchV), l'utilisation d'une préparation à valeur limite de dose ne requiert en principe aucune autorisation. Les établissements d'enseignement doivent toutefois contacter les autorités compétentes de leur pays pour savoir s'il importe de respecter tout autre règlement en vigueur.



## Préparation de césium 137, 3,7 MBq

Émetteur  $\gamma$  de césium 137\* assez puissant avec homologation, pour des expériences sur l'analyse énergétique ; vu que la préparation a la particularité d'être une source à un seul pic d'énergie moyenne (662 keV) et de forme quasi-ponctuelle (diamètre de la sphère active d'env. 1 mm), elle convient particulièrement bien pour des expériences sur l'effet Compton. Livrée avec récipient protecteur.

Caractéristiques techniques :

- Activité : 3,7 MBq
- Isotope : 137Cs
- Rayons :  $\gamma$
- Dimensions du coffret de rangement : 10 cm x 10 cm x 8 cm
- Masse : 1 kg en raison du blindage de plomb

559 809 Préparation de césium 137, 3,7 MBq

\*L'achat et l'utilisation de cette préparation nécessitent probablement une autorisation à demander auprès des autorités compétentes.



## Générateur de radio-isotopes 137mCs/Ba, 370 kBq

Préparation de césium 137 non scellée\* pour la fabrication répétée (500 à 1000 fois) d'une solution radioactive de Baryum 137m de courte vie pour l'étude de la désintégration radioactive et de la période radioactive.

Caractéristiques techniques :

- Activité : 370 kBq
- Isotope : 137Cs
- Rinçage du 137mBa possible
- Période radioactive : env. 2,6 min.
- Dimensions de la boîte de rangement : 20 cm x 7 cm x 15 cm
- Masse : 650 g

Matériel livré :

Livré avec une seringue dans une boîte de rangement.  
Solution d'éluion (250 ml) incluse (559 816).

559 8150Z Générateur de radio-isotopes 137mCs/Ba, 370 kBq

\*L'achat et l'utilisation de cette préparation nécessitent probablement une autorisation à demander auprès des autorités compétentes.



## Solution d'éluion

Solution saline pour le générateur de radio-isotopes 137mCs/Ba (559 8150Z), après consommation de la solution d'origine.

Caractéristiques techniques :

- Quantité : 250 ml

559 816 Solution d'éluion



### Préparation d'américium 241, 330 kBq

Émetteur de rayonnement plus fort\* pour expériences avec rayons  $\alpha$

- Déflexion dans le champ électrique et magnétique
- Détermination de la charge spécifique avec les chambres de déflexion pour rayons nucléaires (559 22)
- Analyse énergétique à l'aide du détecteur semi-conducteur (559 921)

Caractéristiques techniques :

- Activité : 330 kBq
- Isotope : 241Am
- Rayons :  $\alpha$ ; ainsi que  $\gamma$  et électrons de conversion
- Frittée dans un film en métal précieux
- Couvert d'un film d'or (0,003 mm)
- Protégé contre tout contact dans support métallique de 5 cm x 10 mm  $\varnothing$  avec broche de 4 mm
- Récipient : verre avec couvercle à visser ; 9,5 cm x 8 cm  $\varnothing$

559 820Z Préparation d'américium 241, 330 kBq

\*L'achat et l'utilisation de cette préparation nécessitent probablement une autorisation à demander auprès des autorités compétentes.



### 6.10.2 Propriété du rayonnement radioactif

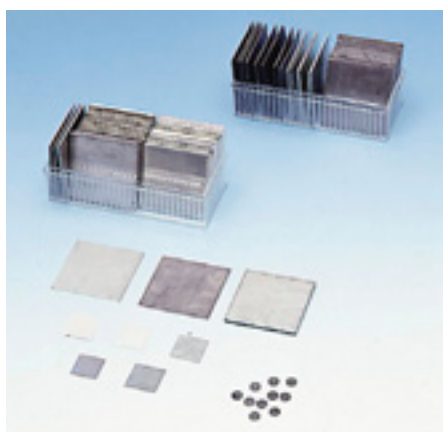
#### Collimateur avec pastilles d'absorption

Permet de fixer des préparations radioactives sur une tige de 4 mm, de concentrer le faisceau de rayons ainsi que de l'atténuer par des absorbeurs d'aluminium et de plomb d'épaisseur variable. Avec deux perçages de 4 mm, diaphragme et capuchon servant de support pour diaphragme et absorbeur. Livré avec 40 pastilles d'absorption.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur des pastilles d'absorption :  
Aluminium : 0,02/0,1/1,0 mm (10 pastilles de chaque)  
Plomb : 1,0 mm (10 pastilles)
- Diamètre des pastilles : 1 cm
- Collimateur :  
Diamètre du diaphragme : 6 mm  
Dimensions : 10 cm x 1,2 cm  $\varnothing$

559 18 Collimateur avec pastilles d'absorption



#### Jeu d'absorbeurs et de cibles

Comprend des plaquettes et des feuilles métalliques pour des expériences sur l'absorption de radiations radioactives et sur la radiation fluorescente. Livré avec deux boîtes de rangement transparentes.

Matériel livré :

- 9 aluminium (70 mm x 70 mm x 5 mm)
- 5 aluminium (70 mm x 70 mm x 1 mm)
- 2 aluminium (70 mm x 70 mm x 0,5 mm)
- 9 fer (70 mm x 70 mm x 5 mm)
- 5 fer (70 mm x 70 mm x 1 mm)
- 9 plomb (70 mm x 70 mm x 5 mm)
- 10 plomb (70 mm x 70 mm x 1 mm)
- 10 plomb (10 mm  $\varnothing$  x 1 mm)
- 2 molybdène (30 mm x 30 mm x 0,1 mm)
- 2 argent (25 mm x 25 mm x 0,1 mm)
- 1 tantale (25 mm x 25 mm x 0,1 mm)

559 94 Jeu d'absorbeurs et de cibles



#### Support orientable pour tube compteur à fenêtre

Permet la fixation orientable du tube compteur (559 01) dans le champ d'un électro-aimant pour des études sur le comportement des rayons  $\beta$  et  $\gamma$  dans un champ magnétique. Peut être monté sur la pièce polaire perforée (de 560 31). Avec échelle angulaire et accessoires pour le montage.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire :  $\pm 40^\circ$ , graduée en degré

559 23 Support orientable pour tube compteur à fenêtre

## Chambres de déflexion pour rayons nucléaires

Pour l'étude quantitative de l'influence des champs électriques et magnétiques sur la trajectoire des particules  $\alpha$  et  $\beta$ , pour l'analyse de la vitesse (filtre de Wien) ainsi que pour la détermination de la polarité de charge et de la charge spécifique. Chambres dans lesquelles il est possible de faire le vide et de placer des préparations radioactives dont le rayonnement parvient au tube compteur par le biais d'une fenêtre extrêmement mince.

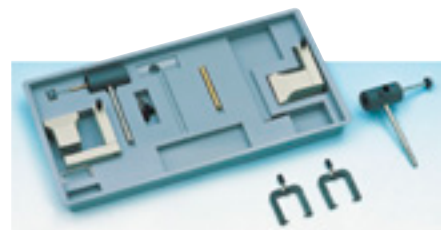
Caractéristiques techniques :

- Paire de plaques :  
Écartement des plaques : 0,9 mm  
Longueur des plaques : 65 mm  
Raccordement : 0 ... 3 kV  
par douilles de sécurité de 4 mm
- Fentes décalées :  
Largeur des fentes : 0,5 mm  
Écartement des diaphragmes à fente : 32,5 mm  
Décalage des fentes en partant du centre : 0,5 mm  
Rayon de la trajectoire résultant : 1,05 m
- Épaisseur de la fenêtre pour le passage du rayon : 3,5  $\mu\text{m}$
- Perçage pour la préparation : 10 mm (pas 12 mm)
- Raccord permettant de faire le vide : embout de 8 mm
- Vide requis : env.  $4 \times 10^{-2}$  mbar
- Intensités de champ requises :  
pour les rayons  $\alpha$  : 0 ... 0,4 T  
pour les rayons  $\beta$  : 0 ... 0,03 T
- Longueur totale des chambres : env. 15 cm

Matériel livré :

- 1 Chambre de déflexion avec deux plaques
- 1 Chambre de déflexion avec fentes décalées

559 22 Chambres de déflexion pour rayons nucléaires



## Diffusion de Rutherford

Rutherford, Geiger et Marsden confirmèrent par une des expériences aux conséquences les plus importantes de toute la physique, qu'un atome est «principalement vide». Ils ont fait incidre un faisceau de particules  $\alpha$  sur une feuille d'or très fine. Ils constatèrent alors que la plupart des particules traversent la feuille d'or presque sans déviation et que seule une petite minorité est déviée de façon plus importante. Ils en conclurent que les atomes sont constitués d'une couche externe étendue presque sans masse et d'un noyau pratiquement ponctuel.

## Diffusion de Rutherford : mesure du taux de diffusion en fonction de l'angle de diffusion et du numéro atomique

Au cours de l'expérience P6.5.2.1, on reproduit dans une chambre à vide l'observation d'une préparation radioactive d'américium 241. On mesure le taux de diffusion  $N(\vartheta)$  des particules  $\alpha$  à l'aide d'un tube compteur Geiger-Müller, en fonction de l'angle de diffusion  $\vartheta$ . Pour la diffusion, on dispose d'une feuille d'or ( $Z = 80$ ) et d'une feuille d'aluminium ( $Z = 13$ ). La relation

$$N(\vartheta) \sim \frac{1}{\sin^4 \frac{\vartheta}{2}} \quad \text{et} \quad N(\vartheta) \sim Z^2$$

est confirmée pour le taux de diffusion.

## Chambre à diffusion de Rutherford

Chambre à vide cylindrique permettant la démonstration qualitative et quantitative de la diffusion de particules alpha sur de minces feuilles métalliques. Convient également pour les expériences se rapportant à la spectroscopie alpha. Avec passage tournant autour de l'axe pour modifier la position de la préparation et du support de feuilles et muni d'une échelle angulaire pour un réglage précis. Détecteur de particules alpha fixé à la paroi intérieure du boîtier par fiche BNC. Passage tournant supplémentaire pour modifier la position d'une autre feuille dans la trajectoire des particules. Couvercle et fond de la chambre en verre acrylique si bien que la chambre à diffusion convient aussi à la rétroprojection.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire (plage de pivotement) :  
- 150° ... 0° ... + 150°, graduée tous les 5°
- Raccordement du tuyau à vide : 9 mm  $\varnothing$
- Raccordement de mesure : douille BNC
- Dimensions : 12 cm x 19 cm  $\varnothing$
- Masse : 1,8 kg

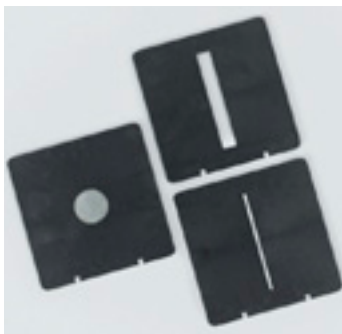


## 6.10 RADIOACTIVITÉ

### 6.10.2 PROPRIÉTÉ DU RAYONNEMENT RADIOACTIF

Matériel livré :

- Chambre à vide
- Détecteur de particules alpha avec diaphragme à fente amovible de 2 mm (559 921)
- Diaphragme à fente de 1 mm
- Diaphragme à fente de 5 mm
- Feuille d'or dans monture (559 54)



559 56 | Chambre à diffusion de Rutherford

#### Feuille d'aluminium dans monture

Pour des expériences sur la diffusion de Rutherford. Feuille montée sur diaphragme en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur de la feuille : 8  $\mu\text{m}$
- Diamètre de l'ouverture du diaphragme : 12 mm
- Dimensions (du cadre) : 50 mm x 50 mm

559 52 | Feuille d'aluminium dans monture



#### Feuille d'or dans monture

Pour des expériences sur la diffusion de Rutherford. Feuille montée sur diaphragme en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur de la feuille : 2  $\mu\text{m}$
- Diamètre de l'ouverture du diaphragme : 12 mm
- Dimensions (du cadre) : 50 mm x 50 mm

559 54 | Feuille d'or dans monture

### 6.10.3 Système d'expérimentation Radioactivité

#### Collection RAD 1 Science Kit Advanced

Pour 1 groupe de travail avec tout le matériel nécessaire pour réaliser des expériences sur la radioactivité, dans boîte de rangement.

Matériel livré :

- 1 plaque d'expérimentation RAD
- 1 support pour tube compteur et support pour préparation
- 1 boîte de rangement
- 1 jeu de 8 plaques en plomb
- 1 jeu de 3 diaphragmes en plomb
- 1 cadre et jeu de plaques (4 x Al, 2 x Fe, 1 Zn, 2 x plastique)
- 1 jeu de 2 plaques en plomb (laquée/recouverte)
- 1 feuille d'acétate 300 x 300 mm
- 1 jeu de 3 pinces
- 1 jeu de 2 aimants ronds dans support
- 1 tube en plastique avec capuchons et support
- 2 ballons de baudruche
- 1 boîte de cendres de noix du Brésil
- 1 flacon de sulfate de potassium, 50 g
- 1 jeu de 2 plaques d'appui
- 1 flacon de grenaille de plomb, 100 g
- 1 jeu de 10 sachets plastique
- 1 maquette de source radioactive
- 1 jeu de 2 goupilles de fixation pour aimant

588 855S | Collection RAD 1 Science Kit Advanced



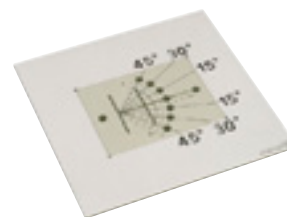
### Support pour plaques d'expérimentation RAD avec plaque d'expérimentation

À fixer entre deux rails profilés du cadre de démonstration et d'expérimentation (301 300), par exemple, ou dans une paire d'embases (301 339).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 30 cm

301 322 Support pour plaques d'expérimentation RAD avec plaque d'expérimentation



### LIT : Science Kit Advanced Radioactivité 6.1, anglais

32 descriptions d'expériences à réaliser avec la collection Science Kit Advanced RAD 1 et le compteur S, 145 pages, format A4, feuilles pour l'enseignant et feuilles à photocopier pour les élèves dans classeur et sur CD avec des fichiers au format PDF.

Sujets traités :

- Compteur Geiger-Müller
- Préparation de radium 226
- Statistique
- Types de rayons
- Applications techniques

588 48EN LIT : Science Kit Advanced Radioactivité 6.1, anglais



## 6.11 Analyse de l'énergie

### 6.11.1 Analyse en multicanaux de la hauteur d'impulsion

#### Adaptateur AMC

L'adaptateur AMC fait partie du système CASSY ; utilisé avec des détecteurs appropriés (scintillateurs NaJ(Tl), détecteurs semiconducteurs au silicium, par exemple) et en association avec le Sensor-CASSY (524 013) ou le Pocket-CASSY (524 006, 524 018), CASSY Lab (524 220) et un ordinateur, il joue le rôle d'un analyseur d'impulsions multicanal pour le relevé simple et rapide des spectres de différents produits de désintégration radioactive. Dans le cas des détecteurs, le mécanisme d'interaction, par opposition aux compteurs Geiger-Müller, produit des impulsions électriques de différentes amplitudes qui sont proportionnelles aux pertes d'énergie dans le détecteur. Ces impulsions sont converties en valeurs numériques équivalentes et placées par le Sensor-CASSY dans les canaux correspondants. On obtient ainsi un spectre d'énergie qui montre la distribution en fréquence du rayonnement radioactif détecté en fonction de l'énergie. Un analyseur multicanal se distingue par conséquent nettement d'un analyseur monocanal qui, muni de son unique fenêtre (canal), doit peu à peu balayer la totalité du spectre et ne convient donc pas pour les faibles activités. L'adaptateur AMC est pourvu d'une entrée BNC à laquelle il est possible de raccorder des détecteurs externes tels que par ex. un scintillateur NaJ (559 901) avec module de sortie du détecteur (559 912) ou un détecteur semiconducteur (559 921) ou de (559 56) avec discriminateur-préamplificateur (559 931). Son signal de sortie analogique peut en outre être prélevé via un élément en T, BNC (501 091) et visualisé sur un oscilloscope. Pour d'autres détecteurs, la polarité des signaux d'entrée et la hauteur des impulsions peuvent être adaptées. L'alimentation en tension pour le discriminateur-préamplificateur (559 931) et le module de sortie du détecteur (559 912) peut être assurée par l'adaptateur AMC via une douille multiple. Le module de sortie du détecteur (559 912) permet une mesure de l'alimentation haute tension aux bornes du détecteur.

Les scintillateurs NaJ conviennent particulièrement bien pour les rayonnements  $\gamma$  et  $\beta$ , les détecteurs semiconducteurs au silicium pour les rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$ . Pour des mesures sur des sources radioactives très faibles (par ex. champignons à charge radioactive de césium 137), le compteur à scintillations (559 901) et le module de sortie du détecteur (559 912) sont protégés contre la radioactivité naturelle de l'environnement par l'écran scintillateur (au plomb) (559 89) avec socle (559 891).

L'utilisation de deux adaptateurs AMC et de deux détecteurs permet d'effectuer des mesures de la coïncidence et de l'anticoincidence. Ces mesures permettent, par exemple, de montrer la corrélation spatiale et temporelle des deux particules  $\gamma$  lors de la destruction des positrons dans une source de  $^{22}\text{Na}$ .

Les anciens modules de sortie du détecteur (559 91) et (559 911) s'utilisent sans aucun problème avec l'adaptateur AMC ; leur seul inconvénient est de ne pas permettre la mesure de la haute tension et de ne pas convenir pour le socle de l'écran scintillateur (559 891).

Le logiciel CASSY Lab (524 220) permet l'acquisition de valeurs (mesure de la haute tension incluse) ainsi que leur représentation et leur exploitation. L'étalonnage énergétique est effectué avec une ou deux énergies connues et peut être réalisé individuellement pour chacune des courbes ou bien pour plusieurs spectres. Pour l'exploitation, il est entre autres possible de procéder à une intégration de sections de spectres quelconques (par ex. du pic photoélectrique), à une adaptation de courbes de Gauß, à l'addition et à la soustraction de spectres.

Caractéristiques techniques :

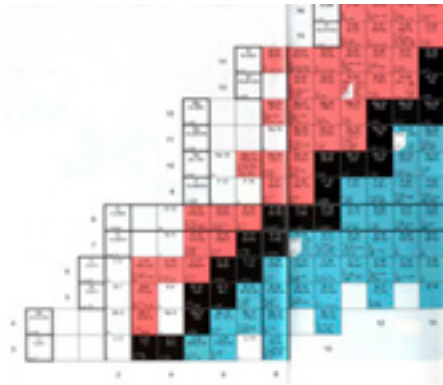
- Résolution : 256 ... 2048 canaux (8 ... 11 bits) par spectre
- Profondeur de mémoire :  $2 \times 10^9$  événements par canal (31 bits)
- Temps mort : env. 60  $\mu\text{s}$
- Linéarité d'énergie :  $< 3 \%$  de la valeur finale
- Fenêtre de coïncidence : 4  $\mu\text{s}$
- Puissance limite admissible pour capteurs externes : 0,5 V ... 5 V suivant l'ajustage de l'atténuateur, positif ou négatif. Atténuateur interne et polarité ajustable par logiciel.
- Mesure de la haute tension jusqu'à 1,5 kV en association avec le module de sortie du détecteur (559 912)
- Dimensions : 92 mm x 92 mm x 30 mm

524 058 Adaptateur AMC



## 6.11 ANALYSE DE L'ÉNERGIE

### 6.11.2 SPECTROSCOPIE $\beta$ ET $\gamma$



#### Carte des nucléides

Au format A0 ; comprend pour l'ensemble des 112 éléments actuellement connus plus de 2700 isotopes naturels et artificiels répertoriés avec leur période radioactive et leur type de désintégration ainsi que les énergies des principales particules émises.

667 7061 Carte des nucléides

#### LIT : Carte des nucléides, brochure

24 pages, A4, avec carte pliante insérée et explications exhaustives sur l'utilisation de la carte des nucléides ; en allemand, anglais, français et espagnol.

667 7063 LIT : Carte des nucléides, brochure

## 6.11.2 Spectroscopie $\beta$ et $\gamma$

### Spectroscopie $\gamma$

Les représentations de spectres  $\gamma$  prises à l'aide du compteur à scintillations permettent une identification de différents nucléides et donnent des informations fondamentales sur la physique nucléaire et les interactions du rayonnement  $\gamma$  avec la matière, à l'exemple de la diffusion Compton ou de l'effet photo-électrique.

### Mise en évidence du rayonnement $\gamma$ avec un compteur à scintillations

Durant l'expérience P6.5.5.1, on étudie les impulsions de sortie du compteur à scintillation avec l'oscilloscope et l'adaptateur AMC CASSY. On identifie le pic d'absorption général et la diffusion Compton dans la répartition des hauteurs d'impulsions produite par rayonnement  $\gamma$  monoénergétique.

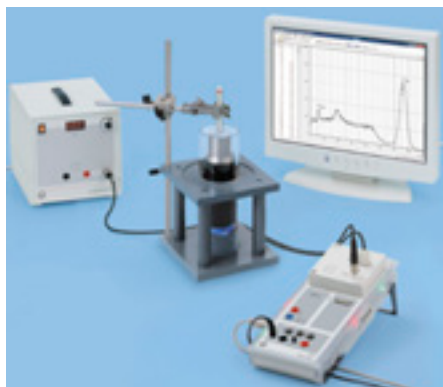
### Compteur à scintillation

Pour mettre en évidence les rayonnements  $\beta$ ,  $\gamma$  et la fluorescence X ainsi que pour mesurer leurs énergies quantiques. Cristal d'iodure de sodium, dopé au thallium ; recouvert d'une fine couche d'aluminium pour la protection contre la lumière extérieure. Scintillateur fixé sur un photomultiplicateur blindé contre les champs magnétiques parasites.

Caractéristiques techniques :

- Scintillateur :  
Cristal : NaJ (Tl)  
Dimensions : 50,8 mm x 38,1 mm  $\emptyset$   
Couche protectrice en aluminium : 0,4 mm
- Multiplicateur d'électrons secondaires :  
Photocathode : bialcali  
Diamètre : 50,8 mm  
Sensibilité : 370 nm max.  
Rendement quantique : 22 %  
Nombre de dynodes : 10  
Matériau des dynodes :  $K_2CsSb$   
Tension de service moyenne : 800  $\pm$  200 V, stabilisée
- Énergie de rayonnement nécessaire :  
 $E_\gamma > 15$  keV  
 $E_\beta > 550$  keV
- Résolution : 7,5 % pour 662 keV
- Connexion : socle enfichable à 14 pôles
- Dimensions totales : 25 cm x 6 cm  $\emptyset$

559 901 Compteur à scintillation



### Module de sortie du détecteur

Pour le compteur à scintillation (559 901). Il se compose d'un diviseur de tension de valeur ohmique élevée pour alimenter les dynodes du multiplicateur d'électrons secondaires, d'un organe différentiel et d'un transformateur d'impédance. La hauteur d'impulsion est proportionnelle à l'énergie de rayonnement absorbée par le scintillateur. Diviseur de tension pour la mesure de la haute tension. Avec trois câbles blindés solidaires (sortie du signal, raccordement haute tension et très basse tension).

Caractéristiques techniques :

- Diviseur de tension pour le multiplicateur d'électrons secondaires  
Résistance totale : 6,75 M $\Omega$   
Résistance de charge : 100 k $\Omega$
- Signaux de sortie  
Polarité : négative  
Temps de montée : environ 0,4  $\mu$ s  
Largeur : environ 4,5  $\mu$ s  
Amplitude max.: -7,5 V  
Amplitude standard: -0,05 ... -2 V
- Tensions requises  
Système des dynodes : + 1,5 kV maximum  
Transformateur d'impédance : -8 ... -15 V
- Connexions  
Compteur à scintillation : connecteur à 14 pôles  
Entrée de haute tension : prise haute tension unipolaire  
Entrée de très basse tension et mesure de la haute tension : connecteur multiple  
Sortie de signal : fiche BNC
- Câble de raccordement : 1,8 m
- Dimensions : 7 cm x 8 cm

559 912 Module de sortie du détecteur



### Alimentation haute tension 1,5 kV

Source de haute tension réglable en continu, avec potentiomètre 10 tours et affichage numérique intégré de la tension de sortie ; hautement stabilisée, pour l'alimentation du compteur à scintillation (559 901).

Caractéristiques techniques :

- Tension de sortie : 0 ... 1,5 kV, réglable en continu, par douille coaxiale haute tension ou douilles de sécurité de 4 mm
- Charge admissible : max. 1 mA
- Affichage de la tension : LED, 2 chiffres  $\frac{1}{2}$ , 12,5 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 11 VA
- Fusible : T 0,08
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Masse : env. 2,5 kg

521 68 Alimentation haute tension 1,5 kV



### Bécher de Marinelli

Réceptacle en géométrie de référence pour échantillons solides et liquides, utilisable avec le blindage du scintillateur (559 89). Le bécher de forme cylindrique autour du cristal du scintillateur permet une probabilité de détection élevée. S'utilise avec le blindage de manière à permettre également de mesurer des échantillons moins contaminés.

Caractéristiques techniques :

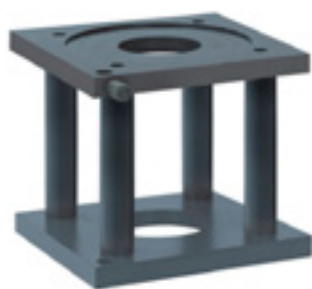
- Dimensions : 14 cm x 15 cm  $\emptyset$
- Évidement : 7,5 cm x 8 cm  $\emptyset$
- Capacité : env. 1 l
- Masse : 200 g

559 88 Bécher de Marinelli



## 6.11 ANALYSE DE L'ÉNERGIE

### 6.11.3 SPECTROSCOPIE $\alpha$ ET $\beta$



#### Blindage du scintillateur

Blindage contre le rayonnement ambiant du plomb de Boliden de faible activité. Permet de mesurer la radioactivité d'échantillons faiblement radioactifs par exemple dans le cadre de la protection de l'environnement. En raison de la réduction du bruit de fond, le temps de mesure est écourté.

Le blindage s'utilise avec le socle (559 891) et est conçu pour recevoir le bécher de Marinelli pour l'étude d'échantillons, même liquides.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 17 cm x 18 cm  $\varnothing$
- Épaisseur de paroi : 15 mm
- Masse : 20 kg

559 89 | Blindage du scintillateur

#### Socle pour le compteur à scintillation

Nécessaire comme support du blindage (559 89) pour l'utilisation d'un compteur à scintillation (559 901) avec module de sortie du détecteur (559 912). Livré avec tube en plexiglas pour la mise en place des absorbeurs (559 94).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 15 cm x 18 cm x 17 cm
- Masse : 1,6 kg

559 891 | Socle pour le compteur à scintillation

## 6.11.3 Spectroscopie $\alpha$ et $\beta$

### Spectroscopie $\alpha$

Jusqu'en 1930 environ, l'énergie de rayonnements  $\alpha$  était caractérisée par leur portée dans l'air. Par exemple, une particule  $\alpha$  de 5,3 MeV ( $^{210}\text{Po}$ ) a une portée de 3,84 cm. De nos jours, les spectres d'énergie  $\alpha$  peuvent être étudiés avec plus de précision grâce à des détecteurs semi-conducteurs. On trouve des raies discrètes qui correspondent à des niveaux d'excitation discrets des noyaux atomiques émetteurs.

### Spectroscopie $\alpha$ sur des échantillons radioactifs

Le relevé et la comparaison des spectres d'énergie  $\alpha$  des deux préparations radioactives standard de  $^{241}\text{Am}$  et de  $^{226}\text{Ra}$  font l'objet de l'expérience P6.5.4.1. On effectue les mesures dans une chambre à vide afin d'améliorer la précision des mesures.

### Détecteur semi-conducteur

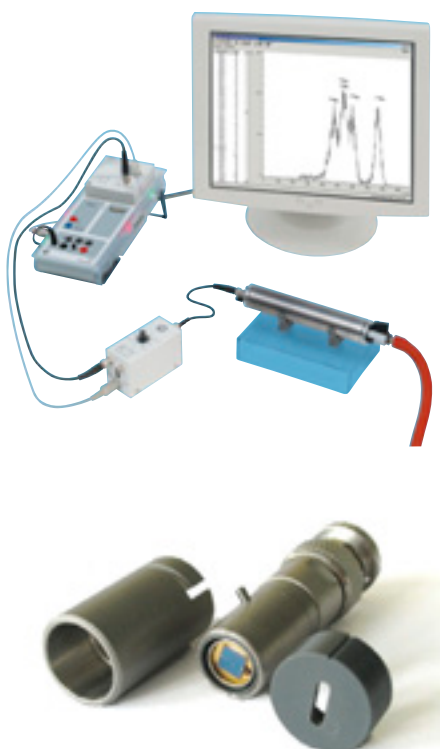
Pour la mise en évidence de rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$  (mesure de l'intensité) ainsi que pour l'enregistrement de spectres d'énergie  $\alpha$ . Photodiode au silicium « rapide » et de grande surface dont la couche diélectrique absorbe complètement les particules  $\alpha$  et partiellement les particules  $\beta$ .

L'amplitude des impulsions de sortie est proportionnelle à l'énergie des particules  $\alpha$ . Photodiode incorporée dans la prise BNC et protégée par un manchon métallique contre une incidence perturbatrice de la lumière. Avec diaphragme à fente pour une utilisation dans la chambre à diffusion de Rutherford.

Caractéristiques techniques :

- Surface active : 3,8 mm x 3,8 mm
- Fréquence limite : 1 MHz
- Tension initiale nécessaire : 8 V- ... 60 V-
- Dimensions : 4 cm x 1,2 cm  $\varnothing$

559 921 | Détecteur semi-conducteur



## Préamplificateur de discriminateur

À utiliser avec le détecteur semi-conducteur (559 921) et la chambre à diffusion de Rutherford (559 56). Pour l'alimentation en tension initiale ainsi que pour l'amplification et la préparation des impulsions de tension. Sortie analogique avec impulsions proportionnelles à l'énergie pour le raccordement de l'adaptateur AMC (524 058) pour des spectres d'énergie  $\alpha$ . Sortie numérique du discriminateur pour le prélèvement d'impulsions carrées fournies par des particules dont l'énergie se trouve au-delà d'un seuil réglable. Avec tige pour la fixation dans un support.

Caractéristiques techniques :

- Gain : env. 0,25 V/MeV pour les détecteurs Si
- Sortie analogique :  
polarité des impulsions : négative  
durée d'impulsion : env. 4,5  $\mu$ s
- Sortie numérique :  
polarité des impulsions : négative  
forme des impulsions : carrée  
durée d'impulsion : max. 4,5  $\mu$ s  
hauteur d'impulsion : 5 V
- Tension d'alimentation (non fournie) :  
 $\pm 12$  V CC (de 524 058, par ex.) : prise femelle multiple ou  
12 V CA (de 562 791) : fiche creuse  
Tension initiale : env. 12 V
- Raccords :  
Détecteur : douille BNC  
Sorties : douilles BNC
- Dimensions du boîtier : 10 cm x 5 cm x 7 cm

559 931 Préamplificateur de discriminateur



## Chambre à diffusion de Rutherford

Chambre à vide cylindrique permettant la démonstration qualitative et quantitative de la diffusion de particules alpha sur de minces feuilles métalliques. Convient également pour les expériences se rapportant à la spectroscopie alpha. Avec passage tournant autour de l'axe pour modifier la position de la préparation et du support de feuilles et muni d'une échelle angulaire pour un réglage précis. Détecteur de particules alpha fixé à la paroi intérieure du boîtier par fiche BNC. Passage tournant supplémentaire pour modifier la position d'une autre feuille dans la trajectoire des particules. Couvercle et fond de la chambre en verre acrylique si bien que la chambre à diffusion convient aussi à la rétroprojection.

Caractéristiques techniques :

- Échelle angulaire (plage de pivotement) :  
- 150° ... 0° ... + 150°, graduée tous les 5°
- Raccordement du tuyau à vide : 9 mm  $\varnothing$
- Raccordement de mesure : douille BNC
- Dimensions : 12 cm x 19 cm  $\varnothing$
- Masse : 1,8 kg

Matériel livré :

- Chambre à vide
- Détecteur de particules alpha avec diaphragme à fente amovible de 2 mm (559 921)
- Diaphragme à fente de 1 mm
- Diaphragme à fente de 5 mm
- Feuille d'or dans monture (559 54)

559 56 Chambre à diffusion de Rutherford



## Feuille d'aluminium dans monture

Pour des expériences sur la diffusion de Rutherford. Feuille montée sur diaphragme en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur de la feuille : 8  $\mu$ m
- Diamètre de l'ouverture du diaphragme : 12 mm
- Dimensions (du cadre) : 50 mm x 50 mm

559 52 Feuille d'aluminium dans monture



## 6.11 ANALYSE DE L'ÉNERGIE

### 6.11.3 SPECTROSCOPIE $\alpha$ ET $\beta$



#### Feuille d'or dans monture

Pour des expériences sur la diffusion de Rutherford. Feuille montée sur diaphragme en plastique.

Caractéristiques techniques :

- Épaisseur de la feuille : 2  $\mu\text{m}$
- Diamètre de l'ouverture du diaphragme : 12 mm
- Dimensions (du cadre) : 50 mm x 50 mm

559 54    Feuille d'or dans monture



#### Chambre de spectroscopie alpha

Pour mesurer les énergies des rayons alpha dans le vide.

Tube métallique pouvant être mis sous vide, bride avec connecteur BNC pour détecteur (559 921 ou de 559 56), bride avec support de préparation pour fiche de 4 mm et raccord pour pompe à vide.

À l'aide des adaptateurs fournis, il est possible d'utiliser les préparations suivantes avec une fiche de 4 mm, un filetage M5 ou un diamètre de 12 mm : 559 435, 559 821, 559 825, 559 835, 559 845.

Matériel livré :

Chambre de spectroscopie  
Adaptateur filetage M5 sur 4 mm  
Adaptateur pour préparations de 12 mm de diamètre  
2 rallonges de 4 mm pour varier la distance

559 565    Chambre de spectroscopie alpha



#### Feuille d'or et d'aluminium dans support

Feuille d'or et feuille d'aluminium pour expériences sur les pertes d'énergie des rayons alpha dans la matière.

Feuilles dans support à placer sur le détecteur semi-conducteur 559 921, par ex. dans la chambre de spectroscopie 559 565. Avec trous de ventilation latéraux.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre extérieur : 17 mm
- Diamètre intérieur : 14 mm
- Diamètre de la feuille : 8 mm
- Épaisseur de la feuille d'or : 2  $\mu\text{m}$
- Épaisseur de la feuille d'aluminium : 8  $\mu\text{m}$

559 521    Feuille d'or et d'aluminium dans support

## 6.11.4 Effet Compton

### Effet Compton

Dans le cas de l'effet Compton, un photon transmet par choc élastique une partie de son énergie  $E_0$  et de son impulsion

$$p_0 = \frac{E_0}{c}$$

$c$  : vitesse de la lumière dans le vide

à un électron libre. Ici, le théorème valable est celui de la conservation de l'énergie et de l'impulsion, tout comme en mécanique lors de la collision binaire. Énergie

$$E(\vartheta) = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m \cdot c^2} \cdot (1 - \cos \vartheta)}$$

$m$  : masse au repos de l'électron

et impulsion

$$p = \frac{E}{c}$$

du photon diffusé dépendent de l'angle de diffusion  $\vartheta$ . La section efficace dépendante de l'angle de diffusion est décrite par la formule de *Klein-Nishina* :

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{1}{2} \cdot r_0^2 \cdot \frac{p^2}{p_0^2} \cdot \left( \frac{p_0}{p} + \frac{p}{p_0} - \sin^2 \vartheta \right)$$

$r_0$  :  $2,5 \cdot 10^{-15}$  m : rayon classique d'un électron

### Observation quantitative de l'effet Compton

Durant l'expérience P6.5.6.1, on étudie la diffusion Compton de quanta  $\gamma$  d'énergie  $E_0 = 667$  keV sur les électrons quasiment libres d'un diffuseur en aluminium. Un compteur à scintillation calibré enregistre à chaque fois un spectre  $\gamma$  « avec » et « sans » diffuseur en aluminium, en fonction de l'angle de diffusion  $\vartheta$ . L'exploitation ultérieure s'appuie sur le pic d'absorption totale du spectre de différence. On obtient l'énergie  $E(\vartheta)$  d'après sa position. Son taux de comptage intégral  $M(\vartheta)$  est comparé avec la section efficace calculée.

### Collection Diffusion Compton

Pour étudier la variation des longueurs d'onde du rayonnement  $\gamma$  en fonction de l'angle de diffusion.

Le rayonnement  $\gamma$  de haute énergie de la préparation de Césium 137 (559 809) est diffusé par un corps en aluminium et la perte d'énergie variable suivant l'angle est visualisée à l'aide d'un compteur à scintillation (559 901), d'un module de sortie du détecteur (559 912) et de l'adaptateur AMC (524 058) sur un module CASSY (par ex. 524 013) et du logiciel CASSY Lab (524 220).

La courbe résultante de l'énergie résiduelle après la diffusion obéit à la théorie de Compton et permet de déterminer la masse au repos de l'objet qui diffuse.

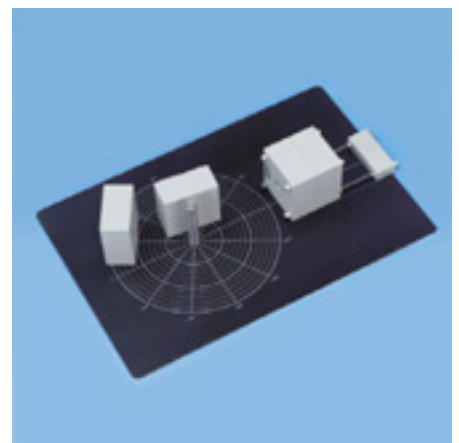
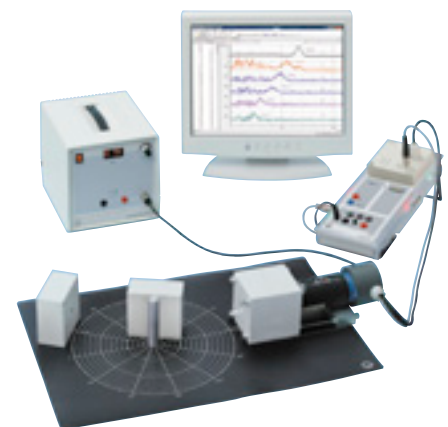
Caractéristiques techniques :

- Support pour préparation avec collimateur (10 cm x 10 cm x 8 cm)
- Support pour détecteur pour la réduction de l'angle d'ouverture du scintillateur (10 cm x 10 cm x 28 cm)
- Blindage de plomb (10 cm x 10 cm x 5 cm)
- Diffuseur en aluminium extra-pur (10 cm x 2 cm  $\varnothing$ )
- Platine graduée en degrés (40 cm x 60 cm)
- Masse totale : 20 kg

559 800 | Collection Diffusion Compton

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	521 68	Alimentation haute tension 1,5 kV
1	524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter
1	524 058	Adaptateur AMC
1	559 901	Compteur à scintillation
1	559 912	Module de sortie du détecteur





### 6.11.5 Coïncidence

#### Coïncidence et corrélation angulaire $\gamma$ - $\gamma$ lors de la désintégration de positrons

Dans l'expérience P6.5.5.6, on démontre la corrélation spatiale des deux quanta  $\gamma$  pour une désintégration du couple électron-positron. La conservation de l'impulsion exige l'émission des deux quanta dans un angle de  $180^\circ$ . La mesure sélective d'un spectre de coïncidence conduit à la suppression des raies non corrélées.

### 6.12 Documentation pédagogique

#### LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P6 – physique atomique et nucléaire, anglais

Classeur avec env. 80 descriptions d'expériences dans le domaine de la physique atomique et nucléaire, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 380 pages. En anglais.

Domaines :

- Expériences d'initiation
- Enveloppe électronique
- Rayonnement X
- Radioactivité
- Physique nucléaire
- Physique quantique

Avec interface conviviale permettant la visualisation la gestion aisée des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 316EN

LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P6 – physique atomique et nucléaire, anglais

Prérequis matériel :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques

#### CD : Document Center, TP de physique, en français

Avec plus de 400 descriptions d'expériences dans tous les domaines de la physique, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur. Les descriptions d'expériences sont en français et en anglais.

Domaines :

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Électronique
- Optique
- Physique atomique et nucléaire
- Physique des solides

Avec interface conviviale permettant la visualisation et la gestion aisée des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 310FR

CD : Document Center, TP de physique, en français

Prérequis matériel :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques



# PHYSIQUE DES SOLIDES

7.1 STRUCTURES CRISTALLINES

7.2 PHÉNOMÈNES DE CONDUCTION

7.3 DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

## 7.1 Structures cristallines

### 7.1.1 Microscope à émission de champ



#### Étude de la structure cristalline du tungstène avec un microscope à émission de champ

Dans l'expérience P7.1.1.1, on commence par purifier la pointe de tungstène en la chauffant jusqu'à incandescence. La structure produite sur l'écran luminescent après application du champ électrique correspond au réseau cubique centré du tungstène que l'on observe dans l'axe de zone [110] c'est-à-dire suivant la diagonale de l'une des faces du cube. Pour finir, on vaporise une très petite quantité de baryum dans le tube afin que des atomes de baryum précipitent individuellement sur la pointe de tungstène et produisent des points clairs sur l'écran luminescent. Il est même possible d'observer l'agitation thermique des atomes de baryum si on chauffe avec précaution la pointe de tungstène.

#### Microscope à émission de champ



D'après le Prof. Dr. E. W. Müller, pour montrer la diffusion thermique des atomes de baryum sur une pointe de tungstène monocristallin ainsi que pour observer des atomes isolés et leur mouvement d'agitation thermique. Permet une observation à fort grossissement. Malgré les hautes performances du microscope, sa construction reste très simple. Il s'utilise en cours pour étudier la structure atomique de la matière et même l'agitation thermique des atomes. L'appareil est constitué d'une ampoule en verre où règne un vide très poussé et au centre de laquelle se trouve une fine pointe de tungstène (monocristal) d'un rayon de courbure submicroscopique. Si on lui applique une haute tension, cette pointe émet des électrons. Le champ électrique non homogène entourant la pointe agit comme une lentille électronique de distance focale extrêmement courte. Il apparaît d'abord sur l'écran fluorescent une image formée de petites taches claires ou sombres, correspondant à la pointe d'un monocristal pur de tungstène. Les atomes de baryum amenés sur la pointe de tungstène apparaissent sous forme de taches claires car leur émission électronique est plus élevée que celle du cristal. Si on chauffe la pointe de tungstène, les atomes de baryum participent à l'agitation thermique (mouvement visible sur l'écran).

Caractéristiques techniques :

- Grossissement : env. 500 000 fois
- Résolution : 2 ... 3 nm
- Rayon de courbure de la pointe de tungstène : 0,1 ... 0,2  $\mu\text{m}$
- Diamètre de l'ampoule : 10 cm
- Pression : env.  $10^{-10}$  bar
- Tension à l'anode : 4 ... 8 kV
- Courant de l'anode : env. 10  $\mu\text{A}$
- Chauffage du baryum : 8 A max.
- Chauffage de la cathode : 1,9 A  $\pm 0,05$  A
- Raccords :  
Cathode : douille E 27  
Anode et chauffage du baryum : douille E 14

554 60 | Microscope à émission de champ

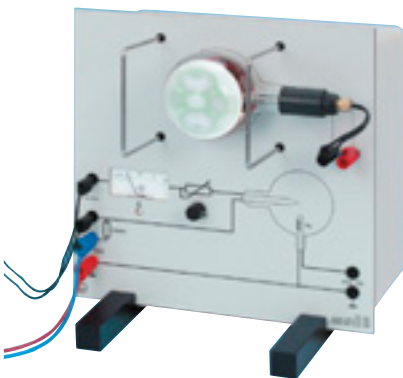
#### Plaque de connexion pour microscope à émission de champ

Support pour microscope à émission de champ sur plaque d'expérimentation à accrocher dans un cadre. Avec connexion des alimentations externes pour haute tension, chauffage de la cathode et chauffage du baryum. Potentiomètre intégré et ampèremètre pour le réglage du courant de chauffage de la cathode.

Caractéristiques techniques :

- Raccords :  
douille E 27 pour la cathode du microscope  
douille E 14 avec câble et deux fiches de 4 mm pour l'anode et le chauffage du baryum  
dovilles de sécurité de 4 mm pour les alimentations
- Dimensions : 30 cm x 30 cm x 27 cm
- Masse : 1 kg

554 605 | Plaque de connexion pour microscope à émission de champ



## 7.1.2 Microscope à effet tunnel

### Microscope à effet tunnel

Permet d'obtenir des images à haute résolution et d'observer individuellement les atomes par balayage ligne par ligne (imagerie par trame) de surfaces conductrices dans la plage nanométrique. Possibilité supplémentaire d'étude de l'effet tunnel en mesurant le courant tunnel en fonction de la distance pointe/surface. Livré avec plaque d'amortissement.



Caractéristiques techniques :

- Tête de balayage  
Procédé tridimensionnel de la pointe de mesure via les éléments piézo-électriques
- Zone de trame maximale
  - Direction x,y : 0,5  $\mu\text{m}$  x 0,5  $\mu\text{m}$
  - Direction z : 200 nm
  - Taille de pas minimale : 7,6 pm
  - Approche de la pointe d'essai : via moteur linéaire
- Câble avec prise multiple
- Interface et contrôleur :  
Douille de connexion pour tête de balayage  
Connecteur USB pour raccordement à un ordinateur  
Convertisseur N/A 16 bits pour les trois directions spatiales  
jusqu'à 7 canaux de mesure, par ex. pour le courant tunnel et la topographie  
Vitesse de balayage maximale : 60 ms/ligne
- Logiciel  
Commande de l'expérience et acquisition des données  
Représentation graphique de l'image obtenue sous forme uni-, bi- et tridimensionnelle  
Traitement des données et optimisation de la représentation graphique  
Diverses fonctions de mesure telle que la distance, l'angle
- Prérequis matériel :  
Windows 2000/XP/Vista/7, interface USB, 256 Mo RAM, carte graphique 1024 x 768,  
Rendu des couleurs 16 bits ou supérieur
- Dimensions : 45 cm x 45 cm x 12 cm
- Masse : 3 kg

Matériel livré :

- Graphite et film d'or comme échantillons standard
- Fil de Pt-Ir pour la pointe de mesure
- Plaque d'expérimentation amortissant les vibrations pour la tête de balayage
- Alimentation
- Pince coupante diagonale et pince brucelles pour la fabrication de la pointe de mesure

554 581	Microscope à effet tunnel
---------	---------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 583	Fil de rechange pour microscope à effet tunnel
1	554 584	Échantillon de MoS <sub>2</sub>
1	554 5841	Échantillon de TaS <sub>2</sub>
1	554 5842	Échantillon de TaSe <sub>2</sub>
1	554 5844	Échantillon de WSe <sub>2</sub>

### Fil de rechange pour microscope à effet tunnel

Fil de Pt-Ir pour la pointe de mesure.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 30 cm
- Diamètre : 0,25 mm

554 583	Fil de rechange pour microscope à effet tunnel
---------	--

### Échantillon de MoS<sub>2</sub>

Échantillon de bisulfure de molybdène sur support pour échantillon pour l'étude d'un autre échantillon avec le microscope à effet tunnel ; possibilité d'observation des imperfections du réseau cristallin.

554 584	Échantillon de MoS <sub>2</sub>
---------	---------------------------------

## 7.1 STRUCTURES CRISTALLINES

### 7.1.2 MICROSCOPE À EFFET TUNNEL

#### Échantillon de TaS<sub>2</sub>

Échantillon de bisulfure de tantale sur support pour échantillon pour l'étude de la distribution de la densité de charge sur la surface de l'échantillon à l'aide du microscope à effet tunnel (554 581). Observation des ondes de densité de charge (en anglais, Charge Density Waves - CDW) sur la surface.

554 5841	Échantillon de TaS <sub>2</sub>
----------	---------------------------------

#### Échantillon de TaSe<sub>2</sub>

Échantillon de diséléniure de tantale sur support pour l'étude de la distribution de la densité de charge sur la surface de l'échantillon à l'aide du microscope à effet tunnel (554 581). Observation des ondes de densité de charge (en anglais, Charge Density Waves - CDW) sur la surface.

554 5842	Échantillon de TaSe <sub>2</sub>
----------	----------------------------------

#### Échantillon de WSe<sub>2</sub>

Échantillon de diséléniure de tungstène sur support pour l'étude de la distribution de la densité de charge sur la surface de l'échantillon à l'aide du microscope à effet tunnel (554 581). Possibilité d'observation des imperfections de la surface.

554 5844	Échantillon de WSe <sub>2</sub>
----------	---------------------------------

### 7.1.3 Clichés de Laue et Debye-Scherrer, réflexion de Bragg

#### Analyse de structure par des rayons X

Le rayon X est un instrument irremplaçable dans la détermination de la structure cristalline. Chaque niveau cristallin est décrit à l'aide des indices de Miller  $h, k, l$  et renvoie le rayonnement X si les conditions de Laue ou de Bragg sont remplies. La répartition des réflexions donne des informations quantitatives sur la structure cristalline et les constantes cristallines des matières étudiées.

#### Appareil à rayons X Mo, complet

Appareil complet commandé par microprocesseur avec tube de Mo et goniomètre pour la réalisation de nombreuses expériences du domaine de la physique des rayons X. Une partie génération de haute tension, un tube à rayons X et une partie expérimentation sont regroupés dans un boîtier parfaitement clos et protégés contre les rayonnements. L'appareil est homologué comme dispositif à rayons X pour l'enseignement et appareil à protection totale. L'homologation est également valable pour d'autres tubes (Fe, Cu, Ag, W) livrés ajustés, prêts à l'emploi, en vue d'un changement aisé. Une sécurité optimale et un grand confort d'utilisation sont garantis par un système de verrouillage qui déverrouille automatiquement les portes lorsque plus aucun rayonnement X n'est généré.

Deux grands affichages donnent des informations exhaustives sur l'expérience en cours. La tension et le courant du tube sont réglables respectivement de 0 à 35 kV et de 0 à 1 mA. Utilisé avec l'indicateur de valeur moyenne intégré, l'appareil à rayons X permet la mesure directe avec un tube compteur Geiger-Müller (559 01). Pour relever des spectres de Bragg, il suffit de le brancher à un PC (logiciel inclus au matériel livré) via un port USB. Une alternative consiste à recourir aux deux sorties analogiques (taux de comptage et position angulaire) qui permettent, quant à elles, d'enregistrer les données avec un enregistreur. Le goniomètre (554 831) permet d'adopter manuellement les diverses positions angulaires prévues pour le capteur et la cible ; le capteur et la cible couplés dans un rapport 2 : 1 peuvent également être déplacés manuellement ou pour le balayage automatique d'un domaine angulaire.

La partie expérimentation est accessible par l'intermédiaire de deux conduites coaxiales blindées ainsi que par un canal libre, par ex. pour la connexion d'un détecteur d'énergie de rayonnement X entraîné par un goniomètre. L'appareil est assemblé et ajusté, prêt à l'emploi.

Caractéristiques techniques :

- Dispositif à rayons X pour l'enseignement et appareil à protection totale avec l'homologation BFS 05/07 V/Sch Röv (permet l'utilisation avec des tubes interchangeables au Fe, Cu, Mo, Ag, W)
- Taux de dose à une distance de 10 cm : < 1  $\mu$ S/h
- Respectivement deux circuits de sécurité indépendants et surveillés pour les portes, la haute tension et le courant du tube (certifié par le TÜV Rheinland et conforme aux exigences pour les essais de type PTB 2005)
- Verrouillage automatique de la porte : l'ouverture est seulement possible lorsque plus aucun rayonnement X n'est généré (certifié par le TÜV Rheinland et conforme aux exigences pour les essais de type PTB 2005)



- Haute tension du tube : 0 ... 35,0 kV (tension continue régulée)
- Courant du tube : 0 ... 1,00 mA (courant continu régulé de manière indépendante)
- Tube à rayons X visible avec anode au molybdène pour un rayonnement caractéristique à ondes courtes :  $K_{\alpha} = 17,4$  keV (71,0 pm),  $K_{\beta} = 19,6$  keV (63,1 pm)
- Écran luminescent pour des expériences de radiographie :  $d = 15$  cm
- Indicateur de valeur moyenne intégré, avec l'alimentation en tension pour le compteur de Geiger-Müller
- Haut-parleur : activable pour le suivi acoustique du taux de comptage
- Deux affichages à 4 chiffres (25 mm de haut) pour la visualisation au choix des valeurs actuelles de la haute tension, du courant anodique, du taux de comptage, de l'angle de la cible ou du capteur, du domaine de balayage, du pas de progression, du temps de porte
- Goniomètre (554 831) commandé par moteur pas à pas  
Modes de fonctionnement : réglage manuel et balayage automatique pour le capteur seul, la cible seule, couplage 2 : 1  
Plage angulaire : illimitée (de 0° à 360°) pour la cible, de -10° à +170° pour le capteur  
Pas de progression : 0,1°
- Minuterie d'exposition, temps de porte : 0,5 s ... 9999 s
- Réalisation des essais dans la partie expérimentation : câble coaxial haute tension, câble coaxial BNC, canal vide, par ex. pour des tuyaux, câbles, etc.
- Sorties analogiques : proportionnellement à l'angle de la cible et au taux de comptage pour la connexion de l'enregistreur
- Port USB pour le branchement du PC pour l'acquisition des données, la commande et l'exploitation de l'expérience, par ex. à l'aide du logiciel Windows fourni
- Pilotes LabView et MATLAB pour Windows disponibles gratuitement sous <http://www.ld-didactic.com> pour ses propres mesures et commandes
- Tension d'entrée : 230 V ( $\pm 10\%$ ) / 47 ... 63 Hz
- Consommation : 120 VA
- Dimensions : 67 cm x 48 cm x 35 cm
- Masse : 41 kg

#### Matériel livré :

- Appareil à rayons X avec tube de molybdène
- Goniomètre (554 831)
- Cristal de NaCl (554 78), écartement des plans réticulaires : 282 pm
- Film de zircon
- Plaque de protection pour l'écran
- Housse de protection
- Câble USB
- Logiciel pour Windows 2000/XP/Vista/7

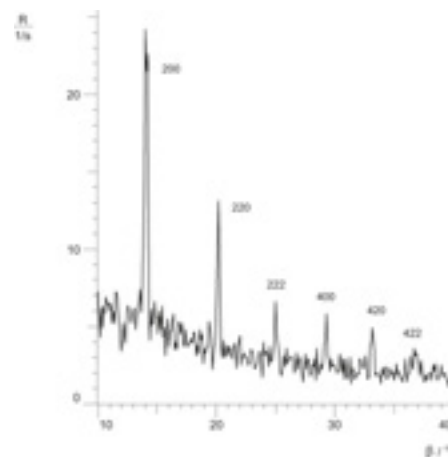
554 801	Appareil à rayons X Mo, complet
---------	---------------------------------

#### Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	559 01	Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble

### Balayage de Debye-Scherrer : détermination de l'écartement des plans réticulaires d'échantillons de poudre polycristallins

Analogiquement à l'expérience P7.1.2.4, l'expérience P7.1.2.3 utilise pour la représentation des maximums de l'intensité un tube compteur Geiger-Müller au lieu d'un film pour rayon X. L'intensité, fonction du double angle d'incidence  $2\theta$ , est mesurée à l'aide d'un rayonnement du rayon X diffracté sur un échantillon de poudre de cristal. On peut déterminer les écartements réticulaires à partir des maxima d'intensité du spectre de diffraction.



### Support pour poudre cristalline

Pour presser une poudre cristalline et relever ensuite les spectres de diffraction des rayons X sur des échantillons de poudre dans l'appareil à rayons X (554 801).

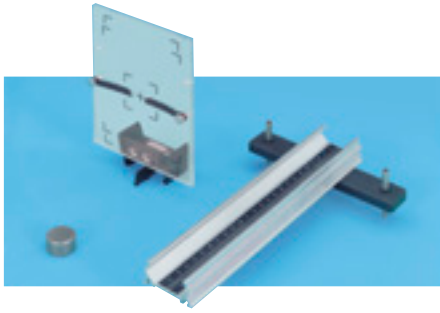
#### Caractéristiques techniques :

- Dimensions de chaque plaque : 25 x 25 x 3 mm
- Masse : 10 g

554 842	Supports pour poudre cristalline
---------	----------------------------------

# 7.1 STRUCTURES CRISTALLINES

## 7.1.3 CLICHÉS DE LAUE ET DEBYE-SCHERRER, RÉFLEXION DE BRAGG



### Porte-film X-ray

Pour l'appareil à rayons X (554 800 et 554 801), avec échelle sérigraphiée pour le positionnement défini des films pour les radiosopies, les clichés de Laue et de Debye-Scherrer ; livré avec rail d'expérimentation à échelle graduée en millimètres et diaphragme à trou ( $D = 1 \text{ mm}$ ) à placer sur le collimateur à fente.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions :  
Porte-film : 12 cm x 16,5 cm  
Rail d'expérimentation : 25 cm x 16 cm x 6 cm
- Diamètre du diaphragme à trou : 1 mm

Matériel livré :

Rail d'expérimentation, porte-film, diaphragme à trou

554 838	Porte-film X-ray
---------	------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	554 895	Film pour rayons X
1	554 896	Film pour rayons X Agfa Dentus M2



### Cliché de Laue : étude de la structure réticulaire d'un monocristal

Dans l'expérience P7.1.2.2, le rayonnement de freinage du tube à rayons X joue le rôle de rayonnement X « blanc » afin de réaliser un cliché de Laue des monocristaux de NaCl et de LiF. La structure cristalline et la longueur des axes du cristal se déterminent à partir de la position des reflets « colorés » sur un film pour rayons X placé derrière le cristal et à partir de l'intensité de ces rayonnements en utilisant les conditions de Laue.

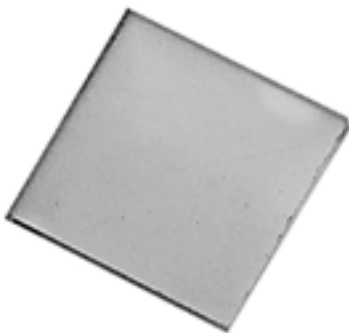
### Cristal de LiF pour cliché de Laue

Pour les clichés de Laue obtenus avec l'appareil à rayons X (554 801).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 8 mm x 8 mm x 0,3 mm
- Écartement des plans réticulaires : 201 pm
- Structure cristalline cubique à faces centrées
- Surface : parallèle [100]

554 87	Cristal de LiF pour cliché de Laue
--------	------------------------------------



### Cristal de NaCl pour cliché de Laue

Pour les clichés de Laue obtenus avec l'appareil à rayons X (554 801).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 8 mm x 8 mm x 0,3 mm
- Écartement des plans réticulaires : 282 pm
- Structure cristalline cubique à faces centrées
- Surface : parallèle [100]

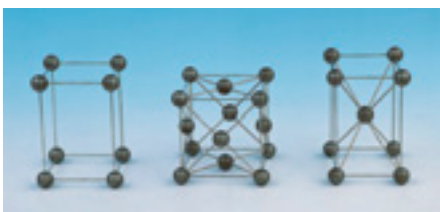
554 88	Cristal de NaCl pour le diagramme de Laue
--------	---

## 7.1.4 Modèles de réseaux cristallins

### Réseaux de Bravais, jeu de 14

Comprend sept réseaux de translation primitifs correspondant aux sept systèmes cristallins et sept autres réseaux de translation, centrés ou à faces centrées complétant les précédents.

Ces quatorze réseaux représentent les réseaux fondamentaux à partir desquels sont constitués presque tous les cristaux naturels existants. Les modèles de réseaux d'une longueur d'arête d'environ 15 cm sont réalisés avec 9 à 14 sphères de 25 mm de diamètre qui sont reliées entre elles par des tiges métalliques.

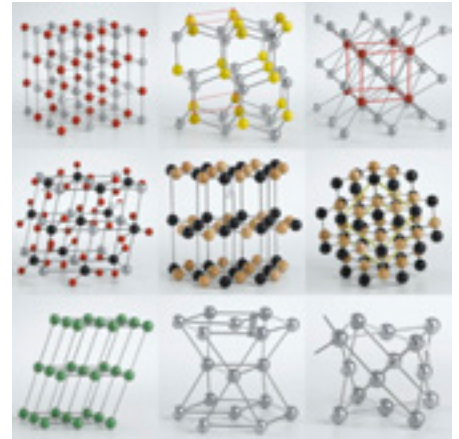


667 760	Réseaux de Bravais, jeu de 14
---------	-------------------------------

## Réseaux cristallins, jeu de 9

Série fondamentale des neuf types de structure les plus importants ; comprend les modèles de réseaux cristallins du cuivre, du magnésium, du diamant, du sel gemme, du graphite, du chlorure de césium, de la wurtzite, de la calcite et un réseau général de Bravais triclinique. Les modèles de réseaux cristallins sont réalisés avec des sphères de 20 mm de diamètre qui sont reliées entre elles par des tiges métalliques.

667 763 | Réseaux cristallins, jeu de 9

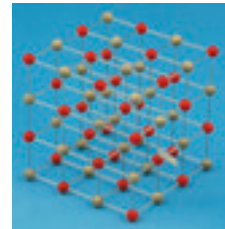


## Réseau cristallin, NaCl

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 250 mm x 250 mm x 250 mm

667 767 | Réseau cristallin, NaCl

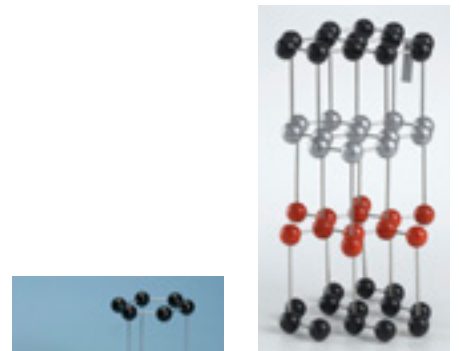


## Réseau cristallin, graphite 1

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 120 mm
- Hauteur : 300 mm

667 765 | Réseau cristallin, graphite 1



## Réseau de graphite, modèle

Réseau hexagonal,  
réseau cristallin assemblé et non démontable

Caractéristiques techniques :

Dimensions : env. 25 cm x 25 cm x 40 cm

ZE14006 | Réseau de graphite, modèle



## Réseau cristallin, glace

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 400 mm

667 769 | Réseau cristallin, glace

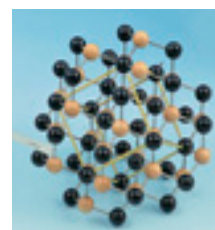


## Réseau cristallin, diamant

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 180 mm

667 766 | Réseau cristallin, diamant



## 7.2 SUPRACONDUCTION

### 7.2.1 EFFET HALL SUR L'ARGENT/LE TUNGSTÈNE



#### Kit modèles moléculaires, standard

Pour la démonstration, dans coffret de rangement compartimenté avec notice.

Matériel livré :

- 9 Carbone, 30 mm Ø, noir
- 32 Hydrogène, 20 mm Ø, blanc
- 2 Azote, 30 mm Ø, bleu
- 1 Soufre, 32 mm Ø, jaune
- 1 Groupe carbonyle, C=O
- 3 Groupes de l'éthylène, C=C
- 1 Groupe de l'acétylène
- 6 Oxygène, 30 mm Ø, rouge
- 2 Fluor, 25 mm Ø, vert foncé
- 6 Chlore, 30 mm Ø, vert
- 32 Liaisons métalliques

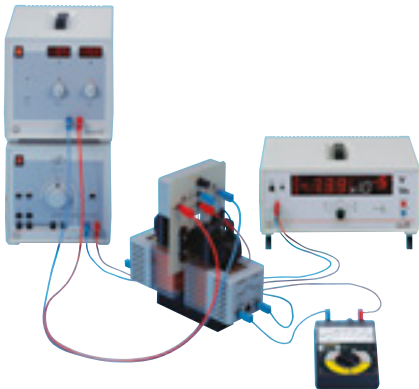
ZE12013 Kit modèles moléculaires, standard

## 7.2 Phénomènes de conduction

### 7.2.1 Effet Hall sur l'argent/le tungstène

#### Étude de l'effet Hall sur l'argent

Dans les expériences P7.2.1.1 et P7.2.1.2, on détermine la constante de Hall  $R_H$  de deux conducteurs électriques par la mesure de la tension de Hall  $U_H$  en fonction du champ magnétique  $B$  pour divers courants  $I$ . On obtient une valeur négative pour la constante de Hall de l'argent. Ce résultat traduit le fait que le transport de charges s'effectue par des électrons. Par contre, on obtient une valeur positive pour la constante de Hall du tungstène, ce qui nous montre que ce sont essentiellement des trous qui interviennent dans la conduction de ce métal.



#### Appareil pour l'étude de l'effet Hall (argent)

Dans support, avec bande d'argent fixe, paires de douilles pour branchement électrique et mesure de la tension de Hall ainsi qu'avec un potentiomètre pour le réglage du zéro. Sur tige pour le montage sur le noyau en U (de 562 11).

Caractéristiques techniques :

- Courant nécessaire : env. 20 A-
- Intensité de champ nécessaire : 0,1 ... 0,6 T
- Tension de Hall : max.  $25 \times 10^{-6}$  V
- Épaisseur de la bande :  $5 \times 10^{-5}$  m
- Dimensions :  
Support : 13 cm x 17 cm x 3,5 cm  
Tige : 9,5 cm x 0,7 cm Ø

586 81 Appareil pour l'étude de l'effet Hall (argent)

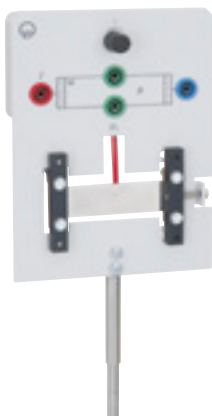
#### Appareil pour l'étude de l'effet Hall (tungstène)

Dans support, avec bande de tungstène fixe, paires de douilles pour branchement électrique et mesure de la tension de Hall ainsi qu'avec un potentiomètre pour le réglage du zéro. Sur tige pour le montage sur le noyau en U (de 562 11).

Caractéristiques techniques :

- Courant nécessaire : env. 20 A-
- Intensité de champ nécessaire : 0,1 ... 0,6 T
- Tension de Hall : max.  $25 \times 10^{-6}$  V
- Épaisseur de la bande :  $5 \times 10^{-5}$  m
- Dimensions :  
Support : 13 cm x 17 cm x 3,5 cm  
Tige : 9,5 cm x 0,7 cm Ø

586 84 Appareil pour l'étude de l'effet Hall (tungstène)





## 7.2.2 Effet Hall sur le germanium

### Détermination de la densité de porteurs de charge et de la mobilité dans le germanium dopé p

Dans les expériences P7.2.1.3 et P7.2.1.4, on étudie la tension de Hall et la conductivité électrique en fonction de la température

$$\sigma = e \cdot (p \cdot \mu_p + n \cdot \mu_n)$$

sur des échantillons au germanium dopés. On détermine les concentrations des porteurs de charges et leur mobilité en supposant que, selon le type de dopage, l'une des concentrations  $n$  ou  $p$  peut être négligée.

### Appareil de base pour l'étude de l'effet Hall

Pour la connexion et l'alimentation des divers cristaux de germanium sur carte imprimée, avec tige pour le montage de l'appareil entre les pièces polaires du transformateur démontable. Pour la mesure de la tension de Hall et de la conductivité en fonction de la température. Avec source de courant constant réglable intégrée, amplificateur de mesure pour la mesure de la température avec arrêt automatique du chauffage pour la protection du cristal, circuit de compensation pour la tension d'offset, ajustable et déconnectable.

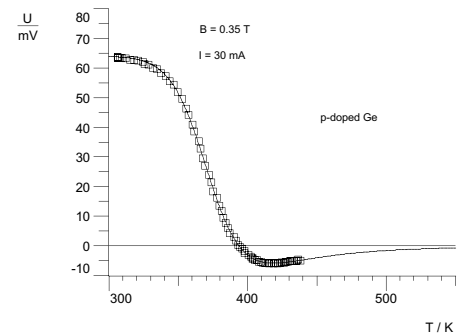
Caractéristiques techniques :

- Tensions d'alimentation nécessaires :  
tension de chauffage : 2 A ... 4 A, 15 V  
courant constant : 40 mA, 12 V CC
- Sorties :  
tension de Hall par douilles de sécurité de 4 mm  
température 1 mV/°C, par douilles de sécurité de 4 mm  
douilles de sécurité additionnelles pour la chute de tension au cristal
- Dimensions : 15 cm x 25 cm x 5 cm
- Masse : 0,5 kg

586 850 | Appareil de base pour l'étude de l'effet Hall

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	586 851	Ge non dopé sur carte imprimée
1	586 852	Ge dopé p sur carte imprimée
1	586 853	Ge dopé n sur carte imprimée



### GE non dopé sur carte imprimée

Platine amovible pour l'étude de la conductivité pour du germanium non dopé en fonction de la température. Cristal de Ge brasé sur une platine amovible pour l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall, avec des contacts pour le courant transversal, chauffage par résistance intégré avec thermo-sonde directement sous le cristal.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du cristal : 20 mm x 10 mm x 1 mm
- Prise multiple pour la connexion de la carte imprimée à l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 1 cm
- Masse : 200 g

586 851 | GE non dopé sur carte imprimée

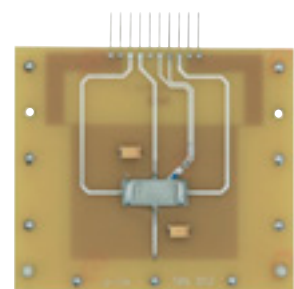
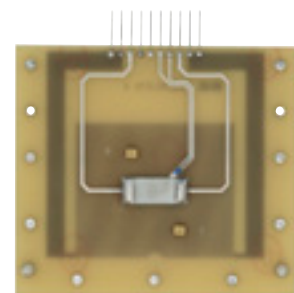
### Ge dopé p sur carte imprimée

Platine amovible pour l'étude de la conductivité et de la tension de Hall pour du germanium dopé p en fonction de la température. Cristal de Ge brasé sur une platine amovible pour l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall, avec des contacts pour le courant transversal et la tension de Hall, chauffage par résistance intégré avec thermo-sonde directement sous le cristal.

Caractéristiques techniques :

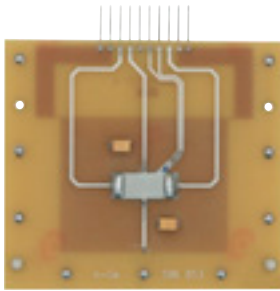
- Dimensions du cristal : 20 mm x 10 mm x 1 mm
- Prise multiple pour la connexion de la carte imprimée à l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 1 cm
- Masse : 200 g

586 852 | Ge dopé p sur carte imprimée



## 7.2 SUPRACONDUCTION

### 7.2.2 EFFET HALL SUR LE GERMANIUM



#### Ge dopé n sur carte imprimée

Platine amovible pour l'étude de la conductivité et de la tension de Hall pour du germanium dopé n en fonction de la température. Cristal de Ge brasé sur une platine amovible pour l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall, avec des contacts pour le courant transversal et la tension de Hall, chauffage par résistance intégré avec thermo-sonde directement sous le cristal pour la mesure de la température.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions du cristal : 20 mm x 10 mm x 1 mm
- Prise multiple pour la connexion de la carte imprimée à l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall
- Dimensions : 10 cm x 10 cm x 1 cm
- Masse : 200 g

586 853 Ge dopé n sur carte imprimée



### 7.2.3 Supraconduction

#### Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication

Sert aussi à la démonstration du diamagnétisme parfait ou effet Meissner-Ochsenfeld (expérience de lévitation). Utilisé avec un four à moufle ou un four à creuset, ce kit permet de fabriquer soi-même des pastilles supraconductrices. Le mélange requis des oxydes métalliques est préparé dans les proportions adéquates et déjà homogénéisé.

Matériel livré :

- 1 mélange prêt à l'emploi composé de  $Y_2O_3$ ,  $BaCO_3$ ,  $CuO$
- 1 récipient fritté
- 1 outil de pressage
- 1 coupe pour l'azote liquide
- 1 pincette en plastique
- 1 aimant spécial, 4 mm x 10 mm Ø
- 1 notice pour la fabrication de pastilles supraconductrices

667 550 Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication



#### Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation

Pour la démonstration du diamagnétisme parfait ou effet Meissner-Ochsenfeld qui permet de mettre en évidence la supraconductivité d'une substance. Le supraconducteur est refroidi jusqu'à 77 K avec de l'azote liquide. Lorsque la température de transition est atteinte, l'aimant spécial (grande intensité de champ magnétique pour un poids minimal) se met à flotter au-dessus du supraconducteur.

Matériel livré :

- 1 pastille supraconductrice, 4 mm x 23 mm Ø
- 2 aimants spéciaux, 4 mm x 10 mm Ø
- 1 coupe pour l'azote liquide
- 1 pincette en plastique

667 551 Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation

## Détermination de la température critique d'un supraconducteur à haute température

Dans l'expérience P7.2.6.1, on détermine la température critique du supraconducteur à haute température  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ . Pour cela, on refroidit la substance avec de l'azote liquide en dessous de sa température critique  $T_c = 92 \text{ K}$ . Dans une mesure en 4 points, on trace la chute de tension à l'échantillon en fonction de sa température avec l'interface CASSY.

## Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation

Ce kit permet la détermination exacte de la température de transition ou température critique (mesure en 4 points) à laquelle la résistance électrique du supraconducteur devient nulle.

Matériel livré :

- 1 adaptateur de mesure avec source de courant intégrée à haute stabilité. L'adaptateur délivre des signaux linéarisés pour la chute de tension et la température à deux sorties enregistreur. Le relevé des valeurs mesurées s'effectue par le biais d'un enregistreur à deux canaux ou par le biais d'un ordinateur à l'aide de l'interface CASSY (524 013) et du logiciel CASSY-Lab (524 220)
- 1 supraconducteur à 4 points de contact pour la mesure de la tension et à capteur de température intégré, câblé et prêt à être raccordé à l'adaptateur de mesure
- 1 boîte en aluminium
- 1 plateau isolant utilisable pour l'expérimentation et le rangement de l'adaptateur de mesure et du module supraconducteur

667 552 Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation



## 7.3 Documentation pédagogique

### LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P7 – physique des solides, anglais

Env. 20 fiches de travaux pratiques en physique des solides, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur ; env. 120 pages ; dans classeur.

597 317EN LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P7 – physique des solides, anglais

### CD : Document Center, TP de physique, en français

Avec plus de 400 descriptions d'expériences dans tous les domaines de la physique, pour le 2ème cycle de l'enseignement secondaire ou l'enseignement supérieur. Les descriptions d'expériences sont en français et en anglais.

Domaines :

- Mécanique
- Chaleur
- Électricité
- Électronique
- Optique
- Physique atomique et nucléaire
- Physique des solides

Avec interface conviviale permettant la visualisation et la gestion aisée des fichiers, avec recherche par mot-clé et numéro de catalogue. Actualisation automatique des documents grâce à des mises à jour en ligne gratuites.

597 310FR CD : Document Center, TP de physique, en français

Prérequis matériel :

- PC avec Windows XP/Vista/7/8
- Adobe Reader à partir de la version 9
- Accès Internet pour les mises à jour automatiques



VISIONNEZ AUSSI NOS

# VIDÉOS SUR YOUTUBE



[WWW.YOUTUBE.COM/USER/LDDIDACTIC](http://WWW.YOUTUBE.COM/USER/LDDIDACTIC)

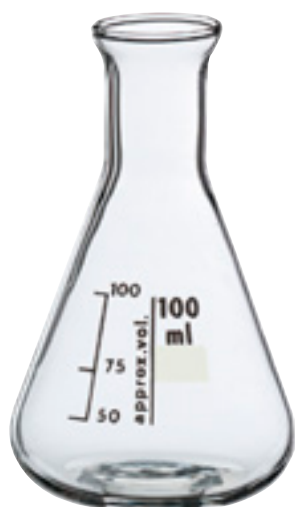
# ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE

- 8.1 FIOLES ERLLENMEYER
- 8.2 BÉCHERS
- 8.3 FIOLES JAUGÉES, PYCNOMÈTRES
- 8.4 ENTONNOIRS
- 8.5 ÉPROUVETTES À PIED
- 8.6 PIPETTES GRADUÉES
- 8.7 ÉPROUVETTES ET BÉCHERS GRADUÉS
- 8.8 TUBES ET BAGUETTES EN VERRE
- 8.9 RACCORDS
- 8.10 TUBES À ESSAIS ET PORTE-TUBES
- 8.11 BOUCHONS ET ACCESSOIRES
- 8.12 TUYAUX ET ACCESSOIRES
- 8.13 CAPUCHONS ET ACCESSOIRES
- 8.14 ROBINETS EN VERRE
- 8.15 GOUPILLONS ET BROSSES
- 8.16 SPATULES ET PINCES
- 8.17 TRAVAIL DU VERRE
- 8.18 OUTILS
- 8.20 GAZ DE LABORATOIRE ET ACCESSOIRES
- 8.21 RANGEMENT
- 8.22 ENVIRONNEMENT MÉDIATIQUE

## 8.1 Fioles Erlenmeyer

### Fioles Erlenmeyer en verre borosilicaté 3.3

À bord évasé, graduées, ISO 1773.



N° de cat.	Forme basse	Forme haute	Volume
664 247	X		25 ml
664 248	X		50 ml
664 249	X		100 ml
664 250	X		250 ml
664 251	X		500 ml
664 252	X		1000 ml
602 061	X		2000 ml
602 069		X	25 ml
602 070		X	50 ml
602 071		X	100 ml
664 253		X	250 ml
664 254		X	500 ml
602 074		X	1000 ml
602 073		X	2000 ml

### Fioles Erlenmeyer en verre Duran

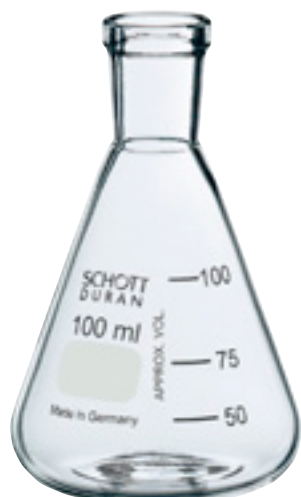
À bord évasé, graduées, DIN 12 380, ISO 1773.



N° de cat.	Forme basse	Forme haute	Volume
664 230	X		25 ml
664 231	X		50 ml
664 232	X		100 ml
664 233	X		250 ml
664 234	X		500 ml
664 235	X		1000 ml
602 086	X		2000 ml
602 089		X	25 ml
664 240		X	50 ml
664 246		X	100 ml
664 238		X	250 ml
664 239		X	500 ml
664 236		X	1000 ml
602 095		X	2000 ml

### Fioles Erlenmeyer avec assise col, en verre Duran

Graduées.



N° de cat.	Col étroit	Col large	Volume	Ø int. du col
664 241	X		100 ml	19
664 243	X		250 ml	29
664 245	X		500 ml	29
664 242		X	100 ml	29
664 244		X	250 ml	45

## Fioles Erlenmeyer, 500 ml, col large, Ø int. du col 45

Graduée, à col large.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : verre borosilicaté 3.3
- Volume : 500 ml
- Diamètre intérieur du col : 45

602 099	Fiole Erlenmeyer, 500 ml, col large, Ø int. du col 45
---------	---

## Fioles Erlenmeyer avec rodage

Graduées, verre borosilicaté, col étroit.

N° de cat.	Volume	Rodage
664 258	100 ml	RN 19/26
664 256	100 ml	RN 29/32
664 259	250 ml	RN 19/26
664 255	250 ml	RN 29/32
664 257	500 ml	RN 29/32
664 260	1000 ml	RN 29/32



## Fioles Erlenmeyer avec tubulure latérale

Graduées, col large.

N° de cat.	Volume	Rodage/Ø int. col
602 110	250 ml	RN 29/32
602 111	300 ml	Ø int. du col 29
602 112	500 ml	Ø int. du col 29
602 113	1000 ml	Ø int. du col 29



## 8.2 Béchers

## Béchers en polypropylène

Forme basse, selon DIN 7056, translucides, gradués bleu et avec bec verseur.

N° de cat.	Volume
664 120	50 ml
664 121	100 ml
664 123	250 ml
664 124	400 ml
664 125	600 ml
664 127	1000 ml
664 128	2000 ml



## Bécher TPX, 3000 ml

Gradué.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : TPX transparent

664 134	Bécher TPX, 3000 ml
---------	---------------------



## 8.2 BÉCHERS



### Béchers en verre Duran

Gradués et avec bec verseur, DIN 12 331, ISO 3819.

N° de cat.	Forme basse	Forme haute	Volume
664 109	X		25 ml
664 100	X		50 ml
664 101	X		100 ml
602 043	X		150 ml
664 103	X		250 ml
664 104	X		400 ml
664 105	X		600 ml
664 107	X		1000 ml
602 049	X		2000 ml
664 110		X	50 ml
664 111		X	100 ml
602 032		X	150 ml
664 113		X	250 ml
664 114		X	400 ml
664 115		X	600 ml
664 117		X	1000 ml
602 038		X	2000 ml



### Béchers en verre borosilicaté 3.3

Gradués et avec bec verseur, DIN 12 331, ISO 3819.

N° de cat.	Forme basse	Forme haute	Volume
602 020	X		25 ml
602 021	X		50 ml
602 022	X		100 ml
602 023	X		150 ml
664 130	X		250 ml
664 131	X		400 ml
664 132	X		600 ml
602 024	X		800 ml
664 133	X		1000 ml
602 025	X		2000 ml
664 136		X	50 ml
664 137		X	100 ml
602 010		X	150 ml
664 138		X	250 ml
602 011		X	400 ml
602 012		X	600 ml
602 013		X	800 ml
664 139		X	1000 ml
602 014		X	2000 ml



## 8.3 Fioles jaugées, pycnomètres

### Fioles jaugées en verre borosilicaté 3.3

Fioles jaugées selon DIN, 1 trait, avec bouchon RN en polyéthylène.

N° de cat.	Volume
665 791	25 ml
665 792	50 ml
665 793	100 ml
665 794	250 ml
665 795	500 ml
665 796	1000 ml



### Mesure de la densité des liquides avec le pycnomètre de Gay-Lussac

Pour mesurer la densité de liquides, on dispose du pycnomètre de Gay-Lussac dans l'expérience P1.1.2.3. Il s'agit de déterminer la densité de mélanges d'eau et d'éthanol. Le pycnomètre est une petite bouteille de forme conique que l'on remplit avec le liquide étudié pour le peser. Le volume intérieur du pycnomètre est déterminé en pesant un liquide de densité connue (par exemple de l'eau).

### Pycnomètres de Gay-Lussac

Pour déterminer la densité de liquides. Avec bouchon capillaire hermétique.

N° de cat.	Volume
602 821	10 ml
602 822	25 ml
666 145	50 ml
602 823	100 ml



## 8.4 Entonnoirs

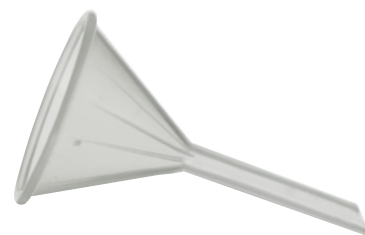
### Entonnoir pour burette

Entonnoir pour burette en polypropylène, surface intérieure rainurée, angle d'ouverture 60°.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 25 mm
- Hauteur : 50 mm
- Angle d'ouverture : 60°

665 816	Entonnoir pour burette
---------	------------------------



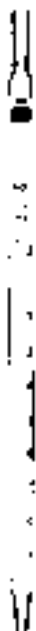
### Entonnoirs en polypropylène

À surface intérieure lisse.

N° de cat.	Diamètre	Hauteur
665 008	50 mm	70 mm
665 009	75 mm	110 mm
665 010	100 mm	155 mm
604 160	120 mm	180 mm
604 161	150 mm	220 mm



## 8.4 ENTONNOIRS



### Entonnoirs en verre borosilicaté 3.3

Entonnoirs avec angle de 60° à tige courte.

N° de cat.	Diamètre	Convient pour filtres ronds
665 002	35 mm	
665 003	55 mm	70 ... 90 mm
602 670	60 mm	90 ... 100 mm
665 004	75 mm	125 ... 150 mm
665 005	100 mm	150 ... 185 mm
602 671	150 mm	240 ... 270 mm
602 672	200 mm	320 ... 385 mm

### Entonnoirs, 40 mm Ø, jeu de 5

309 83ET5 | Entonnoirs, 40 mm Ø, jeu de 5

## 8.5 Éprouvettes à pied

### Éprouvettes à pied en verre borosilicaté 3.3

Avec rebord à rodage plan.

N° de cat.	Volume	Ø x hauteur
664 212	100 ml	40 mm x 100 mm
664 214	200 ml	40 mm x 200 mm
664 215	400 ml	40 mm x 400 mm
664 216	450 ml	60 mm x 200 mm
602 645	500 ml	60 mm x 250 mm

### Éprouvettes en verre borosilicaté 3.3, bord à rodage brut

N° de cat.	Volume	Ø x hauteur
664 213	300 ml	40 mm x 300 mm
602 641	400 ml	40 mm x 400 mm
602 642	600 ml	60 mm x 200 mm
664 220	2000 ml	80 mm x 400 mm
664 221	3000 ml	100 mm x 400 mm

## 8.6 Pipettes graduées

### Pipettes graduées

En verre, ajustées pour délivrer.

N° de cat.	Volume	Graduation
665 992	0,1 ml	0,001 ml
665 994	1 ml	0,01 ml
665 995	2 ml	0,02 ml
665 996	5 ml	0,1 ml
665 997	10 ml	0,1 ml
665 998	25 ml	0,1 ml

## 8.7 Éprouvettes et béchers gradués

### Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2

Pour mesurer le volume d'un liquide.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : SAN (styrène acrylonitrile)
- Graduation : 2 ml

590 08ET2 | Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2



### Éprouvettes graduées en polypropylène

Classe 2, translucides, avec graduation en relief. Incassables à température ambiante. Autoclavables jusqu'à 120 °C.

N° de cat.	Volume	Graduation
665 768	10 ml	0,2 ml
665 769	25 ml	0,5 ml
665 770	50 ml	1 ml
665 771	100 ml	1 ml
665 772	250 ml	2 ml
665 773	500 ml	5 ml
665 774	1000 ml	10 ml



### Éprouvettes graduées en PMP/TPX®

Transparentes.

N° de cat.	Volume	Graduation
604 200	50 ml	1 ml
604 201	100 ml	1 ml
604 202	250 ml	2 ml
604 203	500 ml	5 ml
604 204	1000 ml	10 ml



### Éprouvettes graduées en verre borosilicaté 3.3 avec pied en plastique

Conformes à la norme DIN, avec pied interchangeable en plastique incassable et anneau de sécurité pour éviter les risques de casse en cas de renversement.

N° de cat.	Volume	Graduation
665 751	10 ml	0,2 ml
665 752	25 ml	0,5 ml
665 753	50 ml	0,5 ml
665 754	100 ml	1 ml
665 755	250 ml	2 ml
665 756	500 ml	5 ml
665 757	1000 ml	10 ml



## 8.7 ÉPROUVETTES ET BÉCHERS GRADUÉS



### Éprouvettes graduées en verre borosilicaté 3.3 avec pied en verre

N° de cat.	Volume	Graduation
602 950	10 ml	0,2 ml
602 951	25 ml	0,5 ml
602 952	50 ml	0,5 ml
602 953	100 ml	1 ml
602 954	250 ml	2 ml
602 955	500 ml	5 ml
602 956	1000 ml	10 ml

### Béchers gradués en polypropylène

Translucides, avec graduation en relief et bec verseur.

N° de cat.	Volume
604 210	500 ml
604 211	1000 ml
604 212	2000 ml

### Bécher en plastique

Caractéristiques techniques :

- Volume : 1000 ml
- Graduation : 10 ml

590 06	Bécher en plastique
--------	---------------------

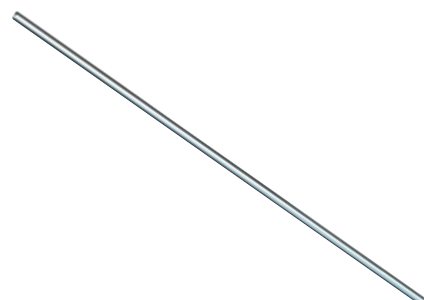
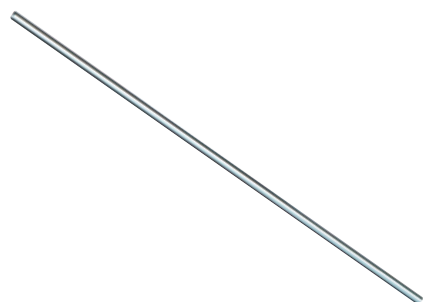
## 8.8 Tubes et baguettes en verre

### Baguettes en verre

N° de cat.	Longueur	Diamètre
602 780	200 mm	3 mm
602 781	200 mm	4 mm
602 782	200 mm	5 mm
602 783	200 mm	6 mm
602 784	200 mm	7 mm
665 213	300 mm	8 mm

### Baguette d'agitation en verre 500 mm x 8 mm Ø, lot de 10

665 217	Baguette d'agitation en verre 500 mm x 8 mm Ø, lot de 10
---------	--



## Divers tubes en verre borosilicaté 3.3

De 8 mm de diamètre.

N° de cat.	Description	Forme
665 229	Tube abducteur (vapeur d'eau)	courbure à 90° avec olive
665 230	Tube abducteur	coudé, en forme de crochet
665 233	Tube abducteur 300/50 mm	courbure à 120°
665 231	Tube coudé	250 mm / 50 mm
665 232	Tube coudé	50 mm / 50 mm
665 234	Tube manométrique	200 mm / 150 mm

## Tubes en plastique

N° de cat.	Désignation
665 240ET2	Tubes en plastique 250 x 25 mm Ø, jeu de 2
665 241ET10	Tubes en plastique 440 x 12 mm Ø, jeu de 10

## Buses en verre borosilicaté 3.3

De 8 mm de diamètre.

N° de cat.	Longueur	Remarque
665 237	100 mm	droite
665 238	80 mm	coudée 90°

## Tubes capillaires en verre borosilicaté 3.3

Différents diamètres.

N° de cat.	Diamètre extérieur	Diamètre intérieur	Longueur
665 195	5 mm	0,4 mm	300 mm
307 04	7 mm	1,2 mm	450 mm
665 205	8 mm	1 mm	300 mm
665 196	8 mm	2 mm	300 mm
667 510	8 mm	1 mm	400 mm

## Microcapillaires

Pour l'application des solutions d'analyse dans le cadre de la chromatographie sur couche mince, lot de 250.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 100 mm

665 568	Microcapillaires
---------	------------------

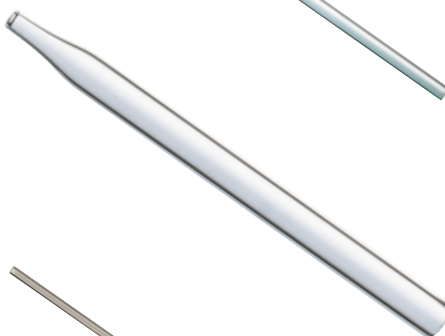
## Tubes en verre, 80 mm, jeu de 10

En verre borosilicaté 3.3.

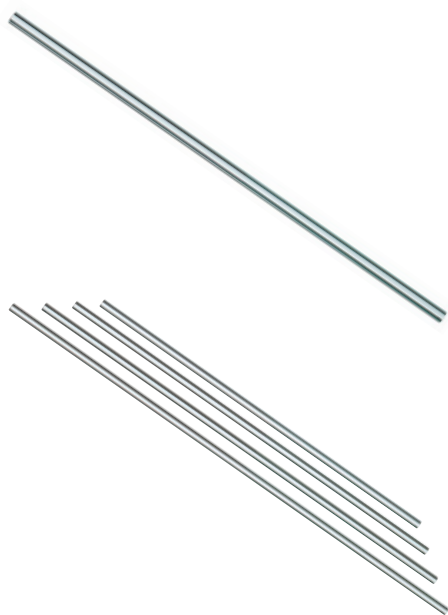
Caractéristiques techniques :

- Longueur : 80 mm
- Diamètre : 8 mm

665 201	Tubes en verre, 80 mm, jeu de 10
---------	----------------------------------



## 8.8 TUBES ET BAGUETTES EN VERRE



### Tube en verre, 300 mm

En verre borosilicaté 3.3.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 300 mm
- Diamètre : 8 mm

665 204	Tube en verre, 300 mm
---------	-----------------------

### Tubes en verre à recourber

Verre, diamètre 8 mm.

N° de cat.	Longueur	Quantité
665 202	480 mm	lot de 10
665 203	750 mm	1 kg

## 8.9 Raccords

### Raccords en plastique

Forme droite.

N° de cat.	Diamètre 1	Diamètre 2	Nombre
604 510	4 ... 15 mm	4 ... 15 mm	1
604 511	7 ... 10 mm	7 ... 10 mm	1
604 512	9 ... 12 mm	9 ... 12 mm	1
604 520	4 ... 8 mm	8 ... 12 mm	1
604 521	4 ... 8 mm	12 ... 16 mm	1
665 227	4 mm	8 mm	1
665 226	6 mm	8 mm	1
665 222ET10	8 mm	8 mm	10

### Raccords en plastique

Forme en T.

N° de cat.	Diamètre	Nombre
604 540	4 ... 5 mm	1
604 541	6 ... 7 mm	1
665 223ET10	8 mm	10
604 542	8 ... 9 mm	1
604 543	10 ... 11 mm	1

### Raccords en plastique

Forme en Y.

N° de cat.	Diamètre
604 530	4 ... 5 mm
604 531	6 ... 7 mm
665 225	8 mm
604 533	10 ... 11 mm



## 8.10 Tubes à essais et porte-tubes

### Porte-tubes à essais en bois

N° de cat.	Nombre de trous	Ø	Remarque
667 052	12	18 mm	avec tiges d'égouttage
667 055	6	22 mm	avec tiges d'égouttage
667 053	10	22 mm	
667 054	10	32 mm	



### Porte-tubes à essais en plastique

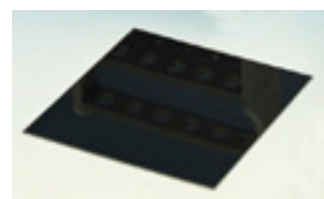
N° de cat.	Nombre d'emplacements	Ø	Remarque
667 050	9	18 mm	
609 021	40	20 mm	empilable
609 020	60	26 mm	empilable



### Plaque de contraste

18 cm x 18 cm, une face blanche, une face noire, utilisable avec le porte-tubes à essais (667 052).

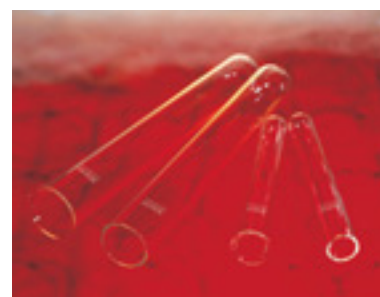
667 059	Plaque de contraste
---------	---------------------



### Tubes à essais en verre Duran, à bord évasé

DIN 12 395, ISO 4142.

N° de cat.	Nombre	Ø	Longueur	Épaisseur de paroi
602 000	100	10 mm	100 mm	0,8 ... 1,0 mm
602 001	100	12 mm	100 mm	0,8 ... 1,0 mm
602 002	100	16 mm	160 mm	1,0 ... 1,2 mm
602 003	100	18 mm	180 mm	1,0 ... 1,2 mm
602 004	100	20 mm	180 mm	1,0 ... 1,2 mm
602 005	50	30 mm	200 mm	1,0 ... 1,4 mm



### En verre DURAN, 30 x 200 mm, Ø int. du col 29

À paroi épaisse.

Caractéristiques techniques :

- Quantité : 1
- Bord : Ø int. du col 29
- Longueur : 200 mm
- Diamètre : 30 mm

664 057	En verre DURAN, 30 x 200 mm, Ø int. du col 29
---------	---

### Tubes à essais à bord évasé

N° de cat.	Nombre	Ø	Longueur	Type de verre
664 039	10	12 mm	75 mm	Verre résistant aux alcalis (AR)
664 049	1	30 mm	200 mm	Verre borosilicaté 3.3
664 052	1	30 mm	200 mm	Verre dur



## 8.10 TUBES À ESSAIS ET PORTE-TUBES



### Tubes à essais en verre Fiolax, à bord évasé

DIN 12395, ISO 4142. Les tubes à essais Fiolax sont à paroi fine. Ils sont relativement insensibles aux changements rapides de température et à un échauffement localisé.

N° de cat.	Nombre	Ø	Longueur	Épaisseur de paroi
664 040	100	10 mm	100 mm	0,4 ... 0,5 mm
664 041	100	12 mm	100 mm	0,4 ... 0,5 mm
664 042	100	16 mm	160 mm	0,5 ... 0,6 mm
664 043	10	16 mm	160 mm	0,5 ... 0,6 mm
664 044	100	20 mm	180 mm	0,5 ... 0,6 mm
664 045	10	30 mm	200 mm	0,7 ... 0,8 mm

### Tubes à essais en verre Supremax à bord évasé

Les tubes à essais Supremax résistent en permanence à des températures jusqu'à 700 °C ou plus temporairement.

N° de cat.	Nombre	Ø	Longueur
664 047	10	16 mm	160 mm
664 048	1	20 mm	180 mm

### Tubes à essais avec tubulure latérale

N° de cat.	Nombre	Ø	Longueur	Bord
664 051	1	20 mm	180 mm	Ø int. du col 19
664 054	1	30 mm	200 mm	Ø int. du col 29
664 058	1	20 mm	180 mm	Évasé
664 061	1	20 mm	165 mm	RN 19/26

### Tube à essais Boro 3.3 avec robinet

Avec tubulure latérale et robinet à rodage normalisé.

Caractéristiques techniques :

- Quantité : 1
- Rodage : RN 19/26
- Longueur : 165 mm
- Diamètre : 20 mm

664 063	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 165 mm, RN19/26, robinet
---------	---

### Pince en bois pour tubes à essais jusqu'à 40 mm Ø

Pour tubes d'un diamètre maximum de 40 mm, en bois.

667 032	Pince en bois pour tubes à essais jusqu'à 40 mm Ø
---------	---

## 8.11 Bouchons et accessoires

### Assortiments de bouchons en caoutchouc

Bouchons en caoutchouc naturel selon DIN 12871. Assortiments, différents modèles.

N° de cat.	Diamètre	Nombre
667 273	14 ... 25 mm	13
667 280	9 ... 45 mm	60



## Bouchons en liège, assortiment de 100 bouchons

Assortiment de bouchons en liège non percés, 10 x 10 bouchons.

Caractéristiques techniques :

Dimensions

- 6 mm x 9 mm x 15 mm
- 8 mm x 11 mm x 20 mm
- 10 mm x 13 mm x 20 mm
- 12 mm x 15 mm x 22 mm
- 16 mm x 21 mm x 25 mm
- 14 mm x 17 mm x 22 mm
- 16 mm x 19 mm x 22 mm
- 16 mm x 21 mm x 27 mm
- 20 mm x 24 mm x 27 mm
- 22 mm x 26 mm x 27 mm

667 281 Bouchons en liège, assortiment de 100 bouchons



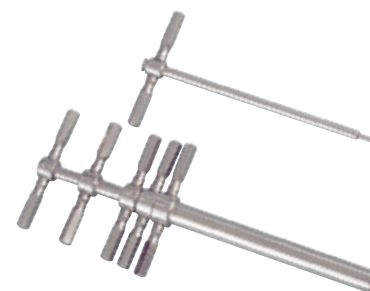
## Perce-bouchons, lot de 6

Pour bouchons en caoutchouc et en liège.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 5 ... 11 mm

667 021 Perce-bouchons, lot de 6



## Aiguiseur pour perce-bouchons

Pour perce-bouchons (667 021).

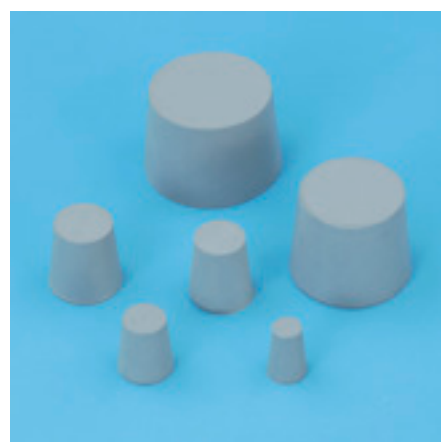
667 022 Aiguiseur pour perce-bouchons



## Bouchons en caoutchouc

Bouchons en caoutchouc naturel, non percés. Selon DIN 12871, bonne résistance aux acides et aux bases.

N° de cat.	Ø inférieur	Ø supérieur	Hauteur	Remarque
604 360	4 mm	8 mm	26 mm	
667 251	9 mm	13 mm	20 mm	
604 361	11 mm	15 mm	20 mm	
667 253	14 mm	18 mm	20 mm	
667 255	16 mm	21 mm	25 mm	Ø int. du col 19
667 257	19 mm	24 mm	25 mm	
604 362	22 mm	27 mm	25 mm	
667 260	25 mm	31 mm	30 mm	Ø int. du col 29
667 264	28 mm	34 mm	30 mm	
604 363	31 mm	38 mm	30 mm	
667 270	34 mm	41 mm	35 mm	
604 364	38 mm	45 mm	35 mm	
667 267	42 mm	49 mm	35 mm	Ø int. du col 45
604 365	46 mm	54 mm	35 mm	



## 8.11 BOUCHONS ET ACCESSOIRES



### Bouchons en caoutchouc

Bouchons en caoutchouc naturel avec un trou de différents diamètres.

N° de cat.	Ø inférieur	Ø supérieur	Hauteur	Trou
667 252	9 mm	13 mm	20 mm	4 mm
667 263	25 mm	31 mm	30 mm	18 mm

### Bouchons en caoutchouc

Bouchons en caoutchouc naturel avec un trou de 7 mm.

N° de cat.	Ø inférieur	Ø supérieur	Hauteur	Remarque
604 370	11 mm	15 mm	20 mm	
667 254	14 mm	18 mm	20 mm	
667 256	16 mm	21 mm	25 mm	Ø int. du col 19
667 258	19 mm	24 mm	25 mm	
604 371	22 mm	27 mm	25 mm	
667 261	25 mm	31 mm	30 mm	Ø int. du col 29
667 275	26 mm	35 mm	40 mm	
667 265	28 mm	34 mm	30 mm	
604 372	31 mm	38 mm	30 mm	
667 271	34 mm	41 mm	35 mm	
604 373	38 mm	45 mm	35 mm	
667 268	42 mm	49 mm	35 mm	Ø int. du col 45
604 374	46 mm	54 mm	35 mm	



### Bouchons en caoutchouc

Bouchons en caoutchouc naturel avec deux trous de 7 mm.

N° de cat.	Ø inférieur	Ø supérieur	Hauteur	Remarque
604 380	19 mm	24 mm	25 mm	
604 381	22 mm	27 mm	25 mm	
667 262	25 mm	31 mm	30 mm	Ø int. du col 29
667 276	26 mm	35 mm	40 mm	
667 266	28 mm	34 mm	30 mm	
604 382	31 mm	38 mm	30 mm	
667 272	34 mm	41 mm	35 mm	
604 383	38 mm	45 mm	35 mm	
667 269	42 mm	49 mm	35 mm	Ø int. du col 45
604 384	50 mm	60 mm	45 mm	

## 8.12 Tuyaux et accessoires

### Pinces de Mohr

En laiton nickelé.

N° de cat.	Largeur
608 160	50 mm
608 161	70 mm
667 172	60 mm



## Pincés de Hoffmann

En laiton nickelé.

N° de cat.	Largeur
608 150	12 mm
667 175	20 mm
667 176	30 mm
608 151	50 mm



## Pincés pour tuyau

Pincés pour tuyau en polyester pour le réglage continu de l'écoulement.

N° de cat.	pour des tuyaux de diamètre
604 440	4,5 mm
604 441	6 mm
604 442	10 mm
604 443	14 mm



## Colliers de serrage

Pour tuyaux de gaz.

N° de cat.	pour des tuyaux de diamètre	Nombre
604 460	8 ... 12 mm	1
667 184	10 ... 16 mm	10
604 461	12 ... 20 mm	1



## Tuyaux en caoutchouc

Tuyaux en caoutchouc selon DIN 12865. Pour pression normale, résistants à des températures de -35 à env. +70 °C.

N° de cat.	Ø int.	Épaisseur de paroi	Longueur
604 480	3 mm	1 mm	1 m
604 481	4 mm	1,5 mm	1 m
604 482	5 mm	1,5 mm	1 m
307 64	6 mm	1,5 mm	1 m
667 180	7 mm	1,5 mm	1 m
307 65	7 mm	2 mm	1 m
667 183	8 mm	2 mm	1 m
307 67	10 mm	2 mm	1 m
604 484	12 mm	2 mm	1 m



## Tuyaux à vide

Tuyaux en caoutchouc selon DIN 12865. Pour pression normale et dépression, résistants à des températures de -35 à env. +70 °C.

N° de cat.	Ø intérieur	Épaisseur de paroi	Longueur	Remarque
604 490	5 mm	5 mm	1 m	
604 491	6 mm	5 mm	1 m	
667 186	8 mm	5 mm	1 m	pour trompes à eau



## 8.12 TUYAUX ET ACCESSOIRES



### Tuyaux en PVC

Tuyaux en polychlorure de vinyle selon DIN 16940. Transparents, sans cadmium, résistants aux produits chimiques et à l'abrasion.

N° de cat.	Ø int.	Épaisseur de paroi	Longueur
667 192	3 mm	1 mm	5 m
307 641ET5	6 mm	1 mm	1 m
604 500	6 mm	2 mm	1 m
667 193	7 mm	1,5 mm	1 m
604 501	7 mm	2 mm	1 m
307 70	8 mm	1 mm	1 m
604 502	8 mm	2 mm	1 m
604 503	10 mm	2 mm	1 m
604 504	12 mm	2 mm	1 m



### Tuyaux en silicone

Tuyaux en caoutchouc silicone selon DIN 40268. Transparents, de qualité alimentaire, résistants à des températures de -60 à +200 °C, conviennent aussi pour l'acheminement de la vapeur d'eau.

N° de cat.	Ø int.	Épaisseur de paroi	Longueur
667 198	2 mm	1 mm	1 m
667 197	4 mm	1 mm	1 m
604 431	5 mm	1,5 mm	1 m
604 432	6 mm	2 mm	1 m
667 194	7 mm	1,5 mm	1 m
604 433	7 mm	2 mm	1 m
604 434	8 mm	2 mm	1 m
604 435	10 mm	2 mm	1 m

### Tuyau à gaz de sécurité, 1 m

Conforme à la norme DIN 306 64 et à la réglementation de l'organisme allemand DVGW, pour tous les brûleurs utilisés en laboratoire et tous les types de gaz. Souple, ne risque pas de se couder.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Épaisseur de paroi : 2,0 mm
- Diamètre intérieur : 10 mm

666 729    Tuyau à gaz de sécurité, 1 m

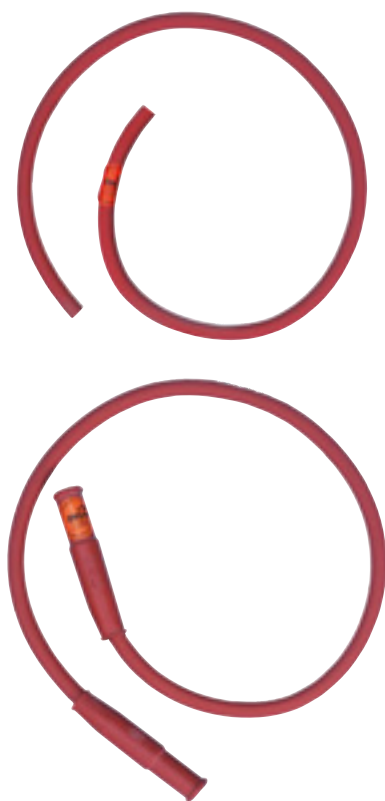
### Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 1 m

Conforme à la norme DIN 306 64 et à la réglementation de l'organisme allemand DVGW, pour tous les brûleurs utilisés en laboratoire et tous les types de gaz. Souple, ne risque pas de se couder. Avec manchon terminal élastique minimisant le risque de pliure. Aucun collier de serrage nécessaire.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1,0 m
- Épaisseur de paroi : 2,0 mm
- Diamètre intérieur : 10 mm

667 187    Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 1 m



## 8.13 Capuchons et accessoires

### Capuchons à vis pleins

Capuchons à vis en PBTP, rouges, pour filetage GL.

N° de cat.	Filetage GL
667 300	14
667 304	18
667 3091	25
667 3093	45



### Capuchons à vis avec trou

Capuchons à vis en PBTP, rouges, pour filetage GL, sans joint.

N° de cat.	Filetage GL	Trou
667 301	14	9,5 mm
667 305	18	11 mm
667 302	25	15 mm
667 303	32	20 mm
667 3095	45	34 mm



### Raccord fileté GL 18, lot de 10

Pour le couplage de deux filetages GL.

Caractéristiques techniques :

- Filetage GL : 18

667 308	Raccord fileté GL 18, lot de 10
---------	---------------------------------



### Joints en silicone

Joints en silicone pour raccords filetés GL, lot de 10, avec manchette PTFE pour une haute résistance aux produits chimiques.

N° de cat.	Filetage GL	Ø ext. x Ø int.	Convient pour tubes
667 3100	14	12 mm x 6 mm	5,5 ... 6,5
667 307	18	16 mm	sans trou
667 306	18	16 mm x 6 mm	5,5 ... 6,5
667 295	18	16 mm x 8 mm	7,5 ... 9
667 296	18	16 mm x 10 mm	9,0 ... 11
667 297	25	22 mm x 8 mm	7,5 ... 9
667 3102	25	22 mm x 12 mm	11,0 ... 13



### 8.14 Robinets en verre

#### Robinets en verre à une voie

Avec robinet RN de 14,5 mm, diamètre du tube 8 mm, longueur du tube 50 mm, trou 2,5 mm.

N° de cat.	Forme
665 250	coudé
602 702	droit
602 700	droit avec bec
602 701	droit, robinet capillaire



#### Robinet à 3 voies en T, robinet RN

Caractéristiques techniques :

- Robinet RN : 14,5 mm
- Diamètre du tube : 8 mm
- Longueur du tube : env. 50 mm

665 255	Robinet à 3 voies en T, robinet RN
---------	------------------------------------

### 8.15 Goupillons et brosses

#### Goupillons et brosses

N° de cat.	Diamètre	Longueur de la brosse / Longueur	Remarque
666 942	10 mm	50 mm / 260 mm	Goupillon pour tubes à essais avec touffe de poils
666 947	15 mm	100 mm / 500 mm	Goupillon pour pipettes et burettes
666 943	20 mm	80 mm / 270 mm	Goupillon pour tubes à essais avec touffe de poils
666 946	35 mm	130 mm / 270 mm	Goupillon pour tubes à essais et flacons
666 948	50 mm	130 mm / 330 mm	Goupillon pour béchers
609 001			Brosse de lavage de la verrerie de laboratoire
666 949			Goupillon articulé pour ballons



### 8.16 Spatules et pinces

#### Pince pour creuset, 200 mm

En acier inoxydable.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 200 mm

667 035	Pince pour creuset, 200 mm
---------	----------------------------



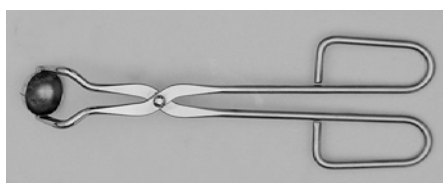
#### Pince à mercure

En acier inoxydable. Pour attraper les gouttes de mercure.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 200 mm

667 633	Pince à mercure
---------	-----------------



## Pince pour béchers et ballons

Pour béchers d'un volume maximal de 1 l, en acier inoxydable, mâchoires recouvertes de caoutchouc

667 038	Pince pour béchers et ballons
---------	-------------------------------



## Support, acier inoxydable

Pour la fixation de thermomètres en verre, de flexibles ou autres à un bécher, une éprouvette ou un ballon.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : acier inoxydable
- Ouverture : 8 ... 15 mm
- Longueur : 55 mm

666 169	Support, acier inoxydable
---------	---------------------------



## Spatules doubles

Microspatules doubles en acier.

N° de cat.	Longueur	Largeur
604 5671	130 mm	3 mm
604 5672	150 mm	5 mm
666 961	185 mm	5 mm



## Spatules cuillères

Spatules cuillères en acier inoxydable.

N° de cat.	Longueur	Largeur
666 963	120 mm	20 mm
666 962	150 mm	9 mm
666 967	150 mm	22 mm
666 968	180 mm	22 mm



## Spatules cuillères en polyamide

N° de cat.	Longueur
666 966	180 mm
604 570	150 mm
604 571	210 mm



## Microcuillère à poudre

Acier inoxydable.

Caractéristiques techniques :

- Largeur : 5 mm
- Longueur : 150 mm

666 960	Microcuillère à poudre
---------	------------------------



## 8.16 SPATULES ET PINCES



### Pinces brucelles

N° de cat.	Longueur	Forme	Matériau
662 025	100 mm	bouts pointus	Acier inoxydable
667 034	200 mm	bouts émoussés	Acier inoxydable
662 034	100 mm	bouts émoussés	Acier à ressort
662 029	105 mm	bouts recourbés (pincette pour lamelles couvre-objets)	Acier inoxydable
667 026	130 mm	bouts pointus	Acier nickelé
667 027	130 mm	bouts émoussés	Acier nickelé
604 580	115 mm	bouts pointus	Polyméthylpentène
667 033	145 mm	bouts pointus	Polyméthylpentène

## 8.17 Travail du verre

### Coupe-verre à diamant

Pour couper les vitres.

667 003	Coupe-verre à diamant
---------	-----------------------

### Couteau à verre

Lame en acier trempé.

667 000	Couteau à verre
---------	-----------------

### Coupe-tube pour verre

Avec molette pour tube en verre d'un diamètre jusqu'à 30 mm.

N° de cat.	Désignation
667 013	Coupe-tube pour verre
667 002	Molette de rechange

### Poignée de protection

En caoutchouc épais. Empêche les blessures lorsqu'on introduit les tubes de verre dans les trous des bouchons.

667 630	Poignée de protection
---------	-----------------------

### Pelles doseuses

Blanches, en polypropylène, peuvent également servir de pelles de pesée.

N° de cat.	Contenu
604 220	5 ml
604 221	10 ml
604 222	50 ml
666 970	25 ml





## 8.18 Outils

### Trousse à outils

Convient pour les petites réparations.

Caractéristiques techniques :

- Taille des lames de tournevis : 0,5 mm x 3,0 mm
- Embouts tournevis : 0,6 mm x 4,5 mm et 1,0 mm x 6,0 mm
- Longueur des outils : 16 cm max.

Matériel livré :

- 1 manche de tournevis
- 2 embouts tournevis cruciformes et plats, amovibles
- 1 paire de ciseaux universelle
- 1 pince universelle, chromée
- 1 pince téléphone, isolée
- 1 détecteur de tension, conforme à la norme VDE
- 1 tournevis
- 1 lime pour contact
- 1 tournevis d'horloger avec 4 embouts
- 1 trousse en plastique

310 02 Trousse à outils



### Pince universelle

Avec poignées isolantes.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 17 cm

310 04 Pince universelle

### Pince téléphone

Avec coupe-fils.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 14,5 cm

310 05 Pince téléphone



### Marteau de serrurier

Selon DIN 1041, avec manche cintré.

Caractéristiques techniques :

- Masse : 200 g

604 811 Marteau de serrurier



### Niveau à bulles

Avec bulles d'air horizontale et verticale.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 40 cm

361 03 Niveau à bulles





### Kit de soudage

Kit d'initiation avec manuel d'accompagnement.

Matériel livré :

- Fer à souder 230 V/30 W
- Support pour fer à souder
- Pompe à dessouder
- Fil de soudure 1 mm (100 g)
- Jeu de pinces
- Manuel d'initiation au soudage

604 830 Kit de soudage



### Nivelle sphérique, 14 mm Ø

Remplie d'un liquide clair, à fond plat.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 8,2 mm

361 051 Niveau à bulle d'air, 14 mm Ø



### Ciseaux

Inoxydables.

N° de cat.	Longueur	Pointe	Remarque
662 014	110 mm	bouts pointus	Ciseaux à dissection
667 016	200 mm	bouts pointus	
662 026	130 mm	1 bout pointu, 1 bout rond	Ciseaux à dissection
667 017	125 mm	bouts arrondis	

### Couteau de laboratoire, lot de 10

Acier inoxydable, ne rouille pas.

667 018ET10 Couteau de laboratoire, lot de 10



### Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles

Lingette très douce à base de longues fibres végétales, sans effet chimique. Pour nettoyer les lentilles et autres surfaces optiques ainsi que les isolateurs haut de gamme.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions d'une feuille : 100 x 150 mm

305 01 Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles

### Colorant

Soluble dans l'eau, colorant alimentaire non toxique.

Caractéristiques techniques :

- Couleur : rouge
- Quantité : 10 g

309 42 Colorant

### Crayon universel, lot de 10

Pour inscrire des annotations sur des surfaces en papier, en carton, en plastique et en métal. Les inscriptions peuvent être effacées avec un chiffon humide.

309 45ET10 Crayon universel, lot de 10



### Feutre noir, pointe moyenne, lot de 5

Indélébiles, insolubles dans l'eau.

667 019ET5 Feutre noir, pointe moyenne, lot de 5

### Fil de soie, 20 m, lot de 2

100 % pure soie.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : 0,12 mm

686 56ET2 Fil de soie, 20 m, lot de 2

### Fil de démonstration

Fil en polyamide torsadé. Couleur : rouge et blanc.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 20 m
- Diamètre : 1 mm
- Résistance : 10 kg

309 50 Fil de démonstration

### Fil de pêche, lot de 2

Matériau : fil Trevira torsadé. Couleur : noir et blanc.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 10 m
- Diamètre : 0,5 mm
- Résistance : 6 kg

309 48ET2 Fil de pêche, lot de 2

### Bâtonnet en bois, lot de 200

Dimensions : 200 mm x 3 mm Ø

661 083ET20 Bâtonnet en bois, lot de 200



## 8.20 Gaz de laboratoire et accessoires

### Bouteilles de gaz comprimé, 10 l, 200 bars

Avec charge de gaz, acier et laque selon DIN. Dotées d'un capuchon de protection et d'un pied. Le nom de l'établissement peut être inscrit sur les bouteilles. Dimensions : 855 x 140 mm Ø. Tare : env. 18 kg.

N° de cat.	Pureté	Type de gaz	Couleur	Charge de gaz
661 010	5	Hydrogène	rouge	2,0 m <sup>3</sup>
661 011	2,6	Oxygène	bleue	2,0 m <sup>3</sup>
661 012	3	Dioxyde de carbone	grise	7,5 kg
661 013	5	Azote	verte	2,0 m <sup>3</sup>
661 014	4,6	Hélium	grise	2,0 m <sup>3</sup>



## 8.20 GAZ DE LABORATOIRE ET ACCESSOIRES

### Bouteilles de gaz comprimé, 2 l

N° de cat.	Pureté	Type de gaz	Couleur	Charge de gaz
661 0080	5	Hydrogène	rouge	200 bars
661 0081	2,8	Oxygène	bleue	200 bars
661 0082	3	Dioxyde de carbone	grise	1,5 kg
661 0083	2,8	Azote	verte	200 bars
661 0084	4,6	Hélium	grise	200 bars
661 0086	2,5	Propène	rouge	0,8 kg

### Chariots pour bouteilles de gaz

Pour bouteilles de gaz comprimé de 10 l avec chaîne de sécurité.

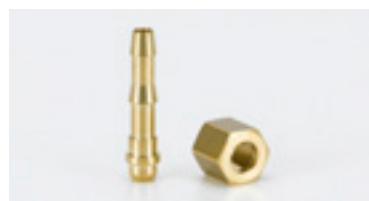


N° de cat.	Désignation
661 019	Chariot pour 1 bouteille de gaz
661 020	Chariot pour 2 bouteilles de gaz

### Support pour bouteille de 2 l

Support de table stable pour empêcher la bouteille de tomber.

661 021	Support pour bouteille de 2 l
---------	-------------------------------



### Raccord à olive pour manodétendeur

661 0186	Raccord à olive manodétendeur
----------	-------------------------------

### Manodétendeurs

Selon DIN, avec 2 manomètres, filetage normalisé et embout olivaire, conviennent pour les bouteilles de gaz comprimé 661 010 à 661 014 et 661 0080 à 661 0086, plage de réglage 0 ... 10 bars.

N° de cat.	Type de gaz	Pour bouteilles de gaz
661 015	Hydrogène	661010 / 6610080
661 016	Oxygène	661011 / 6610081
661 017	Dioxyde de carbone, hélium, argon	661012 / 6610082 / 661014 / 6610084
661 018	Azote	661013 / 6610083

### Clés plates

Double clés à fourche selon DIN 3110 et ISO 3318/1085, chromées.

N° de cat.	Dimensions	Utilisation
664 568	18/19 mm	pour raccord à olive
664 569	30/32 mm	pour bouteilles de gaz comprimé



### Bouteilles de gaz comprimé Minican

Volume géométrique : 1 l, hauteur 240 mm, diamètre extérieur 80 mm, tare env. 250 g.

N° de cat.	Pureté	Type de gaz	Charge de gaz (en référence à des conditions normales)
661 0010	5	Argon	12 l
660 989	2,5	n-butane	500 g
661 0011	2,5	i-butane	450 g
660 988	2,5	Éthane	14 g
660 994	2,8	Éthylène	13 g
660 984	5	Hélium	12 l
660 999	4,5	Dioxyde de carbone	21 g
661 0012	4	Krypton	12 l
660 987	3,5	Méthane	12 l
660 985	4,5	Néon	12 l
660 998	4,5	Oxygène	12 l
661 0013		Hexafluorure de soufre (SF6)	69 g
661 000	5	Azote	12 l
660 997	5	Hydrogène	12 l
661 0014	4	Xénon	12 l



### Soupapes de réglage de précision pour bouteilles de gaz comprimé Minican

Avec embout olivaire de 4 mm.

N° de cat.	Désignation
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille Minican
660 9801	Soupape de réglage de précision pour bouteille Minican, avec manomètre
660 9803	Détendeur avec manomètre pour bouteilles Minican



### Raccord à bague de serrage pour soupape de réglage de précision

Pour raccorder des tubes en verre aux bouteilles Minican.

660 9802	Raccord à bague de serrage pour soupape de réglage de précision
----------	---

### Adaptateur pour seringues

Pour prélever des échantillons de gaz au moyen d'une seringue, pour les bouteilles de gaz comprimé Minican.

660 9804	Adaptateur pour seringues
----------	---------------------------



### Tuyau en caoutchouc, 4 mm Ø

En caoutchouc naturel rouge, selon DIN 128 65.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 4 mm
- Épaisseur de paroi : 1,5 mm
- Longueur : 1 m

604 481	Tuyau en caoutchouc, 4 mm Ø
---------	-----------------------------





### Raccord 4...15 mm

Caractéristiques techniques :

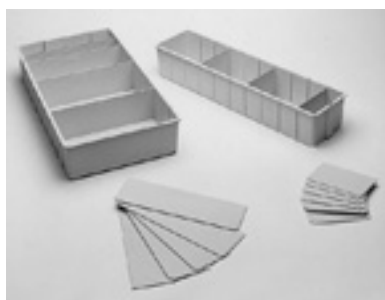
- Matériau : polypropylène
- Forme : droite
- Diamètre : 4 ... 15 mm
- Longueur : 110 mm

604 510	Raccord 4...15 mm
---------	-------------------

## 8.21 Rangement

### Boîtes de rangement

Pour le rangement du matériel utilisé en travaux pratiques. Version robuste de 4 mm d'épaisseur ; avec des rainures pour les séparations, subdivisibles en dix compartiments. Longueur x hauteur : 460 mm x 80 mm



N° de cat.	Largeur
648 01	80 mm
648 03	120 mm
648 05	160 mm
648 07	240 mm

### Séparations pour boîtes de rangement



N° de cat.	Largeur
648 02	80 mm
648 04	120 mm
648 06	160 mm
648 08	240 mm

### Plateaux de rangement

Pour le rangement du petit matériel et d'appareils. Version robuste de 4 mm d'épaisseur. Peuvent être compartimentés à l'aide de cuvettes de rangement. Les plateaux peuvent être posés sur le mobilier roulant. UD = unité dimensionnelle de 86 mm x 86 mm.



N° de cat.	Taille	Dimensions extérieures
649 42	Plateau 6 x 2 UD	552 mm x 197 mm x 48 mm
649 43	Plateau 6 x 3 UD	552 mm x 284 mm x 48 mm
649 45	Plateau 6 x 5 UD	552 mm x 459 mm x 48 mm

### Casiers de rangement pour plateaux

Casiers pour le rangement du petit matériel et d'appareils. Version robuste de 2 mm d'épaisseur. UD = unité dimensionnelle de 86 mm x 86 mm.



N° de cat.	Nombre	Taille	Dimensions extérieures
649 11	6	Casiers 1 x 1 UD	86 mm x 86 mm x 26 mm
649 12	6	Casiers 1 x 2 UD	86 mm x 172 mm x 26 mm
649 13	6	Casiers 1 x 3 UD	86 mm x 258 mm x 26 mm
649 16	3	Casiers 1 x 6 UD	86 mm x 518 mm x 26 mm
649 22	3	Casiers 2 x 2 UD	172 mm x 172 mm x 26 mm
649 23	3	Casiers 2 x 3 UD	172 mm x 258 mm x 26 mm

### Plateau de rangement, vide, S33

Pour le rangement d'appareils et de composants divers. Livré vide.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : polystyrène, épaisseur 3/2 mm
- Couleur : gris 851
- Largeur : 320 mm
- Profondeur : 480 mm
- Hauteur : 81/82 mm

650 65 Plateau de rangement, vide, S33

### Plateau S33, STE

Plateau double coque embouti en matière plastique, empilable, pour un rangement peu encombrant et bien ordonné d'éléments enfichables STE, de composants et accessoires.

Capacité de rangement :

- 90 éléments STE 2/19, ou
- 20 éléments STE 4/50, ou
- 30 éléments STE 2/50, ou
- 4 éléments STE 4/100 et  
4 éléments STE 4/50 ou
- assortiment au choix d'éléments STE.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 33 cm x 48 cm x 8 cm
- Empilable

650 67 Plateau S33, STE



### Plateau S24, STE

Plateau double coque embouti en matière plastique, empilable, pour un rangement peu encombrant et bien ordonné d'éléments enfichables STE, de composants et accessoires.

Capacité de rangement :

- 75 éléments STE 2/19, ou
- 15 éléments STE 4/50, ou
- 24 éléments STE 2/50, ou
- 3 éléments STE 4/100 et  
15 éléments STE 4/50 ou
- assortiment au choix d'éléments STE.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 24 cm x 48 cm x 8 cm
- Empilable

650 671 Plateau S24, STE

### Plateau de rangement S33, BST

Pour le rangement de 15 composants BST ou de 12 composants BST avec accessoires.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 482 mm x 345 mm x 78 mm

539 069 Plateau de rangement S33, BST

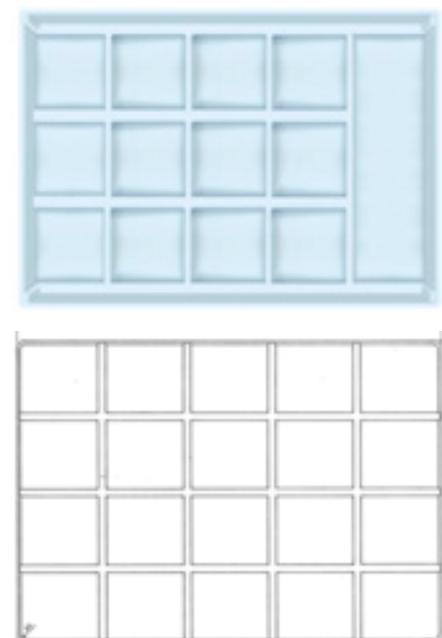
### Plateau de rangement, petit matériel

Pour le rangement clair et ordonné dans un minimum de place de composants divers : ampoules, piles, cavaliers, câbles, etc. Livré vide.

Caractéristiques techniques :

- Matériau : polystyrène, épaisseur 3/2 mm
- Couleur : gris 851
- Largeur : 320 mm
- Profondeur : 480 mm
- Hauteur : 81/82 mm

650 66 Plateau de rangement, petit matériel





### Boîte de rangement

Avec couvercle transparent.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 312 mm x 427 mm x 150 mm

649 502 Boîte de rangement

## 8.22 Environnement médiatique

### Rétroprojecteur Famulus alpha 250

Tête d'objectif de sécurité avec objectif à trois lentilles ( $f = 315$  mm) ; avec lentille de Fresnel anti-éblouissement, 2 ampoules halogènes 24 V, 250 W ; programme économique et changeur rapide d'ampoule (de l'extérieur), bras de projection rabattable, protection automatique contre la surchauffe.

Caractéristiques techniques :

- Plan de travail : 28 cm x 28 cm
- Ampoules halogène : 24 V/250 W
- Flux lumineux : 2500 lm
- Dimensions hors tout : 36 cm x 39 cm x 87 cm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz par câble secteur
- Masse : 8,2 kg

452 111 Rétroprojecteur Famulus alpha 250

### Caméra vidéo et USB BMS EcoCam III

BMS EcoCam III est une caméra universelle avec laquelle vous pouvez visionner à la fois des vidéos et des photos d'ordinateur. Utilisée avec un projecteur, elle a le grand avantage de pouvoir visualiser les photos sur un écran tout en ayant la possibilité d'y accéder sur l'ordinateur.

Caractéristiques techniques :

- Caméra : 1/4" CMOS avec DSP
- Résolution PAL : sortie 720 x 576 (horizontale/verticale)
- Résolution USB : 2048 x 1536 (horizontale/verticale)
- Lignes TV horizontales : 450 lignes
- Lentille optique : 8 mm C-mount avec Easy Focus
- Zoom : uniquement avec signal vidéo
- Col de cygne : souple, 66 cm de long
- Longueur focale : 30 mm à infinie
- Sensibilité à la lumière : 1,5 lux
- Diaphragme : régulation automatique de l'iris
- Balance des blancs : menu activée/désactivée
- Microphone : intégré dans le pied de la caméra
- Sortie : vidéo, USB et son
- Fichier stockage photos : formats BMP/JPG/TIF/PCX/TGA
- Système vidéo : PAL
- Entrée vidéo : composite, 25 images/seconde, 720 x 576 PAL
- Sortie audio : via carte son PC ou téléviseur
- Logiciel : CD avec fichiers pilotes et BMS\_pix
- Sortie numérique (à fonction d'alimentation) : USB
- Alimentation : bloc secteur 12 V
- Dimensions : 29 cm x 23,7 cm x 37 cm
- Masse : 3 kg
- Garantie : 2 ans sur le boîtier et les composants mécaniques et 1 an sur les composants électroniques
- Livrée avec valise aluminium, oculaire grand champ WF10x, adaptateur pour microscope et microscope stéréo, câble vidéo composite, câble rallonge 6 m, cordon USB, câble audio et mode d'emploi
- Matériel requis pour le fonctionnement vidéo : téléviseur avec entrée composite
- Matériel requis pour le fonctionnement sur PC : ordinateur avec Windows XP (SP2/SP3), Vista et W7

MIK74703 Caméra vidéo et USB BMS EcoCam III





# CHIMIE

- 9.1 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES
- 9.2 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE  
ET ÉCOLOGIE
- 9.3 PHYSICOCHEMIE ET ÉLECTROCHEMIE
- 9.4 CHIMIE ANALYTIQUE
- 9.5 CHIMIE INORGANIQUE, ORGANIQUE  
ET TECHNIQUE

### 9.1 Travaux pratiques pour les élèves

#### 9.1.2 Science Kits Sciences de la vie et de la Terre



##### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : entendre, toucher, goûter, sentir

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- La production des sons
- Sons graves, aigus, forts et faibles
- Propagation du son dans l'air et dans un solide
- Écouter les sons produits par son propre corps
- Transmission des ondes sonores par le tympan
- Bruit, insonorisation
- Les récepteurs sensoriels de la peau
- Sensibilité thermique de la peau
- Les zones gustatives de la langue
- Perception des odeurs

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	204 110	Thermomètre agitateur, -10...+110 °C/1 K
1 de	309 48ET2	Fil de pêche, jeu de 2 bobines
1	340 90	Élastiques, lot de 8
1	501 44	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire
2 de	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
1	539 064	Ressort à lame, BST
3	661 221	Flacon en PE à couvercle fileté, 100 ml, col étroit
1 de	662 425ET2	Sondes à froid, jeu de 2
1 de	662 426ET5	Sondes à poil tactile, jeu de 5
1 de	662 427ET5	Compas tactiles, jeu de 5
1 de	662 428ET10	Crayons de couleur, jeu de 10
1 de	662 430ET2	Appareils pour l'étude de l'audition binaurale, jeu de 2
1	662 431	Diapason 440 Hz
1 de	662 433ET2	Tubes de résonance, jeu de 2
3	664 121	Bécher PP, 100 ml, forme basse
1	664 194	Cuvette pneumatique 2 l
1 de	685 45ET5	Piles de 9 V (monobloc), jeu de 5
1	688 165	Buzzer avec silencieux
1	688 166	Béchers, jeu de 2

587 800 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : entendre, toucher, goûter, sentir

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 831FR	LIT : NK 1 Perception
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre

### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : voir

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.

Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Propagation rectiligne de la lumière
- Ombre et pénombre
- Réflexion et réfraction
- Marche des rayons à travers une lentille convergente et divergente
- Images projetées
- Instruments d'optique (appareil photo, loupe, longue-vue, œil)

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	311 78ET5	Mètres rubans, 1 m, jeu de 5
1	459 032	Lampe halogène 12 V/20 W
1	459 24	Écran transparent sur tige
1 de	459 31ET2	Porte-bougies, lot de 2
1	459 32	Bougie, lot de 20
1	459 33	Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige
1	459 41	Modèle de miroirs combinés
1 de	459 45ET2	Demi-cylindres, r = 30 mm, jeu de 2
1 de	459 48ET2	Modèles de lentille plan-convexe, jeu de 2
1 de	459 50ET2	Modèles de lentille plan-concave, jeu de 2
1	459 60	Lentille sur tige, f = +50 mm
1	459 62	Lentille sur tige, f = +100 mm
1	459 64	Lentille sur tige, f = +300 mm
1	459 68	Lentille sur tige, f = -100 mm
1	460 83	Rail métallique de précision, 0,37 m
3 de	460 95ET5	Cavaliers, jeu de 5
1	461 62	Diaphragmes à fentes, jeu de 2
1	461 66	Diapositives, jeu de 2
1	501 44	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire
1	688 139	Table d'optique, blanche

587 801 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : voir

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 831FR	LIT : NK 1 Perception
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre

### Transformateur 6/12 V, 30 W

Spécialement conçu pour l'alimentation du carter de lampe (450 60), des lampes Science Kit Advanced (459 032, 459 046, 459 092) et de l'enregistreur (337 18) ; protégé contre la surcharge.

Caractéristiques techniques :

- Tensions de sortie : 6 V/5 A CA et 12 V/2,5 A CA
- Connexion : resp. deux douilles de sécurité de 4 mm
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 60 VA
- Protection : fusible thermique
- Dimensions : 21 cm x 9 cm x 17 cm
- Masse : 2,6 kg

521 210 Transformateur 6/12 V, 30 W



# 9.1 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 9.1.2 SCIENCE KITS SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : sur les traces du monde miniature

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Observation d'une aile d'insecte (mouche domestique)
- Observation d'une feuille
- Observation du sucre (sucre candi, sucre en poudre)
- Structure d'une cellule de l'épiderme d'oignon
- Coupe transversale de la tige d'une plante
- Cellules de la muqueuse buccale
- Observation des pattes d'un insecte

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	602 782	Baguette en verre, 200 mm x 5 mm Ø
1	661 034	Filtres ronds, sorte 595, 110 mm Ø, jeu de 100
1	662 092	Lamelle couvre-objet, 22 x 22 mm, lot de 100
1	662 093	Lame porte-objet, 76 x 26 x 1 mm, lot de 50
1 de	662 335ET5	Pinceaux, taille 2, jeu de 5
1	664 137	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme haute
1	665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10
1	665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10
1 de	667 018ET10	Couteau de laboratoire, lot de 10
1	667 130	Loupe socle, x4
1	EUPB111	Matériel de dissection dans boîte en plastique

587 802 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : sur les traces du monde miniature

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 832FR	LIT : NK 2 Le monde miniature
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre

### Microscope BMS 100 FL 7-LED CIS

Microscope scolaire d'initiation à LED, robuste.

Caractéristiques techniques :

- Oculaire : grand champ x10/x18 mm avec pointeur, à vis de sécurité
- Tube : incliné 45°
- Tourelle revolver : 3 places
- Objectifs : achromatiques DIN x4, x10 et x40 protégés par ressort
- Grossissement : x40, x100 et x400
- Mise au point : macrométrique et micrométrique, ajustage bilatéral ; avec glissière macrométrique
- Platine : à 2 valets
- Condenseur : fixe, O. N. 0,65 avec diaphragme à iris intégré
- Éclairage : 7 LED (15 W-20 W), réglable

Matériel livré :

Livré avec une housse de protection, une clé pour régler la tension de la commande macrométrique, un jeu d'accumulateurs, un chargeur et un mode d'emploi.

MIK76007 Microscope BMS 100 FL 7-LED CIS



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : soleil, Terre, lune

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.

Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Le jour et la nuit
- Les phases de la lune
- Éclipses solaires et lunaires
- Les saisons
- Conversion de l'énergie par une cellule solaire
- Intensité du courant et tension d'une cellule solaire
- Montage en série et en parallèle de cellules solaires

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	450 651	Lampe de poche
1	459 39	Modèle Terre - lune
1 de	460 95ET5	Cavaliers, jeu de 5
1	531 275	Multimètre numérique LCD Peaktech 1070
2	578 622	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A
1	666 487	Micromoteur avec hélice
2 de	685 48ET5	Piles de 1,5 V (Mono D), jeu de 5

587 803	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : soleil, Terre, lune
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 833FR	LIT : NK 3 Soleil, Terre, chaleur
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre



# 9.1 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 9.1.2 SCIENCE KITS SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : température et chaleur

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Dilatation des solides et des liquides sous l'action de la chaleur
- Mesure de la température
- Étalonnage d'un thermomètre
- Conduction de la chaleur
- Flux de chaleur
- Rayonnement thermique
- Isolation thermique
- États d'agrégation de l'eau

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	204 110	Thermomètre agitateur, -10...+110 °C/1 K
1	303 22	Brûleur à alcool, en métal
1 de	381 10ET5	Tube d'ascension, plastique, jeu de 5
1 de	381 311ET2	Bilames, jeu de 2
1	382 20	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C, non gradué
1 de	384 501ET2	Tiges thermoconductrices Fe/Cu, 2 paires
1	384 531	Paire de sondes à rayonnement
1 de	387 79ET2	Hélices à 8 pales avec crapaudine, jeu de 2
3	661 252	Bocal en verre à couvercle encliquetable, 50 ml
1	664 123	Bécher PP, 250 ml, forme basse
1	665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10
1	665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10
1	667 030	Pince en métal pour tube à essais
2	667 258	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 19 ... 24 mm Ø
2 de	686 64ET5	Aiguilles métalliques, jeu de 5
1	LDS00001	Chronomètre numérique manuel

587 804 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : température et chaleur

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	309 42	Colorant
1	670 9990	Alcool à brûler, 1 l

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 833FR	LIT : NK 3 Soleil, Terre, chaleur
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre

### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : mon corps, ma santé

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.

Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Expériences sur le thème de la nutrition
- Mise en évidence de l'amidon dans les aliments
- Mise en évidence de la graisse dans les aliments
- Mise en évidence du glucose dans les aliments
- Extraction de la fécule de pomme de terre
- Levée biologique de la pâte
- Solubilité des lipides
- Expériences sur le thème de la respiration et de la circulation du sang
- Respiration pectorale, respiration abdominale
- Mesure des pulsations (ou pouls)

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	204 110	Thermomètre agitateur, -10...+110 °C/1 K
1	303 22	Brûleur à alcool, en métal
1 de	311 78ET5	Mètres rubans, 1 m, jeu de 5
1 de	590 08ET2	Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2
1	602 022	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse
1	661 035	Filtres ronds, sorte 595, 125 mm Ø, jeu de 100
4	661 252	Bocal en verre à couvercle encliquetable, 50 ml
1	664 131	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse
3	664 153	Verre de montre, 60 mm Ø
1	664 441	Capsule d'évaporation 60 mm Ø
1 de	665 212ET10	Baguette d'agitation en verre 200 mm x 8 mm Ø, lot de 10
1	665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10
1	665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10
1	666 962	Spatule double, acier inoxydable, 150 mm
1	666 966	Spatule cuillère, PP, 180 mm
1	667 017	Ciseaux, 125 mm, bouts arrondis
1 de	667 018ET10	Couteau de laboratoire, lot de 10
1	667 030	Pince en métal pour tube à essais
1	LDS00001	Chronomètre numérique manuel

587 805 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : mon corps, ma santé

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 834FR	LIT : NK 4 Le corps et la santé
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre

### Lunettes de protection pour laboratoire Focomax

Particulièrement grandes, anti-UV, se portent par dessus tout type de lunettes standard, à écran anti-rayures en polycarbonate incolore, homologation EN166 1 F CE, masse : 49 g.

610 010 Lunettes de protection pour laboratoire Focomax



# 9.1 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 9.1.2 SCIENCE KITS SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les matières dans notre quotidien

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Le volume des solides, des liquides et des gaz
- La masse des solides et des liquides
- La densité des solides et des liquides
- Propriétés générales des matières (odeur, couleur, propriété magnétique, structure, solubilité dans l'eau)
- Séparation des matières

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1 de	311 78ET5	Mètres rubans, 1 m, jeu de 5
1	315 07	Balance monoplateau
1 de	340 85	Masses marquées de 50 g, jeu de 6
1	362 32	Bloc en aluminium
1 de	510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
1 de	590 08ET2	Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2
1	661 035	Filtres ronds, sorte 595, 125 mm Ø, jeu de 100
5	661 251	Bocal en verre à couvercle encliquetable, 20 ml
1	664 123	Bécher PP, 250 ml, forme basse
1	664 183	Boîte de Petri, 100 mm
1	664 250	Fiole Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit
1	665 009	Entonnoir PP, 75 mm Ø
1 de	665 212ET10	Baguette d'agitation en verre 200 mm x 8 mm Ø, lot de 10
1	665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10
1	665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10
1	666 966	Spatule cuillère, PP, 180 mm
1	667 1328	Loupe en plastique pliante, env. x3,5
1 de	686 51ET2	Fil, jeu de 2

587 806	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les matières dans notre quotidien
---------	---

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 835FR	LIT : NK 5 Appareils et matériaux
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les appareils dans notre quotidien

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Circuit électrique simple
- Montage en série et en parallèle d'ampoules
- Conduction électrique dans les solides et les liquides
- Magnétisme
- La boussole

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
5	500 414	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, noir
2 de	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
4 de	505 11	Ampoules 2,5 V/0,25 W, E10, jeu de 10
1 de	510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2
1	513 70	Boussole de poche
1	539 063	Conducteurs et isolants, BST, jeu
1	539 064	Ressort à lame, BST
1	539 066	Électrodes, BST, paire
2	539 124	Douille pour lampe, culot E10, BST S
1	539 125	Interrupteur à bascule, BST S
1	539 153	Porte-piles, BST S
1	664 123	Bécher PP, 250 ml, forme basse

587 807 Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les appareils dans notre quotidien

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 835FR	LIT : NK 5 Appareils et matériaux
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre



# 9.1 TRAVAUX PRATIQUES POUR LES ÉLÈVES

## 9.1.2 SCIENCE KITS SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE



### Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : le sol

Pour l'expérimentation en travaux pratiques de sciences naturelles.  
Rangement clair de l'équipement dans une boîte en plastique avec couvercle. Fiches de TP pour l'élève incluses.

Thèmes :

- Les propriétés du sol
- Test de sol : appréciation par le toucher
- Échantillon de boue
- Cycle de vie des matériaux
- Détermination de la température du sol
- Capacité de rétention d'eau d'échantillons de sol
- Organismes vivant dans le sol - l'édephon

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	315 233	Balance électronique MAULtec S
1 de	590 08ET2	Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2
1	662 093	Lame porte-objet, 76 x 26 x 1 mm, lot de 50
1 de	662 335ET5	Pinceaux, taille 2, jeu de 5
1	664 123	Bécher PP, 250 ml, forme basse
1	664 183	Boîte de Petri, 100 mm
1 de	665 563ET5	Petites chambres de séparation 250 ml, jeu de 5
1	665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10
1	665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10
1	666 160	Thermomètre chimique, -10...+110 °C/1 K
1 de	666 334ET2	Gazes de 20 x 20 cm, jeu de 2 x 3
1	666 351	Tamis, plastique, Ø 16 cm
1	666 966	Spatule cuillère, PP, 180 mm
1	667 027	Pince brucelles, émoussée, 130 mm
1	667 130	Loupe socle, x4
1	LDS00001	Chronomètre numérique manuel
1	MA92110	Bandelettes indicatrices pH-Fix, pH 0 - 14

587 808	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : le sol
---------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	587 836FR	LIT : NK 6 Sol, eau, air
1	587 830FR	CD : Document Center, Sciences de la vie et de la Terre



### Lunettes de protection pour laboratoire Focomax

Particulièrement grandes, anti-UV, se portent par dessus tout type de lunettes standard, à écran anti-rayures en polycarbonate incolore, homologation EN166 1 F CE, masse : 49 g.

610 010	Lunettes de protection pour laboratoire Focomax
---------	---

## 9.2 Analyse environnementale et écologie

### 9.2.1 Analyse de l'eau

#### Détermination des constituants de l'eau avec des réactifs de détection et le photomètre à immersion

L'expérience C3.6.1.1 consiste à identifier certaines substances telles que le phosphate, l'ammonium ou le nitrate, dans des échantillons d'eau. Il s'agit de déterminations photométriques. Le principe chimique repose sur le fait qu'avec les réactifs ajoutés, la substance à identifier forme un composé coloré ou occasionne une certaine turbidité. Avec une longueur d'onde appropriée, l'extinction de la coloration ou de la turbidité survenue est directement proportionnelle à la concentration de la substance.

#### Équipement : détermination des constituants de l'eau avec des réactifs de détection et le photomètre à immersion

N° de cat.	Désignation	Nombre
524 069	Photomètre à immersion S	1
666 2605	Support pour photomètre à immersion S	1
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
666 2600	Photométrie - assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)	1
666 961	Microspatule double, acier inoxydable, 185 mm	1
664 043	Tube à essais Fiolax, 16 x 160 mm, lot de 10	1
667 050	Porte-tubes à essais en plastique, pour 9 tubes, 18 mm Ø	1
665 997	Pipette graduée, 10 ml	1
666 003	Poire à pipeter	1
667 031ET10	Pinces en bois pour tube à essais, 20 mm Ø, jeu de 10	1
656 016	Bec Bunsen, multigaz	1
607 025	Tuyau à gaz de sécurité, 1,5 m	1
674 7860	Acide sulfurique, 95-98 %, 500 ml	1



## 9.2 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIE

### 9.2.1 ANALYSE DE L'EAU



#### Valise environnement I

Comprend un Mobile-CASSY (524 009A) et 3 capteurs avec adaptateurs enfichables pour la mesure du pH, de la conductivité et de la température ainsi que pour la détermination des constituants de l'eau (des réactifs sont nécessaires en supplément). Dans valise de rangement avec 2 inserts en mousse préformés offrant suffisamment de place pour d'autres capteurs permettant par ex. de procéder à la mesure exacte de la température avec le connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K (524 0673) et la sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K (529 676) ou de l'éclairement avec le connecteur adaptateur lux S (524 0511) et le capteur lux (666 0243).

Couleur : gris

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (l x H x P) : 445 mm x 115 mm x 360 mm
- Masse : 2,0 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 009A	Mobile-CASSY
1	524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S
1	524 0672	Connecteur adaptateur pH S
1	524 069	Photomètre à immersion S
1	529 670	Capteur de conductivité
1	666 388	Valise pour plusieurs Mobile-CASSY
1	667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC

666 3801	Valise environnement I
----------	------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 2600	Photométrie – assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)
1	666 2601	Photométrie – assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)
1	666 2605	Support pour photomètre à immersion S



#### Valise environnement II

Comprend trois Mobile-CASSY (524 009A) et 4 capteurs avec adaptateurs enfichables pour la mesure du pH, de la conductivité, de la température et de l'éclairement ainsi que pour la détermination des constituants de l'eau (des réactifs sont nécessaires en supplément). Dans valise de rangement avec 2 inserts en mousse préformés offrant suffisamment de place pour un autre capteur permettant par ex. de procéder à la mesure exacte de la température avec le connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K (524 0673) et la sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K (529 676).

Couleur : gris

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (l x H x P) : 445 mm x 115 mm x 360 mm
- Masse : 2,7 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
3	524 009A	Mobile-CASSY
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S
1	524 0672	Connecteur adaptateur pH S
1	524 069	Photomètre à immersion S
1	529 670	Capteur de conductivité
1	666 243	Capteur lux
1	666 388	Valise pour plusieurs Mobile-CASSY
1	667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC

666 3811	Valise environnement II
----------	-------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	666 2600	Photométrie – assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)
1	666 2601	Photométrie – assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)
1	666 2605	Support pour photomètre à immersion S

### Photométrie – assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)

Utilisé avec le photomètre à immersion S (524 069) et le système CASSY, l'assortiment 1 de réactifs permet de mesurer 8 substances contenues dans des échantillons d'eau.

Les réactifs sont fournis sous forme de pastilles. 100 dosages peuvent être effectués par réactif.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 38 cm x 30 cm x 8 cm
- Masse : 1,3 kg

Matériel livré :

- Pastilles pour respectivement 100 dosages de l'ammonium, du chlorure, du fer, de la dureté, du nitrate, du nitrite, du phosphate, du sulfate
- 2 béchers en PP gradués, 25 ml
- 1 baguette d'agitation
- 1 seringue 10 ml
- 1 cuve ronde avec couvercle 10 ml
- 1 valise avec insert en mousse

666 2600 | Photométrie – assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)



### Photométrie – assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)

Utilisé avec le photomètre à immersion S et le système CASSY, l'assortiment 2 de réactifs permet de mesurer 9 substances contenues dans des échantillons d'eau.

Les réactifs sont fournis sous forme de pastilles (à l'exception du réactif pour le nickel). 100 dosages peuvent être effectués par réactif.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 38 cm x 30 cm x 80 cm
- Masse : 1,3 kg

Matériel livré :

- Pastilles (ou poudre et liquide pour le nickel) pour respectivement 100 dosages du chlore libre, du chlore total, du potassium, de l'acide silicique, du cuivre, du manganèse, du zinc, du nickel, du sulfite
- 2 béchers en PP gradués, 25 ml
- 1 baguette d'agitation
- 1 seringue 10 ml
- 1 cuve ronde avec couvercle 10 ml
- 1 valise avec insert en mousse

666 2601 | Photométrie – assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)



## 9.2 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIE

### 9.2.1 ANALYSE DE L'EAU



#### Photomètre à immersion S

Associé à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836) et aux réactifs appropriés (666 2600, 666 2601, 666 2603, 666 2604), le photomètre à immersion S permet de mesurer les polluants et la turbidité dans des échantillons d'eau. 17 déterminations de polluants et une mesure de la turbidité sont déjà programmées dans le logiciel. Mais il est aussi possible d'effectuer et d'enregistrer ses propres déterminations au choix. Outre la mesure directe de la transmittance, de l'absorbance et de la concentration, l'appareil permet aussi le suivi temporel de ces grandeurs mesurées (étude cinétique). Le photomètre peut également être utilisé pour une mesure à long terme (par ex. mesure de la turbidité dans le bioréacteur).

Caractéristiques techniques :

- Grandeur mesurée : transmittance, absorbance et concentration
- Longueur d'onde : LEDs 455/520/558/612/696 nm
- Détecteur : cellule photovoltaïque au silicium
- Polluants mesurables : ammonium, chlore libre, chlore total, chlorure, fer, dureté, potassium, acide silicique, cuivre, manganèse, nickel, nitrate, nitrite, phosphate, sulfate, sulfite, turbidité, zinc (il est aussi possible d'effectuer ses propres déterminations)
- Longueur du câble : 1 m
- Matériau : verre Duran
- Quantité d'échantillon : 10 ml
- Dimensions : 200 mm x 26 mm Ø
- Masse : 200 g

524 069 Photomètre à immersion S



#### Support pour photomètre à immersion S

Remplace un statif pour la réalisation des calibrages et des mesures. Le support est en plastique, sur tôle métallique laquée.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 80 mm x 80 mm x 140 mm
- Masse : 0,15 kg

666 2605 Support pour photomètre à immersion S



#### Valise « Environnement » avec photomètre PF-12

La valise « Environnement » sert à l'évaluation écologique, sur le terrain, de différents milieux aquatiques. Il s'agit d'un laboratoire compact pour l'analyse de l'eau avec un photomètre, des réactifs et des accessoires rangés dans l'insert en mousse d'une valise solide. L'évaluation photométrique des tests de couleur garantit une grande précision et une bonne reproductibilité. Les lots de réactifs permettent jusqu'à 200 déterminations par paramètre.

- Ammonium (15)
- Dureté carbonatée C 20
- Acier
- Dureté totale H 20 F
- Nitrate
- Nitrite
- pH 4,0 à 10,0
- Phosphate

MA914303 Valise « Environnement » avec photomètre PF-12

### 9.2.2 Analyse de l'air

#### Mesure de l'activité photosynthétique d'une plante en pot le jour, à la lumière, et la nuit.

Mesure de la température, de l'humidité de l'air, de l'éclairement et de la concentration en CO<sub>2</sub> (une lampe pour plante de 80 W est nécessaire).

N° de cat.	Nombre	Désignation
662 327	1	Biosphère
524 013	1	Sensor-CASSY 2
524 220	1	CASSY Lab 2
524 057	1	Adaptateur météorologie
666 243	1	Capteur lux
529 057	1	Capteur d'humidité
524 083	1	Capteur de CO <sub>2</sub> S
501 11	1	Câble rallonge, à 15 pôles



#### Biosphère

La biosphère permet de mesurer un grand nombre de paramètres individuels ou combinés. Il s'agit d'un système fermé qui permet d'observer et d'évaluer l'impact d'un changement des conditions environnementales sur les plantes. L'influence des agents polluants ou de différentes compositions de l'air peut également y être examinée. Coupole en plexiglas livrée avec tous les joints et raccords filetés GL nécessaires.

##### Expériences réalisables (sélection)

- Modification de la composition de l'air par la croissance des plantes et la germination
- Influence de la luminosité et de la longueur d'onde de la lumière sur la croissance des plantes (taux de photosynthèse) et la germination
- Effet de la température et de l'humidité de l'air
- Effet des agents polluants sur les plantes et les matériaux (par ex. les matières premières)
- Influence sur la germination des substances gazeuses (par ex. l'éthylène sur les pommes mûres)
- Observation de la respiration du sol
- Développement de chaleur lors de la respiration

##### Caractéristiques techniques :

- Passage : 2 raccords filetés GL 25
- Passage : 1 raccord fileté GL 32
- Matériau : plexiglas, incolore, transparent
- Dimensions : 50 cm de Ø, 35 cm de haut
- Masse : env. 5 kg

662 327	Biosphère
---------	-----------

#### Conducteur de gaz carbonique

Avec 2 bougies.

667 086	Conducteur de gaz carbonique
---------	------------------------------



#### Analyse des gaz d'échappement

Dans des conditions idéales, seuls de l'eau et du dioxyde de carbone résulteraient de la combustion des hydrocarbures. S'il s'agit d'un mélange de différents combustibles comme l'essence, par exemple, il peut également se former des oxydes d'azote ou de soufre. Dans l'expérience C5.3.1.1, on utilise des tubes indicateurs pour étudier différents gaz d'échappement et leur teneur en de tels sous-produits de combustion.



#### Détecteur de gaz

Pour la mesure rapide et exacte des concentrations de gaz et de vapeur dans l'air. Le détecteur de gaz se compose d'une poire et d'un support pour les tubes indicateurs. Ces tubes contiennent un système réactif provoquant un virage de la coloration en présence de la substance à mesurer. Fourni avec un mode d'emploi détaillé.

666 310	Détecteur de gaz
---------	------------------



## 9.2 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIE

### 9.2.2 ANALYSE DE L'AIR



#### Accessoires pour le détecteur de gaz

N° de cat.	Désignation
666 308	Tube indicateur d'alcoolémie (alcootest), lot de 10
666 309	Tube indicateur de $C_nH_m$ , 0,002...0,3 vol. %, lot de 10
609 090	Tube indicateur de $CO_2$ , 100 ... 3000 ppm, lot de 10
666 311	Tube indicateur de $CO_2$ , 0,1...7 %, lot de 10
666 312	Tube indicateur de CO, 5... 1000 ppm, lot de 10
609 091	Tube indicateur de $CO_2$ , 10 ... 3000 ppm, lot de 10
666 319	Tube indicateur de CO, 0,5...7,0 %, lot de 10
666 313	Tube indicateur de $NO_x$ , 0,5...50 ppm, lot de 10
666 318	Tube indicateur de $NO_x$ , 10...300 ppm, lot de 10
666 316	Tube indicateur d' $O_2$ , 5...23 vol. %, lot de 8
666 307	Tube indicateur d' $O_2$ , 0,005...1,4 ppm, lot de 10
666 314	Tube indicateur de $SO_2$ , 1...25 ppm, lot de 10
666 317	Tube indicateur de formaldéhyde, 0,2...2,5 ppm, lot de 10
609 095	Tube indicateur du benzène, 5 ... 500 ppm, lot de 10

### 9.2.3 Problèmes environnementaux globaux

#### Problématique du « trou d'ozone »



Dans l'expérience C5.3.2.2 réalisée avec le kit d'expérimentation UV-IR-VIS, on étudie l'absorption du rayonnement UV C par l'ozone ainsi que la formation et la décomposition de l'ozone. La couche d'ozone dans la stratosphère (15...50 km d'altitude) est d'une importance existentielle pour la vie sur Terre. Sans son effet protecteur, le rayonnement UV à ondes très courtes empêcherait toute vie hors de l'eau. La couche d'ozone filtre le rayonnement de 220 à 310 nm. Ainsi, le rayonnement UV C (220... 280 nm) est entièrement absorbé et le rayonnement UV B (280... 320 nm) absorbé en grande partie.

C'est pourquoi une réduction de la concentration d'ozone (« trou dans la couche d'ozone ») entraîne une intensité accrue du rayonnement UV B à grande action biologique. Les plantes risquent d'en être affectées ce qui a un impact négatif sur les récoltes. Le phytoplancton (des espèces d'algues dans la couche de surface de l'océan) est lui aussi détérioré, or il joue un rôle important dans la chaîne alimentaire océanique. Comme il absorbe en outre des quantités considérables de dioxyde de carbone, il constitue un maillon essentiel du cycle du carbone et est étroitement lié à l'effet de serre. L'ozone se forme dans la stratosphère par la photolyse de l'oxygène sous l'effet des rayons UV.

#### Équipement : problématique du trou d'ozone

N° de cat.	Désignation	Nombre
666 265	Kit d'expérimentation UV, IR, VIS	1
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 0511	Connecteur adaptateur lux S	1
666 246	Capteur UV-C	1
667 818	Alimentation pour éclateur	1
500 621	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, rouge	1
500 622	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu	1
667 489	Pinces crocodile, lot de 2	1
667 241	Poire en caoutchouc, simple	1
665 957	Seringue de dosage 1 ml	1
603 030	Canule, 0,6 mm Ø, lot de 10	1
671 6600	Dichlorométhane (chlorure de méthylène), 250 ml	1



### Kit d'expérimentation UV, IR, VIS

Le kit comprend des sources émettrices et du matériel pour la réalisation d'expériences avec les rayons ultraviolets (UV-A, UV-B, UV-C), les rayons infrarouges (IR) et la lumière visible (VIS). Le plateau sert à la réalisation du montage expérimental et au rangement du matériel.

Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 12 V CA/1,65 A (par l'adaptateur secteur fourni)
- Dimensions : 51 cm x 37 cm x 19,5 cm
- Masse : 2,5 kg

Matériel livré :

- Sources de rayonnement : UV-A, UV-B, UV-C, lampes IR/VIS, commutables
- Filtres : IR, UV, filtre solaire (chimique)
- Cuves : pour la mesure de l'absorption de gaz, avec zone de décharge pour la génération d'ozone pour les liquides
- Matériaux : divers échantillons (verre, verre quartzéux, matières synthétiques etc.) pour la démonstration de l'absorption variable du rayonnement
- Cartes pour l'étude de la fluorescence et de la luminescence
- Divers : support pour cuves et capteurs, plaque de recouvrement

666 265	Kit d'expérimentation UV, IR, VIS
---------	-----------------------------------

Complément recommandé :

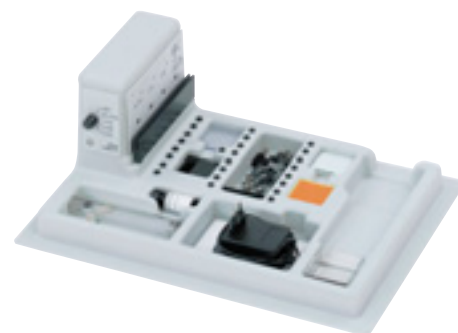
Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 861	Pincés crocodile nues, jeu de 6
1	524 009A	Mobile-CASSY
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 220	CASSY Lab 2
1	603 030	Canule, 0,6 mm Ø, lot de 10
1	665 957	Seringue de dosage 1 ml
1	666 246	Capteur UV-C
1	667 818	Alimentation pour éclateur
1	671 6600	Dichlorométhane (chlorure de méthylène), 250 ml

### Effet de serre

Dans l'expérience C5.3.2.1, on utilise le kit d'expérimentation IR-CO<sub>2</sub> pour montrer l'absorption du rayonnement infrarouge (IR) par le CO<sub>2</sub> dans la gamme de longueur d'ondes 4100...4300 nm. L'atmosphère terrestre est traversée par le rayonnement solaire à ondes courtes sans rencontrer d'obstacle grâce à des gaz présents à l'état de trace (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, ozone, oxyde de diazote et méthane). Le rayonnement thermique à ondes longues est absorbé. Tout comme le verre d'une serre, les gaz à effet de serre ralentissent l'émission d'énergie de la Terre et « piège » la chaleur. Seule une petite partie du rayonnement thermique est émise directement dans l'espace, la majeure partie en revanche est renvoyée à la surface de la Terre. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre naturel. Or cette part de gaz à effet de serre est modifiée par les activités humaines, ce qui accélère du même coup le réchauffement de la planète. On parle alors d'effet de serre anthropogène, c'est-à-dire causé par l'homme.

### Équipement : effet de serre

N° de cat.	Désignation	Nombre
666 2651	Kit d'expérimentation IR-CO <sub>2</sub>	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0511	Connecteur adaptateur lux S	1
666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>	1
524 045	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN	1
666 216	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide	1
521 535	Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A	1
660 999	Bouteille de gaz comprimé Minican, dioxyde de carbone	1
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican	1
667 197	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m	1



## 9.2 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIE

### 9.2.3 PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX GLOBAUX



#### Kit d'expérimentation IR-CO<sub>2</sub>

Pour la réalisation d'expériences avec le rayonnement infrarouge (rayonnement thermique) et tout particulièrement sur l'absorption du rayonnement IR et l'émission du gaz carbonique (effet de serre).

Le kit se compose d'un émetteur IR, d'une cuve de mesure réfléchissante et de supports divers, par ex. pour la sonde de température et le capteur d'infrarouge. Le plateau (avec couvercle) sert à la réalisation du montage expérimental et au rangement du matériel.

Caractéristiques techniques :

- Émetteur IR  
Gamme : env. 1000 ... 8000 nm (suivant la température)  
Dimensions : 75 mm x 43 mm Ø  
Courant : 6 A  
Tension : 4 V
- Cuve de mesure  
avec filetage GL pour l'insertion d'une sonde de température  
Dimensions : 150 mm x 44 mm Ø
- Dimensions totales : 390 mm x 335 mm x 60 mm
- Masse : 1,0 kg

666 2651	Kit d'expérimentation IR-CO <sub>2</sub>
----------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6
1	521 535	Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A
1	524 013	Sensor-CASSY 2
1	524 045	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 220	CASSY Lab 2
1	604 481	Tuyau en caoutchouc 1 m x 4 mm Ø, DIN 12865
1	660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican
1	660 999	Bouteille de gaz comprimé Minican, dioxyde de carbone
1	666 216	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide
1	666 248	Capteur IR-CO <sub>2</sub>

## 9.3 Physicochimie et électrochimie

### 9.3.1 Expériences de démonstration Électrochimie

#### Le transport ionique dans les liquides

La conductivité repose sur le fait que des ions migrent dans le champ électrique. Les anions (négatifs) se déplacent vers le pôle positif, les cations (positifs) vers le pôle négatif. Dans l'expérience C4.4.1.1, on observe ce déplacement. On utilise pour cela l'anion coloré permanganate ( $\text{MnO}_4^-$ ) et le cation coloré tétramine de cuivre ( $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ). On peut ainsi déterminer le sens de déplacement mais aussi l'ordre de grandeur de la vitesse.

#### Équipement : le transport ionique dans les liquides

N° de cat.	Désignation	Nombre
664 091	Double tube en U, 160 mm, avec 2 éléments frittés G4	1
664 369	Électrodes droites, lame platine, jeu de 2	1
664 4071	Appareil de démonstration Électrochimie, CPS	1
501 44	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire	1
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
666 472	Plateau pour l'électrochimie, CPS	1
591 21	Fiche à ressort, grande	2
665 754	Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique	1
665 753	Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique	1
665 752	Éprouvette graduée 25 ml, pied en plastique	1
602 022	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse	2
664 130	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	1
665 217	Baguette d'agitation en verre 500 mm x 8 mm Ø, lot de 10	3
604 5682	Spatule à poudre, acier inoxydable, 185 mm	1
667 297	Joints en silicone GL 25/8, jeu de 10	1
667 255	Bouchon en caoutchouc plein, 16 ... 21 mm Ø	1
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
670 4910	Sulfate d'ammonium, 500 g	1
672 7000	Permanganate de potassium, 100 g	1
672 9600	Sulfate de cuivre (II) pentahydraté, 100 g	1
670 3600	Solution ammoniacale, 25 %, 250 ml	1
675 3500	Peroxyde d'hydrogène, 30 %, 250 ml	1
674 6691	Acide nitrique 1 mol/l, 1 l	1



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.1 EXPÉRIENCES DE DÉMONSTRATION ÉLECTROCHIMIE



#### Appareil de démonstration Electrochimie, CPS

Instrument de mesure et alimentation à usage universel permettant de réaliser un grand nombre d'expériences dans le domaine de l'électrochimie. La réunion de plusieurs fonctions dans un seul appareil facilite considérablement la préparation des expériences. Les valeurs mesurées pour la tension et le courant sont affichées simultanément et indépendamment les unes des autres par des LED rouges de 26 mm de haut.

L'appareil de démonstration assume trois fonctions :

- Il fonctionne en tant qu'alimentation dans la plage des tensions alternative et continue
- Il fonctionne en tant qu'instrument de mesure pour
  - la mesure de la tension
  - la mesure du courant

Un petit moteur intégré avec disque segmenté sert en plus d'indicateur de courant électrique et d'élément de charge.

Caractéristiques techniques :

- **Alimentation :**
  - Tension : 0 ... 20 V CC, 0 ... 12 V CA
- **Instrument de mesure :**
  - Tension : 0 ... 60 V (4 gammes)
  - Courant : 0 ... 2000 mA (3 gammes)
  - Affichage numérique : 3 chiffres 1/2, 26 mm de haut
  - Précision d'affichage : 1/2000 de la valeur finale
- **Unité moteur avec disque**
  - Courant de démarrage env. 18 mA
  - Tension : max. 3 V
- Alimentation : 230 V/ 50 Hz
- Plaque d'expérimentation (l x H x P) : 400 mm x 297 mm x 180 mm

664 4071	Appareil de démonstration Electrochimie, CPS
----------	--

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
2	591 21	Fiche à ressort, grande
1	664 091	Double tube en U, 160 mm, avec 2 éléments frittés G4
1	664 401	Electrochimie, jeu d'accessoires
1	666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS
1	666 472	Plateau pour l'électrochimie, CPS
1	668 13FR	LIT : Expériences de démonstration en électrochimie, français



#### Plateau pour l'électrochimie, CPS

À utiliser avec l'appareil de démonstration Electrochimie, CPS (664 4071) ; pour les cuves à électrolyse et les tubes en U (avec fiches à ressort 591 21) pour l'exécution d'expériences de démonstration en électrochimie.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 400 mm x 297 mm x 160 mm
- Plaque d'expérimentation : 400 mm x 297 mm
- Masse : 1,8 kg

666 472	Plateau pour l'électrochimie, CPS
---------	-----------------------------------

### Électrochimie, jeu d'accessoires

Contient le matériel expérimental requis (cuves à électrolyse, électrodes, etc.) pour l'exécution d'expériences en électrochimie avec l'appareil de démonstration Électrochimie (664 4071).

Matériel livré :

2	cuves à électrolyse en plastique, démontables, avec support, 125 mm x 70 mm x 55 mm	664 403
1	lot de 50 diaphragmes papier	664 405
24	électrodes en plaque, différents métaux et charbon électrolytique, 40 mm x 76 mm	
1	jeu de 6 câbles d'expérimentation (2 x 50 cm, 2 x 25 cm, 2 x 10 cm)	
1	lot de 10 pinces crocodiles nues	
2	pierres ponce	
1	pince brucelles	
	Différents matériaux pour la réalisation d'essais sur la conductivité et l'électrolyse	
1	disque en silicium pour les expériences sur les semi-conducteurs	
1	plateau de rangement en plastique	



664 401 | Électrochimie, jeu d'accessoires

### Les différents articles du jeu d'accessoires Électrochimie 664401

N° de cat.	Nombre	Désignation
664 403	1	Cuve à électrolyse
664 405	1	Diaphragmes papier
501 45	1	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
501 44	1	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire
501 861	1	Pincés crocodile nues, jeu de 6
664 391ET4	1	Pierres ponces, jeu de 4



### LIT : Expériences de démonstration en électrochimie, français

164 pages, A4. Manuel pédagogique pour l'expérimentation avec l'appareil de démonstration Électrochimie (664 4071) et le jeu d'accessoires (664 401). 35 expériences d'électrochimie ; dans classeur avec CD, en français.

Sujets traités :

- Conductivité des matières solides et liquides
- Dissociation électrolytique
- Migration ionique
- Potentiels électrochimiques
- Série électrochimique des métaux et non métaux
- Potentiels de concentration
- Corrosion et protection contre la corrosion
- Produit ionique de l'eau
- Électrolyse et polarisation électrolytique
- Lois de Faraday
- Couples voltaïques :  
pile Leclanché, accumulateur au plomb etc.
- Piles à combustible
- Traitement galvanique
- Fabrication des platines
- Anodisation
- Raffinage du cuivre
- Procédé d'électrolyse chlore-alcali

668 13FR | LIT : Expériences de démonstration en électrochimie, français



## 9.3.2 Accessoires pour l'électrochimie



### Potentiels standard des métaux

Pour déterminer le potentiel d'une demi-cellule, il faut une grandeur de référence. À l'échelle internationale, on s'est mis d'accord sur la demi-cellule  $H_2/H_3O^+$  comme cellule de référence. Le potentiel  $E^0 = 0,00\text{ V}$  a été délibérément affecté à cette électrode standard à hydrogène. L'expérience C4.4.3.2 consiste à mesurer les potentiels standard de différents métaux au moyen d'une électrode standard à hydrogène. On se sert pour cela soit de l'appareil de démonstration pour l'électrochimie (expérience C4.4.3.2 [a]), soit de l'instrument de mesure universel Chimie et d'une électrode standard à hydrogène préfabriquée (expérience C4.4.3.2 [b]).

### Équipement : potentiels standard des métaux



N° de cat.	Désignation	Nombre
664 412	Électrode standard à hydrogène HydroFlex	1
531 836	Instrument de mesure universel Chimie	1
524 0621	Capteur UIP S	1
664 111	Bécher DURAN, 100 ml, forme haute	2
591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10	1
591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	1
501 861	Pinces crocodile nues, jeu de 6	1
665 754	Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique	1
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
672 9600	Sulfate de cuivre (II) pentahydraté, 100 g	1
675 5410	Sulfate de zinc heptahydraté, 250 g	1



### Électrode standard à hydrogène HydroFlex

Pour la mesure facile de potentiels standard en électrochimie. L'électrode est placée dans une solution d'un sel métallique et reliée électriquement à une électrode du même matériau dans le même récipient. Aucun diaphragme ni aucun pont de sel n'est nécessaire.

Caractéristiques techniques :

- Source d'hydrogène interne et interchangeable
- Convient pour toute la gamme de pH
- Ne contient pas de métaux lourds toxiques
- Avec douille de 2 mm
- Mesures possibles avec l'appareil de démonstration Électrochimie (664 4071), avec l'unité de mesure pour le poste de travail Électrochimie (664 394) et avec un Sensor-CASSY 2 (524 013).

664 412	Électrode standard à hydrogène HydroFlex
---------	--

### Kit Corrosion

Kit pour la démonstration de la corrosion issue de la génération d'une tension électrochimique.

Matériel livré :

- 1 récipient en plastique (150 mm de Ø) avec 7 trous
- 1 jeu de 7 électrodes (Ni, Al, Pb, Fe, Cu, Sn, C) avec douilles de 4 mm
- 1 jeu de demi-bouchons en liège pour la mise en place des électrodes
- 1 cristalliseur de 140 mm de Ø

664 356	Kit Corrosion
---------	---------------



### Pile Leclanché

Pour la démonstration du principe de fonctionnement d'une pile saline ou pile sèche charbon-zinc. Démontable, à remplir avec une solution de chlorure d'ammonium à 20 %.

Caractéristiques techniques :

- Tension : env. 1,5 V
- Hauteur : 225 mm
- Diamètre : 110 mm
- Masse : 1,1 kg

Matériel livré :

- 1 verre pour la pile
- 1 vase poreux
- 1 électrode de zinc
- 1 électrode de charbon
- 1 dioxyde de manganèse, 500 g
- 1 pince crocodile
- 1 couvercle

664 398 | Pile Leclanché



### Vase poreux, 150 x 60 mm Ø

Pour la réalisation d'une pile électrochimique dans un bécher.

Caractéristiques techniques :

- Volume : env. 300 ml
- Diamètre : 60 mm
- Hauteur : 150 mm

664 0211 | Vase poreux, 150 x 60 mm Ø

### Pile Daniell

Modèle clair d'un élément électrochimique constitué d'un cylindre en zinc, d'un cylindre en cuivre et d'un vase poreux. Les deux électrodes métalliques sont pourvues de douilles de 4 mm ; livrée avec un cylindre en verre.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 160 mm
- Diamètre : 100 mm

664 397 | Pile Daniell



### Vase poreux, 100 x 20 mm Ø

Pour la réalisation d'une pile électrochimique dans un bécher.

Caractéristiques techniques :

- Volume : env. 20 ml
- Diamètre : 20 mm
- Hauteur : 100 mm

664 0201 | Vase poreux, 100 x 20 mm Ø



### Pile à combustible

La pile à combustible démontre la production d'électricité par la conversion directe de l'énergie chimique en énergie électrique via une réaction redox.

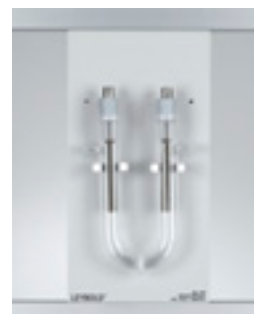
L'énergie électrique générée peut être utilisée, par ex., pour actionner un petit moteur (667 433).

L'hydrogène, le méthanol, le glucose et l'hydrazine peuvent être utilisés comme combustible.

La pile à combustible se compose d'un tube en U avec deux tubulures latérales, d'un élément fritté et de deux électrodes droites à maillage de nickel. Le tube en U est fixé par des pinces à ressort à une plaque support qui peut être montée à une tige à l'aide d'une pince arrière.

Le traitement au palladium des électrodes requiert 1 g de chlorure de palladium (II) (674 0400).

664 358 | Pile à combustible



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.2 ACCESSOIRES POUR L'ÉLECTROCHIMIE



#### Tube en U pour pont salin, 90 mm x 90 mm, 20 mm Ø

2 éléments frittés G4, écartement des branches : 50 mm. Le tube rempli d'une solution électrolytique permet de réaliser un pont salin entre deux demi-cellules galvaniques.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 90 mm x 90 mm
- Diamètre : 20 mm
- Rodage : Ø int. du col 19

667 455	Tube en U pour pont salin, 90 mm x 90 mm, 20 mm Ø
---------	---

#### Électrodes en plaque, 43 mm x 28 mm

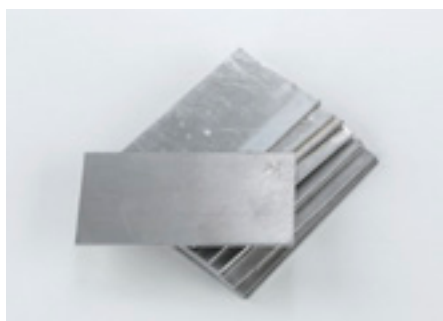
Petites électrodes en plaque (43 mm x 28 mm x 1 mm) à utiliser avec le poste de travail Electrochimie. Avec le symbole de l'élément chimique métallique en question.



N° de cat.	Désignation
664 385	Électrodes de fer en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10
664 387	Électrodes de charbon en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 5
664 382	Électrodes de cuivre en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10
664 389	Électrodes d'argent en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 2
664 383	Électrodes de zinc en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10
664 390	Électrodes à maillage de platine, 43 x 28 mm, jeu de 2
664 388	Électrodes à maillage de nickel, 43 x 28 mm, jeu de 5

#### Électrodes en plaque, 76 mm x 40 mm

Grandes électrodes en plaque (76 mm x 40 mm x 1 mm) à utiliser avec la cuve à électrolyse (581 51) ou comme élément de rechange pour la collection Electrochimie (591 501). Avec le symbole de l'élément chimique métallique en question.



N° de cat.	Désignation
591 57	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10
591 591	Électrodes de plomb en plaque, jeu de 2
591 55	Électrodes de fer en plaque, jeu de 10
591 61	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5
591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10
664 422	Électrodes de laiton en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 10
591 56	Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5
591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10
664 416	Électrodes à maillage de nickel, 76 x 40 mm, jeu de 5

#### Électrodes en plaque avec des dimensions spéciales

Grandes électrodes en plaque avec des dimensions spéciales. Avec le symbole de l'élément chimique métallique en question.

N° de cat.	Désignation
664 423	Électrode d'aluminium-zinc en plaque 65 x 40 mm
664 421	Électrodes d'argent en plaque, 55 x 40 mm, jeu de 2
664 420	Électrodes à maillage de platine, 55 x 40 mm, jeu de 2





### Testeur de conductivité

Pour mesurer la conductivité des électrolytes. L'appareil est connecté à une tension alternative allant jusqu'à 40 V (par ex. du transformateur variable TBT, type D, 667 827) par le biais de deux fiches de 4 mm. Des ampoules servent d'indicateur de la conductivité pour les mesures qualitatives tandis que c'est un instrument de mesure pour les mesures quantitatives. La cellule de mesure protégée par une gaine en verre se compose de deux lames de platine parallèles. L'appareil est livré avec une tige de 100 mm de long et de 8 mm de diamètre.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 25 mm x 220 mm
- Masse : 0,14 kg

667 429 | Testeur de conductivité



### Culot de lampe E14 et E10

Avec 2 douilles E 10 et E 14, y compris 2 ampoules (24 V/ 5 W et 6 V/ 0,3W), pour le testeur de conductivité (667 429).

Combiné au testeur de conductivité, le culot de lampe indique la qualité de la conductivité d'électrolytes puissants et faibles. S'utilise seul ou dans un montage.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 120 mm x 120 mm x 65 mm
- Masse : 0,35 kg

667 430 | Culot de lampe E14 et E10



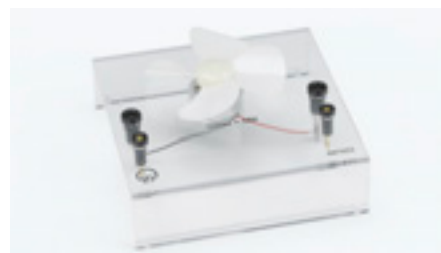
### Petit moteur

Avec hélice, sur socle transparent, avec 2 douilles de 4 mm et 2 douilles de 2 mm de Ø. Tension de démarrage env. 0,2 V, courant de démarrage env. 4 mA, charge max. de 10 V.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 100 mm x 30 mm
- Masse : 0,3 kg

667 433 | Petit moteur



### Unité de charge réglable

Pour la charge variable d'une source de courant (élément galvanique, pile). La capacité, la courbe de puissance, la résistance interne et le pouvoir de régénération de l'élément peuvent être évaluées à partir de chaque chute de tension (lignes caractéristiques de charge). Permet également de tester les piles vendues dans le commerce.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 150 mm x 100 mm x 45 mm
- Masse : 0,3 kg

664 406 | Unité de charge réglable



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.2 ACCESSOIRES POUR L'ÉLECTROCHIMIE



### Polarisation électrolytique

Dans l'expérience C4.4.5.1, la tension est augmentée en partant de zéro pendant une électrolyse. On observe qu'un courant notable ne passe qu'à partir d'une certaine valeur. Cette tension est appelée tension de décomposition ou de séparation. Elle se compose de la tension de polarisation et de la surtension. Les deux grandeurs dépendent du matériau de l'électrode. Différents matériaux d'électrode sont étudiés dans l'expérience C4.4.5.1.

### Équipement : polarisation électrolytique

N° de cat.	Désignation	Nombre
524 011USB	Power-CASSY USB	1
524 220	CASSY Lab 2	1
664 373	Porte-électrodes	1
664 370	Électrodes droites au charbon, jeu de 2	1
664 374	Électrodes droites de cuivre, jeu de 2	1
664 378	Électrodes droites de zinc, jeu de 2	1
664 130	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	1
300 11	Socle	1
300 41	Tige 25 cm, 12 mm Ø	1
301 09	Noix double S	1
673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml	1
672 9660	Solution de sulfate de cuivre, env. 1 M (= 15 %), 500 ml	1

### Porte-électrodes

Pour deux électrodes (électrodes droites jusqu'à max. 8 mm de diamètre ou électrodes en plaque jusqu'à maximum 3 mm d'épaisseur). Avec des douilles de raccordement de 4 mm pour le câble d'expérimentation et une tige (10 mm Ø) pour la fixation au support.

664 373	Porte-électrodes
---------	------------------

### Électrodes droites avec bouchon et douille

Pour le raccordement direct de câbles à fiche de 4 mm.

N° de cat.	Désignation
664 436	Électrode droite d'aluminium, avec bouchon
664 437	Électrode droite de plomb, avec bouchon
664 439	Électrode droite de fer, avec bouchon
664 433ET2	Électrodes droites de carbone, avec bouchon, jeu de 2
664 434	Électrode droite de cuivre, avec bouchon
664 368	Électrode droite à maillage de nickel, avec bouchon
664 435	Électrode droite de nickel, avec bouchon
664 372	Électrodes droite de tungstène, avec bouchon, jeu de 2
664 438	Électrode droite de zinc, avec bouchon

### Électrodes droites avec douille

Pour le raccordement direct de câbles à fiche de 4 mm.

N° de cat.	Désignation
664 369	Électrodes droites, lame platine, jeu de 2

### Tube à réaction en verre quartz, en V, avec électrodes de charbon

Tube à réaction en quartz, en forme de V, 2 cols de  $\varnothing$  int. 19 et 2 tubulures latérales ; fourni complet avec 1 paire d'électrodes de charbon extra-longues, avec des bouchons en silicone ( $\varnothing$  int. du col 19) et des douilles pour câble d'expérimentation (fiches de 4 mm).

Caractéristiques techniques :

- Longueur des branches : 200 mm

664 085 Tube à réaction en verre quartz, en V, avec électrodes de charbon



### Tube à réaction en verre quartz, en V

En forme de V, partie en verre de 664 085

Caractéristiques techniques :

- Longueur des branches : 200 mm
- Matériau : quartz
- 2 x  $\varnothing$  int. du col 19

664 089 Tube à réaction en verre quartz, en V



### Tube à réaction, verre Duran, en V

Pour l'électrolyse ignée avec 2 cols de  $\varnothing$  int. 19 et 2 tubulures latérales, en V.

Caractéristiques techniques :

- Longueur des branches : 200 mm
- Matériau : verre Duran
- 2 x  $\varnothing$  int. du col 19

664 072 Tube à réaction DURAN, en V



### Électrodes droites au charbon, extra longues, avec bouchon, jeu de 2

Pour les tubes à réaction pour l'électrolyse ignée (664 072, 664 085, 664 089)

Caractéristiques techniques :

- Modèle : tige, extra longue
- Dimensions : 245 mm x 8  $\varnothing$  mm
- Quantité : 2

664 359 Électrodes droites au charbon, extra longues, avec bouchon, jeu de 2



### Appareil pour la migration des ions selon Nernst

Pour déterminer la vitesse de la migration d'ions colorés dans le champ électrique.

Le tube en U est à moitié rempli d'un électrolyte liquide incolore ; on introduit lentement par le bas une solution colorée en ouvrant le robinet du récipient de niveau. Après avoir appliqué une tension continue, on observe un déplacement des limites de phases dans les deux branches, dû à la migration des ions.

Matériel livré :

- 1 tube en U (longueur des branches : 300 mm), 2  $\varnothing$  int. du col 19, 1 robinet RN
- 1 récipient de niveau
- 1 tuyau en PVC

667 457 Appareil pour la migration des ions selon Nernst

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 46	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S
1 de	664 433ET2	Électrodes droites de carbone, avec bouchon, jeu de 2



Complément nécessaire pour 667 457 :

N° de cat.	Désignation
664 433ET2	Électrodes droites de carbone, avec bouchon, jeu de 2
521 35	Transformateur variable TBT, type S
501 46	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire

### 9.3.3 Travaux pratiques Electrochimie

#### Poste de travail Electrochimie

Utilisé avec l'unité de mesure, l'équipement permet d'effectuer un grand nombre de mesures du potentiel électrochimique (oxydoréduction).

Appareil de base sans unité de mesure !

Matériel livré :

- 2 blocs en plastique résistant. Ils se séparent et se nettoient facilement. Du papier filtre intercalé entre les blocs sert de diaphragme. Quatre éléments galvaniques peuvent être montés simultanément.
- 18 électrodes (plaques de 28 mm x 43 mm) adaptées aux blocs, en 7 matériaux différents : Cu (4x), Zn (4x), Fe (2x), Ag (3x), C (graphite, 2x), Pt (électrode à maillage, 1x), Ni (électrode à maillage, 2x)
- 2 pastilles en plastique et 1 ruban en Mg pour la fabrication d'électrodes au magnésium
- 3 boîtes pour les électrodes devant être conservées dans un liquide
- 1 pierre ponce pour nettoyer les électrodes
- 1 jeu de diaphragmes en papier (100 feuilles)
- 4 pipettes compte-gouttes avec tétines en caoutchouc
- 1 plateau de rangement : 46 cm x 31 cm



664 395	Poste de travail Electrochimie
---------	--------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	664 381	Couvercle transparent, PVC

#### Unité de mesure pour le poste de travail Electrochimie

L'unité de mesure se place dans le logement du poste de travail prévu à cet effet pour ainsi pouvoir réaliser des mesures. Cet appareil de mesure s'utilise aussi indépendamment du poste de travail Electrochimie. Avec moteur à disque comme indicateur de courant (max. 3 V), par ex. pour illustrer le flux électrique en cas de piles à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : 100/200/500 mV, 1/2/5/10 V (7 gammes)
- Résistance interne : env.  $10^8 \Omega$
- Précision de mesure : 1,5 %
- Gamme de mesure du pH : 0 ... 14
- Résistance d'entrée de la douille pH :  $10^{12} \Omega$
- Dimensions : 21 cm x 11 cm

Matériel livré :

- 1 instrument de mesure
- 4 câbles de connexion avec pinces crocodiles
- 1 adaptateur secteur pour le branchement sur du 230 V



664 394	Unité de mesure pour le poste de travail Electrochimie
---------	--

#### Couvercle transparent, PVC

Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Electrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381	Couvercle transparent, PVC
---------	----------------------------



### Blocs avec cuve, paire

2 blocs en plastique résistant (pour le poste de travail Électrochimie 664 395). Quatre éléments galvaniques peuvent être montés simultanément. Avec en plus une cuve et 3 vis moletées.

688 162 Blocs avec cuve, paire



### Diaphragme en papier, lot

À intercaler dans les blocs du poste de travail Électrochimie, 100 diaphragmes

688 163 Diaphragme en papier, lot



### Pinces et câbles de rechange pour 664395

Comprend :

- 1 câble à fiche de 2 mm, 15 cm, rouge
- 1 câble à fiche de 2 mm, 15 cm, noir
- 1 câble à fiche de 2 mm, 30 cm, rouge
- 1 câble à fiche de 2 mm, 30 cm, noir
- 4 pinces crocodile 2 mm, rouges
- 4 pinces crocodile 2 mm, noires

688 168 Pinces et câbles de rechange pour 664395



### LIT : Poste de travail Électrochimie, en français

32 pages, A4 ; manuel pédagogique pour un cours complet en électrochimie dans le deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Inclut toutes les bases théoriques ainsi que l'exploitation des résultats obtenus dans les 16 expériences réalisables avec le poste de travail Électrochimie ; avec, dans la partie enseignant, les corrigés et les feuilles de travaux pratiques à photocopier pour les élèves, dans classeur avec CD, en français.

668 42FR LIT : Poste de travail Électrochimie, en français



### Électrochimie, collection

Pour les travaux pratiques consacrés à la réalisation d'expériences d'électrochimie.

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	591 51	Cuve plate / Cuve à électrolyse
1 de	591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10
1 de	591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10
1 de	591 55	Électrodes de fer en plaque, jeu de 10
2 de	591 56	Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5
1 de	591 57	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10
2 de	591 61	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5

591 501 Électrochimie, collection

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
1	501 83	Pinces crocodile isolées, jeu de 6
1	521 35	Transformateur variable TBT, type S
2	531 110	Multimètre LDanalog 10



## 9.3.4 Décomposition de l'eau

### Détermination de la constante de Faraday

Lors de l'électrolyse, les processus de conduction électrique sont liés à une séparation des substances. La quantité de substance séparée est proportionnelle à la charge transportée  $Q$  qui a traversé l'électrolyte. Ce rapport correspond à la loi de Faraday.

$$Q = n \cdot F \cdot z$$

$z$  = indice de charge de l'ion utilisé

$F$  = constante de Faraday

L'expérience C4.4.5.2 détermine la constante de Faraday  $F$ . Pour cela, une quantité définie d'hydrogène est produite avec un voltamètre d'Hofmann. L'indice molaire  $n$  des atomes d'hydrogène séparés est calculé à l'aide de l'équation des gaz parfaits à partir du volume  $V$ . En même temps, la quantité de charge requise  $Q$  est déterminée à partir du travail électrique  $W$ .



### Équipement : détermination de la constante de Faraday

N° de cat.	Désignation	Nombre
664 350	Électrolyseur en U	1
382 35	Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K	1
531 832	Multimètre numérique P	1
521 546	Alimentation CC 0...16 V/0...5 A	1
501 46	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	1
665 755	Éprouvette graduée 250 ml, pied en plastique	1
649 45	Plateau de rangement, 552 mm x 459 mm x 48 mm	1
674 7920	Acide sulfurique, dilué, env. 2 N (= 10 %), 500 ml	1

### Électrolyseur en U

Voltamètre d'Hofmann, pour l'électrolyse de l'eau. Les gaz qui se dégagent aux électrodes sont recueillis séparément. La construction flexible de la branche centrale permet de réaliser une compensation de pression pour le relevé des volumes de gaz ; les erreurs de lecture consécutives aux différentes pressions du gaz sont ainsi évitées.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 61 cm x 31,5 cm x 20,5 cm
- Masse : 4,0 kg

Matériel livré :

- 1 élément en verre gradué avec 2 raccords filetés GL 18 et 1 raccord fileté GL 14
- 1 vase de niveau
- 1 tuyau en silicone
- 1 paire d'électrodes de platine
- 1 plaque support avec indication de la polarité
- 1 statif

664 350	Électrolyseur en U
---------	--------------------

### Élément en verre pour l'électrolyseur en U

Gradué, avec 2 raccords filetés GL 18 et 1 raccord fileté GL 14 pour l'électrolyseur en U (voltamètre d'Hofmann).

664 355	Élément en verre pour l'électrolyseur en U
---------	--

### Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m

En caoutchouc de silicone, transparent, de qualité alimentaire, thermorésistant de -60°C à 200°C, selon DIN 40268.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 7 mm
- Épaisseur de paroi : 1,5 mm
- Longueur : 1 m

667 194	Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m
---------	-----------------------------

### Électrodes droites, lame platine, jeu de 2

S'utilisent avec l'électrolyseur en U (664 350) et la cellule d'électrolyse (664 432) avec douilles pour le raccordement de fiches de 4 mm.

Caractéristiques techniques :

- Modèle : scellée dans tube en verre
- Dimensions : 135 x 8 Ø mm
- Comprises dans : 664 432, 666 446

664 369 | Électrodes droites, lame platine, jeu de 2



### Cellule d'électrolyse

Pour produire de l'hydrogène (et de l'oxygène) à l'aide du courant électrique. La cellule d'électrolyse est construite de façon à être très compacte et fixée au support avec des pinces à ressort. Les électrodes de platine sont fixées à l'élément en verre par des raccords filetés. La cellule d'électrolyse peut aussi servir de voltamètre d'Hofmann. L'énergie électrique nécessaire peut être fournie par une alimentation (521 230), le panneau solaire (664 431) ou l'éolienne (664 430).

Caractéristiques techniques :

- Tension de service  $U > 2\text{ V}$  :  
 $U = 3\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 70\text{ mA}$   
 $U = 4\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 170\text{ mA}$   
 $U = 5\text{ V}$ ,  $I = \text{env. } 340\text{ mA}$
- Dimensions : 45 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 2,3 kg

664 432 | Cellule d'électrolyse



### Électrolyseur, CPS

Pour l'électrolyse de l'eau selon Hofmann. Livré complet avec des espaceurs et des éléments de fixation. Convient pour les expériences suivantes :

- Hydrolyse de l'eau
- Hydrolyse d'acides aqueux, de solutions alcalines et salées

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 300 mm x 620 mm x 140 mm  
 Plaque d'expérimentation : 300 mm x 620 mm
- Masse : 2,2 kg

Matériel livré :

- 1 électrolyseur (pièce en verre) avec 2 GL 18 pour les électrodes et 1 GL 14 avec olive pour le raccordement du récipient de niveau
- 1 paire d'électrodes Pt dans gaine en verre
- 1 récipient de niveau dans support métallique ajustable en hauteur
- 1 tube silicone
- 1 plaque d'expérimentation avec éléments de fixation

666 446 | Électrolyseur, CPS



### Pile à combustible PEM réversible

Elle combine les fonctions de l'électrolyseur et de la pile à combustible en un seul et même dispositif. Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire. Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique. À l'absorption d'énergie électrique, les gaz hydrogène et oxygène sont générés à partir de l'eau. L'énergie nécessaire pour l'électrolyse peut être fournie par un panneau solaire (578 623), une alimentation (par ex. 521 35) ou l'unité de mesure S (667 4041). Fait partie du poste de travail Pile à combustible (667 4048) et de la collection EN 2 Science Kit advanced (588 837S).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 54 mm x 54 mm x 17 mm
- Masse : 70 g

Fonction de pile à combustible

- Tension à vide : 0,9 V
- Courant max. : 0,36 A
- Puissance max. : 0,21 W



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.5 PILES À COMBUSTIBLE/ÉNERGIES NOUVELLES

#### Fonction d'électrolyseur

- Tension d'alimentation : 1,8 ... 3 V
- Courant : max. 0,7 A
- Génération de gaz : env. 7 ml/min H<sub>2</sub>, 3,5 ml/min O<sub>2</sub>

Matériel livré :

Compléments inclus : tuyau, raccords de tuyaux et seringue.

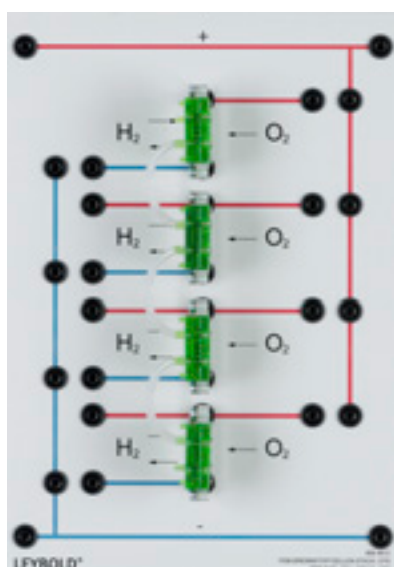
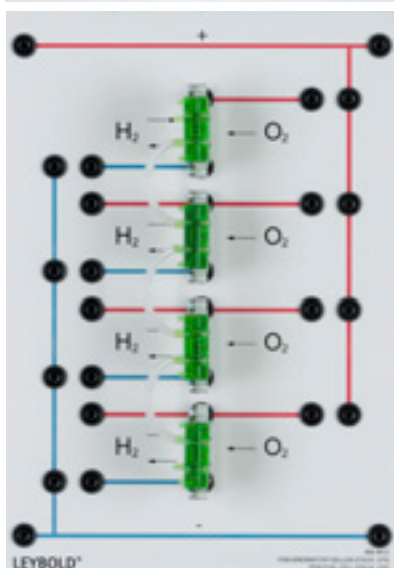
667 4044	Pile à combustible PEM réversible
----------	-----------------------------------

### 9.3.5 Piles à combustible/Énergies nouvelles

#### Relevé de caractéristiques d'un stack de piles à combustible PEM

Le relevé de courbes caractéristiques permet d'étudier la performance des piles à combustible. Dans l'expérience C4.4.7.2, on relève les caractéristiques de tension et de puissance du stack de piles à combustible PEM. Les piles individuelles sont montées en série dans la partie a de l'expérience et en parallèle dans la partie b.

#### Équipement : relevé de caractéristiques d'un stack de piles à combustible PEM



N° de cat.	Désignation	Nombre
666 4812	Stack de piles à combustible PEM, CPS	1
666 4795	HydroStik PRO, CPS	1
666 4796	HydroStik PRO	1
666 4794	Compte-bulles, CPS	1
666 4831	Charges électriques, CPS	1
666 4798	HydroFill PRO	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 020USB	CASSY-Display USB	1
501 44	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	1
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
667 198	Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m	1
666 464	Plaque vierge 100 mm, CPS	2

#### Stack de piles à combustible PEM, CPS

Le stack de piles à combustible PEM permet d'expérimenter avec plusieurs piles à combustible. Il permet de brancher jusqu'à 4 piles à combustible en série ou en parallèle. Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire. Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique. Convient pour relever des caractéristiques en association avec l'HydroStik PRO, CPS (666 4796), le compte-bulles, CPS (666 4794) et des charges électriques, CPS (666 4831).

Caractéristiques techniques :

- Tension à vide : (4 x 0,9 V CC) 3,6 V
- Courant : max. 1,7 A
- Puissance : env. 1,2 W
- Surface d'électrode : env. 4 x 4 cm<sup>2</sup>
- Dimensions de la plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm x 100 mm
- Masse : 0,6 kg

Matériel livré :

- 4 piles à combustible PEM
- 9 cavaliers de sécurité (de 500 59)
- Plaque de base CPS
- Tuyaux en silicone, seringues

666 4812	Stack de piles à combustible PEM, CPS
----------	---------------------------------------



### Compte-bulles, CPS

Pour le contrôle du flux de gaz à l'intérieur du stack de piles à combustible PEM (666 4812) et venant de celui-ci. Compte-bulles avec dispositif anti-retour (664 814) pour la protection de la cartouche à hydrogène.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 10 mm
- Masse : 0,3 kg

Matériel livré :

- Plaque de base CPS
- 2 compte-bulles (664 813 et 664 814)

666 4794	Compte-bulles, CPS
----------	--------------------

Complément recommandé :

Tuyau en silicone 2 mm Ø, 1 m (667 198)



### HydroStik PRO, CPS

Cartouche à hydrogène pratique et très sûre à utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS), par ex. pour les piles à combustible. L'hydrogène est prélevé de la cartouche intégrée HydroStik PRO (666 4796) avec la vanne de régulation fixe.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque d'expérimentation : 100 mm x 297 mm
- Poids : 0,3 kg

HydroStik PRO

- Charge : env. 10 l (0,9 g d'hydrogène)
- Pression de remplissage max.: 3.0 MPa (20 °C)
- Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
- Connexion : taraudage M6
- Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
- Masse : 0,09 kg

Vanne de régulation

- Raccord de tuyau : 2 mm Ø
- Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

Matériel livré :

- 1 HydroStik PRO (666 4796)
- 1 vanne de régulation (666 4797)
- 1 plaque d'expérimentation

666 4795	HydroStik PRO, CPS
----------	--------------------

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide. Elle peut être remplie de manière très simple avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798) (non fourni). Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible.

### HydroStik PRO

Permet le stockage de l'hydrogène de manière simple et en toute sécurité, par ex. pour une utilisation dans des piles à combustible. La cartouche HydroStik PRO peut stocker 0,9 g d'hydrogène sous forme d'hydrure métallique. Elle se recharge aisément avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798). Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible. Le prélèvement de l'hydrogène est effectué avec la vanne de régulation (666 4797). Pour la démonstration, l'HydroStik PRO existe aussi dans la variante CPS (666 4795).

Caractéristiques techniques :

- Charge : 10 l (env. 0.9 g d'hydrogène)
- Pression de remplissage max. : 3.0 MPa (20 °C)
- Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
- Connexion : taraudage M6
- Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
- Masse : 0,09 kg

666 4796	HydroStik PRO
----------	---------------

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide.





#### HydroFill PRO

L'HydroFill PRO fournit de l'hydrogène obtenu par électrolyse à partir d'eau distillée. Il suffit simplement d'avoir une prise électrique pour le branchement. L'hydrogène est directement stocké dans la cartouche HydroStik PRO (666 4796) sous forme d'hydrure métallique. Il est ainsi possible de travailler avec l'hydrogène sans avoir à utiliser de bouteilles de gaz comprimé, par ex. pour la réalisation d'expériences avec les piles à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 145 mm x 153 mm x 208 mm
- Poids : 1,8 kg
- Eau utilisable : eau désionisée ou distillée (10 ... 40°C)
- Consommation d'eau : env. 20 ml/h
- Pression de prélèvement : 0 ... 3,0 MPa
- Production de gaz : jusqu'à 3 l/h
- Pureté de l'hydrogène produit : 99,99 %
- Temps de chargement d'une cartouche HydroStik PRO : env. 4 heures

Matériel livré :

- 1 HydroFill PRO
- 1 adaptateur CA-CC
- Poudre pour la régénération (acide malique)

666 4798	HydroFill PRO
----------	---------------

Le générateur d'hydrogène HydroFill PRO est capable de remplir seul la cartouche HydroStik PRO (666 4796) avec de l'hydrogène.



#### Vanne de régulation

Pour la cartouche HydroStik PRO (666 4796). Permet la régulation précise de la quantité prélevée d'hydrogène, par ex. pour le fonctionnement d'une pile à combustible.

Caractéristiques techniques :

- Raccord de tuyau : 2 mm Ø
- Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

666 4797	Vanne de régulation
----------	---------------------



#### Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m

En caoutchouc de silicone, transparent, de qualité alimentaire, thermorésistant de -60°C à 200°C, selon DIN 40268.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 2 mm
- Épaisseur de paroi : 1 mm
- Longueur : 1 m

667 198	Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m
---------	-----------------------------

#### Tuyau silicone, 5 mm Ø, 1 m

En caoutchouc de silicone, transparent, résistant jusqu'à + 250 °C, selon DIN 40268

Caractéristiques techniques :

- Diamètre intérieur : 5 mm
- Épaisseur : 1,5 mm
- Longueur : 1 m

604 431	Tuyau silicone, 5 mm Ø, 1 m
---------	-----------------------------

### Charges électriques, CPS

À utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS). Contient en guise de charges électriques un moteur avec roue, une ampoule et deux résistances de charge réglables. Ces éléments permettent la décharge définie d'un élément et le relevé de caractéristiques.

Caractéristiques techniques :

- **Éléments de contrainte :**  
Résistance réglable 5  $\Omega$ , 4 W  
Résistance réglable 50  $\Omega$ , 4 W
- **Moteur :**  
 $U_{\max} = 10 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 150 \text{ mA}$
- **Ampoule :**  
 $U_{\max} = 3,8 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 0,07 \text{ mA}$  (variabel)
- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 100 mm
- Poids : 0,3 kg

Matériel livré :

- 1 élément de contrainte, CPS
- 3 cavaliers de sécurité, noirs

666 4831 Charges électriques, CPS



### Ampoules 3,8 V/0,27 W, E10, jeu de 10

Caractéristiques techniques :

- Nombre : 10
- Tension : 3,8 V
- Courant : 0,07 A
- Puissance : 0,27 W
- Culot : E10

505 10 Ampoules 3,8 V/0,27 W, E10, jeu de 10



### Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10

505 051 Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10



### Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10

Elle sert d'indicateur si utilisée avec le stack de piles à combustible (667 4011 / 666 4811).

Caractéristiques techniques :

- Tension : 2,8 V
- Courant : 0,85 A
- Puissance : 2,4 W
- Culot : E10

505 052 Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10



### Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19

Douille à filetage E 10, pour positionnement de l'ampoule vissée sur la face supérieure et rayonnement vertical pour une grande facilité d'observation et de comparaison de l'efficacité optique et de la signalisation.

579 06 Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.5 PILES À COMBUSTIBLE/ÉNERGIES NOUVELLES



#### Cavaliers de sécurité, noirs, jeu de 10

À utiliser dans les circuits à basse tension.

Caractéristiques techniques :

- Fiches : fiches de sécurité de 4 mm Ø
- Écartement des fiches : 19 mm
- Courant : 25 A max.

500 59	Cavaliers de sécurité, noirs, jeu de 10
--------	---



#### L'énergie solaire et les technologies de l'hydrogène

N° de cat.	Nombre	Désignation
667 4042	1	Pile à combustible PEM S
667 4043	1	Électrolyseur PEM S
608 150	2	Pince de Hofmann, 12 mm
675 3400	1	Eau, pure, 1 l
578 623	1	Panneau solaire 4,5 V/0,1 A
666 487	1	Micromoteur avec hélice
576 71	1	Segment de plaque à réseau, STE
571 26	1	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5
450 72	1	Lampe 1000 W, avec volets
300 41	1	Tige 25 cm, 12 mm Ø
301 01	1	Noix Leybold
300 02	1	Pied en V, petit



#### Poste de travail Pile à combustible

Le poste de travail Pile à combustible comprend – hormis l'unité de mesure – tout le matériel nécessaire à la réalisation d'expériences sur le thème des piles à combustible, des technologies de l'hydrogène et des énergies nouvelles. Le panneau solaire génère le courant pour l'électrolyse de l'eau dans l'électrolyseur. Les gaz ainsi générés sont ensuite amenés à la pile à combustible. Le poste de travail comprend deux piles à combustible réversibles, toutes deux susceptibles d'être utilisées en électrolyseur ou en pile à combustible. Le poste de travail permet à la fois le rangement et l'expérimentation. Un emplacement spécialement prévu à cet effet permet d'utiliser l'unité de mesure (667 4041) nécessaire en supplément. Cet appareil sert à mesurer le courant et la tension ; il met en outre un moteur et une ampoule à disposition comme consommateurs.

Caractéristiques techniques :

- Pile à combustible réversible (667 4044)  
Dimensions : 54 mm x 54 mm x 17 mm  
Masse : 70 g  
Fonction de pile à combustible :  
Tension à vide : 0,9 V  
Courant max. : 0,36 A  
Puissance max. : 0,21 W
- Fonction d'électrolyseur :  
Tension d'alimentation : 1,8 ... 3 V  
Courant : max. 0,7 A  
Génération de gaz : env. 7 ml/min H<sub>2</sub>, 3,5 ml/min O<sub>2</sub>
- Panneau solaire (578 623)  
Tension à vide : 4,5 V  
Courant max. : 100 mA  
Puissance : 250 mW  
Dimensions : 95 mm x 65 mm x 10 mm  
Masse : 70 g
- Réservoir de gaz O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> (667 4045)  
Dimensions : 70 mm Ø x 90 mm  
Masse : 200 g  
Raccordement du tuyau : 0,2 mm de Ø intérieur
- Plaque de base pour la pile à combustible (667 4047)  
Dimensions : 205 mm x 135 mm  
Masse : 100 g
- Plateau de rangement : 46 cm x 31 cm

Matériel livré :

Compléments inclus : câble, tuyaux, pinces pour tuyaux et raccords de tuyaux.

667 4048	Poste de travail Pile à combustible
----------	-------------------------------------

#### Unité de mesure S

L'unité de mesure est spécialement conçue pour le poste de travail Pile à combustible (667 404) et le poste de travail Electrochimie (664 395). Elle permet la mesure numérique du courant et de la tension d'éléments galvaniques, de piles à combustible ou de toute autre source de courant. Outre deux consommateurs (moteur et ampoule), elle comprend une décade de résistances permettant la charge précise des éléments et le relevé de caractéristiques. Une sortie de tension avec courant réglable peut par ex. être utilisée pour le fonctionnement de l'électrolyseur en vue de la déduction de la loi de Faraday.

Caractéristiques techniques :

- Mesure de la tension :
  - 0 ... 2 V CC ; résolution : 0,001 V
  - 0 ... 20 V CC ; résolution : 0,01 V
- Mesure du courant :
  - 0 ... 2 A CC ; résolution : 0,001 A
- Sortie de tension : max. 18 V CC
- Régulation du courant : 50 ... 500 mA
- Décade de résistances : 0 ... 200  $\Omega$
- Moteur avec hélice :  $U_{\max} = 10 \text{ V}$
- Ampoule :  $U_{\max} = 1,5 \text{ V}$
- Alimentation en tension : par adaptateur secteur 12 V CA/1,6 A (fourni)
- Dimensions : 21 cm x 11 cm x 5 cm
- Masse : 350 g

Matériel livré :

- Unité de mesure S
- Adaptateur secteur
- 3 câbles rouges, 30 cm
- 3 câbles noirs, 30 cm

667 4041 | Unité de mesure S

#### Pile à combustible PEM réversible

Elle combine les fonctions de l'électrolyseur et de la pile à combustible en un seul et même dispositif. Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire. Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique. À l'absorption d'énergie électrique, les gaz hydrogène et oxygène sont générés à partir de l'eau. L'énergie nécessaire pour l'électrolyse peut être fournie par un panneau solaire (578 623), une alimentation (par ex. 521 35) ou l'unité de mesure S (667 4041). Fait partie du poste de travail Pile à combustible (667 4048) et de la collection EN 2 Science Kit advanced (588 8375).

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 54 mm x 54 mm x 17 mm
- Masse : 70 g

Fonction de pile à combustible

- Tension à vide : 0,9 V
- Courant max. : 0,36 A
- Puissance max. : 0,21 W

Fonction d'électrolyseur

- Tension d'alimentation : 1,8 ... 3 V
- Courant : max. 0,7 A
- Génération de gaz : env. 7 ml/min  $\text{H}_2$ , 3,5 ml/min  $\text{O}_2$

Matériel livré :

Compléments inclus : tuyau, raccords de tuyaux et seringue.

667 4044 | Pile à combustible PEM réversible

#### Pince pour tuyaux Q-Fix, 1 ... 5 mm

Pour serrer et fixer les tuyaux, jeu de 4.

Caractéristiques techniques :

- Pour tuyaux de diamètre extérieur : 1 ... 5 mm
- Longueur : 25 mm
- Matériau : acétal

604 451 | Pince pour tuyaux Q-Fix, 1 ... 5 mm



## 9.3 PHYSICOCHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

### 9.3.5 PILES À COMBUSTIBLE/ÉNERGIES NOUVELLES

#### LIT : Poste de travail Pile à combustible, français

Manuel pédagogique pour l'expérimentation avec le poste de travail Pile à combustible et l'unité de mesure S. Il contient les bases théoriques et 14 descriptions d'expériences sur les technologies pile à combustible, hydrogène et énergie solaire, avec les corrigés dans la partie enseignant ainsi que des fiches de TP à photocopier ; dans classeur avec CD.

668 46FR LIT : Poste de travail Pile à combustible, français



#### Couvercle transparent, PVC

Sert de protection contre la poussière pour les postes de travail Electrochimie et Pile à combustible et permet d'empiler les boîtes de matériel dans une armoire.

664 381 Couvercle transparent, PVC



#### Éolienne sur socle

Pour transformer la force du vent en courant électrique. Le vent peut être produit avec un séchoir à main (par ex. 666 735). La tension électrique obtenue est prélevée au niveau des deux douilles du plateau de base. L'éolienne peut aussi servir de moteur (par ex. lorsqu'elle est combinée au panneau solaire [664 431]). Le vent est là encore produit par un séchoir à main (par ex. 666 735) positionné à 250 mm de l'éolienne.

Caractéristiques techniques :  
Fonctionnement comme éolienne :

- $U_{\max}$  : 3 V
- $I_{\max}$  : 70 mA

Fonctionnement comme moteur :

- $U_{\max}$  : 12 V
- Dimensions : 28 cm x 16 cm x 12,5 cm
- Masse : 630 g

664 430 Éolienne sur socle



#### Panneau solaire 10 V/0,3 A

Pour générer un courant électrique à partir de l'énergie solaire. Les deux cellules solaires sont montées sur un axe inclinable de façon à pouvoir être orientées en direction du soleil. Les deux plaques support se branchent soit en parallèle, soit en série. La tension est prélevée au niveau des douilles du plateau de base.

Caractéristiques techniques :

- Surface photosensible : 250 cm<sup>2</sup>
- Tension de court-circuit par cellule solaire : 5 V
- Courant de court-circuit par cellule solaire : 0,3 A
- Couplage en série : 10 V/0,3 A
- Couplage en parallèle : 5 V/0,6 A
- Angle d'inclinaison : 0° ... 90°
- Dimensions : 25 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 1,6 kg

664 431 Panneau solaire 10 V/0,3 A

#### Cellule d'électrolyse

Pour produire de l'hydrogène (et de l'oxygène) à l'aide du courant électrique. La cellule d'électrolyse est construite de façon à être très compacte et fixée au support avec des pinces à ressort. Les électrodes de platine sont fixées à l'élément en verre par des raccords filetés. La cellule d'électrolyse peut aussi servir de voltamètre d'Hofmann. L'énergie électrique nécessaire peut être fournie par une alimentation (521 230), le panneau solaire (664 431) ou l'éolienne (664 430).

Caractéristiques techniques :

- Tension de service  $U > 2 V$  :
  - $U = 3 V, I = \text{env. } 70 \text{ mA}$
  - $U = 4 V, I = \text{env. } 170 \text{ mA}$
  - $U = 5 V, I = \text{env. } 340 \text{ mA}$
- Dimensions : 45 cm x 16 cm x 25 cm
- Masse : 2,3 kg

664 432 Cellule d'électrolyse



## 9.4 Chimie analytique

### 9.4.1 Chromatographie en phase gazeuse

#### Analyse du gaz de briquet par chromatographie en phase gazeuse

Le gaz de briquet est un mélange de différents hydrocarbures gazeux qu'il est possible de séparer avec un chromatographe à gaz. La phase stationnaire est de l'huile de silicone OV-101 sur du gel de silice. Comme phase mobile, on utilise de l'air. La part des différents hydrocarbures dans le mélange gazeux varie d'un briquet à l'autre, selon la source du gaz naturel. C'est ce qui est étudié dans l'expérience C3.2.1.1.

#### Équipement : étude du gaz de briquet par chromatographie en phase gazeuse

N° de cat.	Désignation	Nombre
665 580	Chromatographe à gaz LD 1	1
665 582	Capteur d'hydrocarbures	1
665 5831	Colonne de séparation avec de l'huile de silicone OV101	1
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0621	Capteur UIP S	1
662 2861	Pompe d'aquarium 100 l/h	1
664 814	Compte-bulles avec dispositif anti-retour	1
665 957	Seringue de dosage 1 ml	1
665 960	Canules 0,45 mm Ø, jeu de 10	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	1
666 503	Plaque de base pour le support pour bec Bunsen, 13 cm x 21 cm	1
666 523	Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10	1
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	1
301 09	Noix double S	1
665 589	Septums, lot de 10	1
667 197	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m	1
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican	1
660 988	Bouteille de gaz comprimé Minican, éthane	1
660 989	Bouteille de gaz comprimé Minican, n-butane	1



#### Chromatographe à gaz LD 1

Chromatographe à gaz économique et fiable à température ambiante (appareil de base sans accessoires) ; idéal pour l'initiation aux procédés de séparation par chromatographie gazeuse (également utilisable en travaux pratiques).

Le système se distingue par sa modularité quant aux matériaux de la colonne, au gaz porteur et aux capteurs ; il présente les avantages suivants :

- Deux détecteurs différents : un détecteur à conductivité thermique et un capteur d'hydrocarbures (capteur de gaz)
- Trois types de colonnes de polarité différente et une colonne vide à remplir soi-même sont disponibles
- Le système fonctionne aussi bien avec de l'air qu'avec de l'hydrogène.
- Peut être utilisé pour la démonstration comme montage simple sur support ou dans un montage CPS.

Caractéristiques techniques :

- Sortie analogique :  $\pm 6$  V (avec douilles de sécurité de 4 mm)
- Réglage du zéro : grossier et fin au moyen d'un potentiomètre 10 tours
- Tête de détecteur et d'injection : en verre avec raccord fileté GL14
- Alimentation : 12 V/1,6 A par adaptateur secteur (fourni)
- Dimensions : 215 x 115 x 80 mm
- Masse : 330 g

665 580 | Chromatographe à gaz LD 1

Un détecteur (détecteur à conductivité thermique 665 581 ou détecteur d'hydrocarbures 665 582), une colonne de séparation et une alimentation en gaz vecteur (par ex. par une pompe à air) sont nécessaires pour le fonctionnement.



## 9.4 CHIMIE ANALYTIQUE

### 9.4.1 CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE

#### Accessoires et matériel de rechange pour le chromatographe à gaz

N° de cat.	Description
665 580	Chromatographe à gaz LD 1
665 581	Détecteur à conductivité thermique
665 582	Capteur d'hydrocarbures
665 5831	Colonne de séparation avec de l'huile de silicone OV101
665 584	Colonne de séparation avec Porapak P
665 585	Colonne de séparation avec tamis moléculaire 5Å
665 587	Colonne de séparation, vide
665 588	Plaque de base pour le chromatographe à gaz LD 1, CPS
662 2862	Pompe d'aquarium 250 l/h
666 4796	HydroStik PRO
666 4797	Vanne de régulation
666 4798	HydroFill PRO
665 589	Septums, lot de 10
667 197	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m
608 150	Pince de Hofmann, 12 mm
664 812	Compte-bulles à tube droit, H = 100 mm
665 617	Seringue microlitre 1 µl
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire



#### Accessoires nécessaires pour le montage dans le cadre CPS

N° de cat.	Description
665 588	Plaque de base pour le chromatographe à gaz LD 1, CPS
666 479	Accumulateur à hydrure métallique, CPS
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS

#### Séparation de l'air

N° de cat.	Nombre	Désignation
665 5803	1	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour l'analyse de l'air
524 013S	1	Sensor-CASSY 2 Starter
501 45	1	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire
666 504	1	Support pour bec Bunsen, hauteur 750 mm
301 09	1	Noix double S
666 555	1	Pince de serrage universelle 0...80 mm
667 197	1	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m
608 150	1	Pince de Hofmann, 12 mm
665 617	1	Seringue microlitre 1 µl





## Kits Chromatographie en phase gazeuse

Ces kits contiennent tous les composants requis pour la chromatographie en phase gazeuse, par ex. en vue de la séparation des alcanes ou des alcools. Seul un afficheur ou une interface (par ex. 524 013S Sensor-CASSY 2 Starter) est nécessaire en supplément. Différents capteurs (capteur d'hydrocarbures ou détecteur à conductivité thermique), différentes colonnes et différents gaz vecteurs sont également utilisés. Dans le tableau ci-dessous, veuillez trouver les différents éléments de chacun des kits.

N° de cat.	Désignation	Colonne	Gaz vecteur	Détecteur
665 5801	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcanes	Huile aux silicones OV101	Air	Capteur d'hydrocarbures
665 5802	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcools	Poropak P	Air	Capteur d'hydrocarbures
665 5803	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour l'analyse de l'air	Tamis moléculaire	Hydrogène	Détecteur à conductivité thermique

## 9.4.2 Photométrie

### La loi de Beer-Lambert

Si on mesure l'absorbance d'une solution, on peut en déduire sa concentration. Ce rapport est décrit par la loi de Beer-Lambert. Outre de la concentration  $c$  d'une solution, l'absorbance dépend également de l'épaisseur de couche  $d$  et du coefficient d'extinction spécifique de la substance  $\epsilon$ .

$$E = \log_{10} \left( \frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \cdot c \cdot d$$

À l'aide d'une série de dilutions, l'expérience C3.3.2.1 vérifie la proportionnalité entre l'absorbance et la concentration et détermine le coefficient d'extinction du complexe bleu de tétramine de cuivre.



### Équipement : la loi de Beer-Lambert

N° de cat.	Désignation	Nombre
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 069	Photomètre à immersion S	1
666 2605	Support pour photomètre à immersion S	1
665 793	Fiole jaugée, Boro 3.3, 100 ml	1
665 792	Fiole jaugée, Boro 3.3, 50 ml	1
664 045	Tube à essais Fiolax, 200 x 30 mm, lot de 10	1
665 995	Pipette graduée, 2 ml	1
665 996	Pipette graduée, 5 ml	1
665 997	Pipette graduée, 10 ml	1
666 003	Poire à pipeter	3
667 054	Porte-tubes à essais en bois, pour 10 tubes, 32 mm Ø	1
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
672 9700	Sulfate de cuivre (II), anhydre, 50 g	1
670 3600	Solution ammoniacale, 25 %, 250 ml	1





### Photomètre à immersion S

Associé à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836) et aux réactifs appropriés (666 2600, 666 2601, 666 2603, 666 2604), le photomètre à immersion S permet de mesurer les polluants et la turbidité dans des échantillons d'eau. 17 déterminations de polluants et une mesure de la turbidité sont déjà programmées dans le logiciel. Mais il est aussi possible d'effectuer et d'enregistrer ses propres déterminations au choix. Outre la mesure directe de la transmittance, de l'absorbance et de la concentration, l'appareil permet aussi le suivi temporel de ces grandeurs mesurées (étude cinétique). Le photomètre peut également être utilisé pour une mesure à long terme (par ex. mesure de la turbidité dans le bioréacteur).

Caractéristiques techniques :

- Grandeur mesurée : transmittance, absorbance et concentration
- Longueur d'onde : LEDs 455/520/558/612/696 nm
- Détecteur : cellule photovoltaïque au silicium
- Polluants mesurables : ammonium, chlore libre, chlore total, chlorure, fer, dureté, potassium, acide silicique, cuivre, manganèse, nickel, nitrate, nitrite, phosphate, sulfate, sulfite, turbidité, zinc (il est aussi possible d'effectuer ses propres déterminations)
- Longueur du câble : 1 m
- Matériau : verre Duran
- Quantité d'échantillon : 10 ml
- Dimensions : 200 mm x 26 mm Ø
- Masse : 200 g

524 069 Photomètre à immersion S



### Accessoires pour le photomètre à immersion

Appareils, logiciel et réactifs.

N° de cat.	Désignation
524 009A	Mobile-CASSY
524 220	CASSY Lab 2
666 2605	Support pour photomètre à immersion S
666 2600	Photométrie - assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)
666 2603	Photométrie - assortiment de réactifs 1
666 2601	Photométrie - assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)
666 2604	Photométrie - assortiment de réactifs 2
666 2602	Valise à réactifs vide, avec insert préformé



### Détermination de la constante d'acidité du bleu de bromothymol

Dans l'expérience C4.2.2.1, il s'agit de déterminer la valeur pKa du colorant à l'aide de la couleur (indépendante du pH) de l'indicateur bleu de bromothymol. La coloration permet de déterminer la concentration simultanée de la forme protonée (jaune) et déprotonée (bleue) de l'indicateur, la valeur pKa pouvant alors être calculée au moyen de l'équation de Henderson-Hasselbach :

$$pH = pK_s + \log_{10} \left( \frac{[A^-]}{[HA]} \right)$$

## Équipement : détermination de la constante d'acidité du bleu de bromothymol

N° de cat.	Désignation	Nombre
467 252	Spectromètre compact, complet	1
664 470	Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm	2
665 996	Pipette graduée, 5 ml	2
666 003	Poire à pipeter	1
602 345	Flacon de laboratoire selon DIN, 100 ml, GL 45	5
665 793	Fiole jaugée, Boro 3.3, 100 ml	2
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
667 4781	Ph-mètre numérique 201	1
671 0800	Solution de bleu de bromothymol, 0,1 %, 50 ml	1
674 6950	Acide chlorhydrique 0,1 mol/l, 500 ml	1
673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml	1
673 6710	Hydrogénophosphate de disodium	1
673 6010	Dihydrogénophosphate de sodium, 250 g	1



### Spectromètre compact, complet

Spectrophotomètre compact pour l'enregistrement assisté par ordinateur de spectres d'émission et d'absorption, avec porte-cuve et source lumineuse, à entrée de lumière additionnelle par fibre optique librement déplaçable. À l'intérieur du spectromètre, la lumière est décomposée par une grille fixe et projetée sur une barrette CCD au silicium. L'intensité étant ainsi mesurée simultanément pour toutes les longueurs d'onde, il est même possible d'enregistrer les procédés qui changent rapidement comme la coloration d'une flamme.

Le porte-cuve avec source lumineuse intégrée permet l'étude facile des spectres d'absorption de liquides.

Pour des mesures de l'absorption, il faut d'abord enregistrer un spectre de référence (par ex. cuve avec de l'eau distillée), ensuite celui de l'absorbant à étudier dans la marche des rayons. Le logiciel calcule la différence et comme résultat on obtient des valeurs telles que la transmission, l'absorption, etc.

La mesure rapide offre la possibilité d'étudier des réactions avec changement de couleur directement dans la cuve, par ex. pour des analyses photométriques et des réactions avec changement de couleur.

Les colorations de flammes et les décharges de gaz peuvent également être analysées grâce à la fibre optique. Acquisition rapide des valeurs par la barrette CCD.

Caractéristiques techniques :

Spectromètre :

- Technique : Czerny-Turner
- Détecteur : Array CCD au silicium
- Gamme de longueurs d'onde : 350 ... 1000 nm
- Résolution : 2048 canaux, largeur de bande optique 2 nm (FWHM)
- Temps d'intégration : 3 ms à 1 s
- Lumière diffusée : <0,05% 600 nm, <0,1% à 435 nm
- Connexion ordinateur : USB
- Alimentation : par USB
- Connexion fibre optique : SMA 905
- Dimensions : 89 mm x 63 mm x 34 mm
- Masse : 190 g

Porte-cuve avec source lumineuse :

- Source lumineuse : ampoule tungstène + LED bleue
- Gamme de longueurs d'onde : 390 ... 1000 nm
- Connexion ordinateur et alimentation : par spectromètre
- Dimensions : 89 mm x 41 mm x 34 mm
- Masse : 130 g

Matériel livré :

- Spectrophotomètre
- Logiciel Spectralab (467 250)
- Fibre optique
- Porte-cuve avec source lumineuse

467 252	Spectromètre compact, complet
---------	-------------------------------





#### Spectromètre UV compact, complet

Spectromètre compact pour l'enregistrement assisté par ordinateur de spectres d'émission et d'absorption dans le domaine de l'ultraviolet et du visible, avec porte-cuve et source lumineuse, à entrée de lumière additionnelle par fibre optique librement déplaçable et équipé d'une lampe au deutérium pour mesurer l'absorption dans l'ultraviolet. À l'intérieur du spectromètre, la lumière est décomposée par une grille fixe et projetée sur une barrette CCD au silicium. L'intensité étant ainsi mesurée simultanément pour toutes les longueurs d'onde, il est même possible d'enregistrer les procédés qui changent rapidement comme la coloration d'une flamme. Le porte-cuve avec source lumineuse intégrée permet l'étude facile des spectres d'absorption de liquides. Pour des mesures de l'absorption, il faut d'abord enregistrer un spectre de référence (par ex. cuve avec de l'eau distillée), ensuite celui de l'absorbeur à étudier dans la marche des rayons. Le logiciel calcule la différence et comme résultat on obtient des valeurs telles que la transmission, l'absorption, etc. La mesure rapide offre la possibilité d'étudier des réactions avec changement de couleur directement dans la cuve, par ex. pour des analyses photométriques et l'absorption des UV par les substances organiques. Les colorations de flammes et les décharges de gaz peuvent également être analysées grâce à la fibre optique. Acquisition rapide des valeurs par la barrette CCD.

Caractéristiques techniques :

Spectromètre :

- Technique : Czerny-Turner
- Détecteur : Array CCD au silicium
- Gamme de longueurs d'onde : 200 ... 850 nm
- Résolution : 2048 canaux, largeur de bande optique 2 nm (FWHM)
- Temps d'intégration : 3 ms à 1 s
- Connexion ordinateur : USB
- Alimentation : par USB
- Connexion fibre optique : SMA 905
- Dimensions : 89 mm x 63 mm x 34 mm
- Masse : 190 g

Porte-cuve avec source lumineuse :

- Source lumineuse : deutérium/tungstène
- Gamme de longueurs d'onde : 200 ... 850 nm
- Connexion ordinateur : par spectromètre
- Alimentation : par adaptateur secteur séparé (fourni)
- Dimensions : 89 mm x 78 mm x 34 mm
- Masse : 200 g

Matériel livré :

- Spectromètre
- Logiciel SpectraLab (467 250)
- Fibre optique
- Porte-cuve pour source lumineuse

467 262	Spectromètre UV compact, complet
---------	----------------------------------



#### Spectrophotomètre UV/Visible Lightwave

Ce photomètre à faisceau unique et barrette de diodes (512 pixels) allie un haut niveau de fiabilité à une excellente précision et présente les caractéristiques suivantes : une gamme de longueurs d'onde de 190 à 1100 nm, un grand écran graphique pour l'affichage des données ou des balayages, un porte-cuve pratique et facile à entretenir pour des cuves d'un diamètre jusqu'à 16 mm et de trajet optique de 10 à 40 mm, un support de cuves rétractable intégré, la mémorisation de jusqu'à 90 méthodes programmables ainsi que la mesure simultanée de deux longueurs d'onde différentes. L'appareil est livré avec un jeu de cuves et une notice en anglais.

Caractéristiques techniques :

- Longueur d'onde : 190 ... 1100 nm
- Bande passante : 5 nm
- Mode de fonctionnement : balayage
- Modes de fonctionnement/affichage :
  - absorbance : -0,3 ... 1,999 E,
  - transmission : 0 ... 199,9% T,
  - concentration (calibration en un point ou facteur),
  - mesures cinétiques,
  - multi longueurs d'onde
- Programmes : jusqu'à 90 méthodes
- Affichage : écran graphique
- Sortie des données : USB en tant qu'option Bluetooth standard
- Source lumineuse : lampe au xénon
- Précision photométrique :  $\pm 0,003$  A pour 0-0,5 A
- Reproductibilité photométrique :  $\pm 0,002$  A pour 0-0,5 A, 546 nm
- Lumière parasite : <1% T à 220/340 nm (méthode ASTM)
- Précision de la longueur d'onde :  $\pm 2$  nm
- Reproductibilité de la longueur d'onde : meilleure que  $\pm 0,6$  nm

- Longueur du trajet optique : jusqu'à 40 mm
- Cuves : cuves standard, semi-micro, micro et ultra-micro (volume minimal : 50  $\mu$ l)
- Dimensions : 260 mm x 390 mm x 100 mm
- Masse : 4,5 kg
- Alimentation : 90 ... 250 V CA, 50/60 Hz, max. 100 VA

667 348 Spectrophotomètre UV/Visible Lightwave

## Cuves rectangulaires

N° de cat.	Épaisseur de couche	Nombre	Matériau
664 474	10 mm	100	Polystyrène, à usage unique
664 470	10 mm	1	Verre optique
664 479	10 mm	100	Plastique, perméable aux UV jusqu'à 220 nm
664 471	10 mm	1	Verre de quartz, pour des mesures dans le domaine de l'UV



## Porte-cuves rectangulaires

Support pour cuves rectangulaires en polypropylène, avec emplacements numérotés.

Caractéristiques techniques :  
Emplacements : 16

664 480 Porte-cuves rectangulaires



## Polarimètre

Pour la détermination de la concentration de solutions optiquement actives. Carter métallique stable avec logement légèrement incliné pour les tubes polarimétriques. Lampe au sodium intégrée avec porte-filtre. Oculaire central avec correction de l'acuité visuelle et 2 petites loupes.

Caractéristiques techniques :

- Tubes : 15 mm  $\varnothing$
- Longueur : jusqu'à 220 mm
- Échelles : 2 x 0° ... 180°, graduation 1°
- Échelle de Vernier : jusqu'à 0,05°
- Alimentation : 230 V, 50/60 Hz
- Puissance absorbée : 20 W
- Dimensions : 20 cm x 36 cm x 45 cm
- Masse : 10 kg

Matériel livré :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	657 5902	Tube polarimétrique 100 mm
1	657 5903	Tube polarimétrique 200 mm
1	657 591	Polarimètre

657 591 Polarimètre



## Accessoires pour le polarimètre

N° de cat.	Désignation
657 5902	Tube polarimétrique 100 mm
657 5903	Tube polarimétrique 200 mm
657 5901	Lampe au sodium pour polarimètre





#### Réfractomètre de laboratoire

Permet la mesure des indices de réfraction d'échantillons liquides et solides pour une lumière de longueur d'onde  $\lambda = 589,3$  nm ainsi que la détermination de la dispersion moyenne, avec échelle de la teneur en sucre, dispositif d'éclairage, étalon avec indice de réfraction, flacon avec liquide de contact, thermomètre et clé d'ajustage.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure :  $n = 1,30 \dots 1,70$  (1,72), 0 ... 95 % (teneur en sucre)
- Précision : 0,001 (indice de réfraction), 0,5 % (teneur en sucre)
- Dimensions : 155 mm x 222 mm x 263 mm
- Alimentation : (fournie) 110 ... 240 V

667 359 Réfractomètre de laboratoire



#### Réfractomètre portable universel

Avec sélecteur de la gamme de mesure pour toutes les gammes. Conduction des rayons lumineux directe et indirecte pour la détermination de substances transparentes et opaques. Le jeu de prismes déplaçables permet d'obtenir des contours d'une extrême netteté. Sélecteur de la gamme de mesure à trois niveaux. Avec thermomètre de correction.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 1,333 ... 1,517  $n_D$
- Graduation : 0,0005  $n_D$
- Dimensions : 35 mm x 40 mm x 200 mm
- Masse : 0,67 kg

667 357 Réfractomètre portable universel



#### Spectroscope scolaire

Pour observer et mesurer les spectres d'absorption et d'émission. Modèle réalisé d'après Kirchhoff et Bunsen :

- Tube collimateur avec fente réglable et condenseur
- Prisme en Flint sur table, avec réfracteur prismatique amovible
- Longue-vue d'observation avec oculaire
- Tube gradué avec échelle insérable

Caractéristiques techniques :

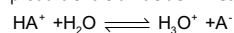
- *Tube collimateur*  
Condenseur : 160 mm
- *Prisme, équilatéral*  
Longueur de base : 30 mm  
Indice de réfraction ( $n_D$ ): 1,620  
Dispersion moyenne ( $n_F - n_C$ ) : 0,017  
Pouvoir de résolution ( $\lambda/\Delta\lambda$ ) : env. 3000
- *Longue-vue*  
Objectif, distance focale : 160 mm  
Oculaire : 15 x
- *Tube collimateur*  
Échelle, longueur / résolution : 5 mm / 0,05 mm
- Hauteur totale : 25 cm
- Masse : 2 kg

467 112 Spectroscope scolaire

## 9.4.3 Détermination du pH et de la conductivité

### Détermination de l'acidité (valeur pKa) par titrage

L'expérience C1.7.2.1 consiste à déterminer l'acidité ( $pK_s$ ) de l'acide acétique. Dans une solution aqueuse, il se produit entre un acide HA et sa base  $A^-$  la réaction d'équilibre suivante :



Selon la loi d'action de masse, la position de l'équilibre est décrite par la constante d'équilibre  $K_s$  :

$$K = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA] \cdot [H_2O]}; K_s = K \cdot [H_2O] = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

Par analogie avec le pH, on indique la valeur  $pK_s$ , le logarithme décimal négatif de la valeur numérique de  $K_s$ ,

$$pK_s = -\lg \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

L'acidité est d'autant plus forte que sa valeur  $pK_s$  est faible. Numériquement, la valeur  $pK_s$  est égale au pH lorsque la concentration de la forme protonée est égale à la concentration de la forme déprotonée.



### Équipement : détermination de l'acidité (valeur pKa) par titrage

N° de cat.	Désignation	Nombre
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0672	Connecteur adaptateur pH S	1
667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC	1
607 105	Mini-agitateur magnétique	1
665 845	Burette en verre clair, 25 ml, robinet latéral (PTFE)	1
666 559	Porte-burette pour 1 burette, à rouleaux	1
665 816	Entonnoir pour burette, plastique, 25 mm Ø	1
300 02	Pied en V, petit	1
300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø	1
301 26	Tige 25 cm, 10 mm Ø	1
300 11	Socle	1
301 09	Noix double S	1
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	1
665 997	Pipette graduée, 10 ml	1
666 003	Poire à pipeter	1
664 130	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	1
661 243	Pissette en PE, 500 ml	1
673 8421	Soude caustique 1 mol/l, 1 l	1
671 9560	Acide acétique, 0,1 mol/l, 500 ml	1
673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml	1
674 4640	Solution tampon pH 4,00, 250 ml	1
674 4670	Solution tampon pH 7,00, 250 ml	1



## 9.4 CHIMIE ANALYTIQUE

### 9.4.3 DÉTERMINATION DU PH ET DE LA CONDUCTIVITÉ



#### Instrument de mesure universel Chimie

Pour la mesure d'une grande variété de grandeurs chimiques telles que, par ex.

- pH
- conductivité
- pression
- température
- transmission
- éclairement
- tension
- intensité de courant
- concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub>
- humidité relative de l'air

à l'aide de capteurs interchangeables.

Les capteurs sont reconnus automatiquement et la grandeur mesurée correspondante est automatiquement visualisée sur le grand affichage numérique. Il est en outre possible de raccorder un thermocouple NiCr-Ni (type K). Le calibrage du pH, de la conductivité, de la concentration de O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> est sauvegardé en interne et doit par conséquent être vérifié de temps à autre. L'instrument de mesure se branche également à un ordinateur via son port USB. Livré avec logiciel pour l'acquisition et l'exploitation des mesures.

Caractéristiques techniques :

- Gammes de mesure : selon le capteur
- Sélection de la gamme de mesure : automatique ou manuelle
- Douille de type K : pour la connexion additionnelle d'un thermocouple NiCr-Ni (non fourni)
- Calibrage : par 1 ou 2 points (mémoire interne pour le pH, la conductivité, la concentration de O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>)
- Affichage : afficheur 7 segments à 5 chiffres pour les valeurs numériques et 7 x 25 LEDs pour l'affichage de l'unité
- Hauteur des chiffres : 25 mm
- Port USB : compatible pour USB 1.1 et 2.0, full speed, à isolation galvanique (câble USB inclus au matériel livré)
- Alimentation secteur : 230 V, 50/60 Hz
- Dimensions : 20 cm x 21 cm x 23 cm
- Mises à jour : disponibles gratuitement sur Internet

531 836	Instrument de mesure universel Chimie
---------	---------------------------------------

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	524 044	Capteur de température S, CTN
1	524 0511	Connecteur adaptateur lux S
1	524 0521	Connecteur adaptateur oxygène S
1	524 0572	Capteur d'humidité S
1	524 0621	Capteur UIP S
1	524 064	Capteur de pression S, ±2 000 hPa
1	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa
1	524 066	Capteur de pression S, ± 70 hPa
1	524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S
1	524 0672	Connecteur adaptateur pH S
1	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K
1	524 069	Photomètre à immersion S
1	524 083	Capteur de CO <sub>2</sub> S

#### Connecteur adaptateur pH S

Sert à raccorder une électrode de pH à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836). En outre, il permet d'effectuer une mesure à très haute impédance de la tension à la douille BNC, par ex. pour la mesure de potentiels électrochimiques

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure du pH : 0 ... 14 pH
- Résolution pour le pH : 0,01 pH
- Gammes de mesure du potentiel : ±1/±2 V
- Résistance d'entrée : > 10<sup>13</sup> Ω
- Connexion : douille BNC
- Dimensions : 50 mm x 25 mm x 60 mm
- Masse : 0,1 kg

524 0672	Connecteur adaptateur pH S
----------	----------------------------





Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	529 672	Capteur de pH, BNC
1	667 416	Électrode combinée de potentiel Rédox, BNC
1	667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC
1	667 4182	Électrode de pH à membrane conique, BNC
1	667 4192	Électrode de pH à membrane plate, BNC
1	667 4242	Électrode de pH à gaine en verre, BNC

### Adaptateur chimie

Pour la mesure simultanée du pH/du potentiel, de la conductivité et de quatre températures différentes avec CASSY. Différence de température entre deux capteurs à thermocouple mesurable avec une haute résolution.

Caractéristiques techniques :

- pH / potentiel :  
Gammes de mesure : 0 ... 14 pH / -2 ... +2 V  
Résolution : 0,01 pH / 1 mV  
Résistance d'entrée : > 10<sup>13</sup> Ω  
Connexion : BNC
- Conductivité (avec capteur 529 670) :  
Gammes de mesure : 10/30/100/300 μS/cm, 1/3/10/30/100/300 mS/cm, 1 S/cm  
Résolution dans la plus petite gamme de mesure : 0,005 μS/cm  
Température : -25 ... +100 °C  
Connexion : connecteur DIN 6 broches
- Température :  
Gammes de mesure : -200 ... +200 °C / -200 ... +1200 °C  
Résolution : 0,1 K / 1 K  
Connexion : 3 prises plates, type K
- Température différentielle :  
Gammes de mesure : -20 ... +20 °C / -200 ... +200 °C  
Résolution : 0,01 K / 0,1 K  
Connexion : prise plate, type K
- Dimensions : 91 mm x 91 mm x 60 mm
- Masse : 100 g



524 067 | Adaptateur chimie

### Électrode de pH à gaine en plastique, BNC

Avec connecteur BNC et câble solide. S'utilise avec l'adaptateur chimie (524 067) ou le connecteur adaptateur pH S (524 0672) combiné à CASSY (524 013, 524 006, 524 009A, 524 018) ou à l'instrument de mesure universel Chimie (531 836).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 12 pH
- Connexion : connecteur BNC
- Electrolyte : électrolyte fixe
- Dimensions : 120 mm x 12 mm Ø
- Longueur du câble : 2 m

667 4172 | Électrode de pH à gaine en plastique, BNC



## 9.4 CHIMIE ANALYTIQUE

### 9.4.3 DÉTERMINATION DU PH ET DE LA CONDUCTIVITÉ



#### Micro-CASSY pH

Interface d'entrée de gamme, robuste et compacte avec électrode (BNC) remplaçable pour la mesure du pH. Raccordement au PC, à l'ordinateur portable ou à l'ultra-portable via le port USB. S'utilise avec le logiciel CASSY Lab 2 (524 220).

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : 0 ... 14 pH
- Couleur du boîtier : gris
- Dimensions du boîtier : 85 mm x 22 mm x 14 mm
- Connexion : douille BNC
- Longueur du câble de connexion : 10 cm
- Longueur du câble de l'électrode : au moins 50 cm

528 18 Micro-CASSY pH



#### Titration conductométrique d'une solution d'acide chlorhydrique avec mesure du pH

Dans l'expérience C3.5.2.2, on étudie non seulement la conductivité, mais aussi la variation du pH. On notera que les deux méthodes de mesure déterminent le même point d'équivalence. Ce phénomène est dû au fait que le même processus chimique est mesuré de différentes manières.

#### Équipement : titrage conductométrique d'une solution d'acide chlorhydrique avec mesure du pH



N° de cat.	Désignation	Nombre
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S	1
529 670	Capteur de conductivité	1
524 0672	Connecteur adaptateur pH S	1
667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC	1
607 105	Mini-agitateur magnétique	1
664 103	Bécher DURAN, 250 ml, forme basse	1
665 975	Pipette jaugée Boro 3.3, 10 ml	1
666 003	Poire à pipeter	1
665 845	Burette en verre clair, 25 ml, robinet latéral (PTFE)	1
665 816	Entonnoir pour burette, plastique, 25 mm Ø	1
666 559	Porte-burette pour 1 burette, à rouleaux	1
300 02	Pied en V, petit	1
666 523	Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10	1
300 11	Socle	1
300 41	Tige 25 cm, 12 mm Ø	1
666 543	Noix de serrage perpendiculaire, 0...16 mm	2
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	2
674 6950	Acide chlorhydrique 0,1 mol/l, 500 ml	1
673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml	1
674 4640	Solution tampon pH 4,00, 250 ml	1
674 4670	Solution tampon pH 7,00, 250 ml	1

## 9.4.4 Calorimétrie

### Le pouvoir calorifique du charbon

Dans l'expérience C2.3.1.1, on brûle du charbon et on détermine le pouvoir calorifique (ou chaleur de combustion) à l'aide d'un calorimètre. Le calorimètre enveloppe complètement la chambre de combustion sur le côté et par le haut. Les gaz de combustion chauds sont conduits à travers une double spirale en verre et cèdent leur énergie thermique à l'environnement (corps en verre et liquide du bain). La capacité thermique totale du calorimètre permet ainsi de déterminer le pouvoir calorifique.

### Équipement : le pouvoir calorifique du charbon

N° de cat.	Désignation	Nombre
666 429	Calorimètre pour solides et liquides, CPS	1
666 819	Agitateur à filetage GL 32	1
664 800	Flacon laveur, corps	4
664 805	Tête de flacon laveur en verre avec tige droite	4
521 231	Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V	1
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	1
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	1
667 312	Raccord en verre, 2 x GL 18	3
667 194	Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m	2
604 510	Raccord de tuyaux, PP, droit, 4/15 mm Ø	1
667 197	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m	1
521 546	Alimentation CC 0...16 V/0...5 A	1
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire	2
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
660 998	Bouteille de gaz comprimé Minican, oxygène	1
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican	1
666 4660	Tableau magnétique, 300 mm	2
666 428	Cadre profilé C 100 à 2 étages, CPS	1
666 4664	Support magnétique, taille 4, 27...29 mm	4
666 441	Support, CPS	1
726 21	Plate-forme pour appareils, 350 mm	1

### Calorimètre pour solides et liquides, CPS

Appareil complet avec des espaceurs et du matériel de fixation. Convient pour les expériences suivantes :

- Mesure de l'enthalpie de réaction lors de la combustion de matières solides ou liquides
- Mesure de la valeur énergétique (« teneur en calories ») des aliments
- Mesure de la chaleur de combustion (enthalpie de combustion) du carbone, du soufre, du sucre, des matières grasses (par ex. de l'huile alimentaire)

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 200 mm x 297 mm x 135 mm  
Plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm
- Masse : 1,6 kg

Matériel livré :

- 1 récipient en verre à double paroi avec raccords filetés GL
- 1 fixation avec tubulure d'admission en verre et creuset en porcelaine
- 1 plaque d'expérimentation avec éléments de fixation

666 429 | Calorimètre pour solides et liquides, CPS





#### Agitateur à filetage GL 32

Pour les calorimètres 666 429 et 667 325 afin d'en mélanger le contenu et de garantir l'homogénéité du liquide ou en tant qu'agitateur pour d'autres récipients à filetage GL 32. Avec deux douilles de 4 mm. Une alimentation (par ex. 521 35) est nécessaire pour le fonctionnement.

Caractéristiques techniques :

- Tension de service : 5 ... 6 V
- Tension : 10 V max.
- Courant : 40 mA max.
- Dimensions : 210 mm x 40 mm
- Masse : 110 g

666 819 Agitateur à filetage GL 32



#### Calorimètre pour solides et liquides

Pour la mesure de l'enthalpie de réaction lors de la combustion de substances solides et liquides. L'appareil est quasiment tout en verre. La base du calorimètre comprend la tubulure d'admission du gaz pour l'amenée en continu d'oxygène, l'élément de fixation pour le creuset en porcelaine avec le produit de combustion ainsi que la conduite électrique pour le filament incandescent nécessaire à l'allumage. Le déroulement de la réaction peut être suivi de l'extérieur à travers l'enceinte en verre, ceci permettant une commande permanente. Les gaz de combustion initialement très chauds refroidissent dans l'échangeur thermique à filament bispiralé et réchauffent le liquide du calorimètre (par ex. de l'eau) de plusieurs degrés Kelvin. Vu la construction de l'échangeur thermique en forme de filament bispiralé, la perte de chaleur suscitée par la chaleur résiduelle des gaz de combustion est réduite au minimum. Le calorimètre convient non seulement pour la détermination de l'enthalpie molaire de combustion de composés chimiques mais aussi pour la mesure de la valeur énergétique, soit de la teneur en calories, des aliments. Deux filaments incandescents de diamètre différent sont disponibles, le choix étant fonction de la température d'allumage requise et du temps de chauffage du matériau étudié.

667 325 Calorimètre pour solides et liquides

Pièce de rechange pour les calorimètres 667 325 : 667 324 Lot de 2 filaments incandescents



#### Calorimètre pour gaz

Pour la détermination de l'enthalpie de réaction pour les substances gazeuses. Deux gaz sont amenés à réagir dans ce calorimètre et la chaleur de réaction est ensuite mesurée. Les gaz en question peuvent être par exemple

- de l'hydrogène et de l'oxygène,
- de l'hydrogène et du chlore,
- du monoxyde de carbone et de l'oxygène.

Les gaz sont refoûlés de deux seringues à gaz (par ex. 665 913) vers une zone de décharge par l'intermédiaire de deux capillaires. C'est là qu'a lieu la combustion continue.

Les gaz de combustion et l'excédent d'un partenaire réactionnel se rendent dans une troisième seringue à gaz via un échangeur thermique à filament en verre. La chaleur de réaction est alors cédée au liquide calorimétrique. Vu que dans le cas de réactions de gaz avec des seringues à gaz, seulement de petites quantités de substances sont converties, le volume du liquide est lui aussi réduit. Nous recommandons en outre d'utiliser comme liquide calorimétrique des substances à faible capacité thermique, par ex. du trichlorométhane. La hausse de température est mesurée avec un thermomètre de précision (666 176) ou une sonde de température (666 212) raccordé au thermomètre numérique (666 454 ou 662 209). L'appareil est tout en verre et a donc des avantages notables :

- Tous les processus sont bien visibles.
- Faibles pertes de chaleur, d'autant plus que l'appareil n'a de contact direct avec aucune pièce métallique (éléments de fixation).

Pour le fonctionnement de la zone de décharge, nous conseillons d'avoir recours à l'alimentation pour zone de décharge (667 818). En cas d'utilisation d'autres sources de haute tension, il convient de ne jamais oublier que le filament en platine risque de fondre en cas de caractéristiques de puissance trop élevées.

Matériel livré :

Livré complet avec 5 raccords filetés GL 18, pour le raccordement de 3 seringues à gaz, du thermomètre et pour l'aération du système.

667 326 Calorimètre pour gaz

## Calorimètre pour la mesure du froid dû à l'évaporation

Tout changement d'état physique nécessite un bilan énergétique mesurable sous forme de variation de la température. Cet effet peut être démontré puis évalué quantitativement avec le calorimètre. Celui-ci est livré avec une description détaillée des expériences à réaliser et les paramètres de calcul des données calorimétriques.

- L'appareil étant en verre transparent, les processus sont faciles à suivre
- Résistance aux produits chimiques
- Temps de réaction brefs
- Pertes de chaleur minimales

Matériel livré :

1 corps en verre avec 3 raccords filetés GL 14, 1 raccord fileté GL 18 et 1 turbulent magnétique

667 322 Calorimètre pour la mesure du froid dû à l'évaporation



## Vase de Dewar, 500 ml

Argenté et gainé, pour maintenir la température constante, par ex. pour la réalisation de mesures calorimétriques.

Caractéristiques techniques :

- Capacité : 500 ml
- Diamètre : 70 mm
- Hauteur : 210 mm
- Masse : 1,0 kg

667 320 Vase de Dewar, 500 ml



## Fonte de la glace et ébullition de l'eau

L'expérience C1.1.2.1 consiste à étudier le comportement de l'eau à différentes températures. À cet effet, de la glace (eau à l'état solide) est réchauffée lentement, jusqu'à ce qu'elle fonde et s'évapore. Au point d'ébullition ou de fusion, la température change seulement lorsque la substance est passée complètement à l'autre état. Les points d'ébullition et de fusion sont ainsi faciles à déterminer.

## Équipement : fonte de la glace et ébullition de l'eau

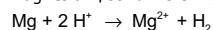
N° de cat.	Désignation	Nombre
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	1
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	1
664 105	Bécher DURAN, 600 ml, forme basse	1
666 8471	Agitateur magnétique à plaque chauffante	1
666 523	Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10	1
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	1
301 09	Noix double S	1



## 9.4.5 Stœchiométrie

### Détermination de la masse atomique relative de métaux

L'expérience C1.1.1.1 consiste à déterminer la masse molaire de certains métaux communs. Ceux-ci, par ex. le magnésium, sont mis en réaction avec de l'acide.



Différents métaux de même poids produisent différentes quantités d'hydrogène. L'utilisation de la même quantité de substance entraîne la production des mêmes quantités d'hydrogène, ce qui permet de déterminer la masse molaire relative du métal considéré.

### Équipement : détermination de la masse atomique relative de métaux



N° de cat.	Désignation	Nombre
664 097	Réacteur pour la stœchiométrie	1
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	1
665 936	Manomètre à tube plongeur	1
664 352	Vase de niveau, 250 ml	1
667 194	Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m	1
382 21	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C/1 K	1
667 312	Raccord en verre, 2 x GL 18	1
666 968	Spatule cuillère, acier inoxydable, 180 mm	1
667 027	Pince brucelles, émoussée, 130 mm	1
667 605	Écran de protection	1
664 103	Bécher DURAN, 250 ml, forme basse	1
665 753	Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique	1
666 4659	Tableau magnétique, 500 mm	2
666 4662	Support magnétique, taille 2, 11...14 mm	1
666 4665	Support magnétique, taille 5, 30...32 mm	3
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
667 7988	Balance d'analyse ABS 80-4, 83 : 0,0001 g	1
674 6810	Acide chlorhydrique, 10 %, 1 l	1
673 1000	Magnésium, ruban, 25 g	1
670 2400	Aluminium, feuille, 1 rouleau	1
671 2000	Calcium, copeaux, 25 g	1

### Réacteur pour la stœchiométrie

Dans le réacteur pour la stœchiométrie, des métaux réagissent avec de l'eau ou de l'acide tout en dégageant de l'hydrogène. La masse atomique et la valence du métal peuvent être déterminées à partir du volume de gaz recueilli dans la seringue et de la masse métallique pesée. Le récipient est rempli dans sa partie inférieure avec de l'eau ou de l'acide, rincé avec un gaz inerte non réactif (N<sub>2</sub>) et la réaction est ensuite lancée par abaissement du plongeur après que l'espace de réaction ait été rattaché à une seringue à gaz. La réaction se déroule tranquillement et sans qu'aucune flamme n'apparaisse. Verre avec raccord latéral (GL 18) et robinet à trois voies à l'extrémité inférieure.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 225 mm
- Diamètre : 60 mm
- Masse : 0,22 kg

664 097	Réacteur pour la stœchiométrie
---------	--------------------------------



## Manomètre à tube plongeur

Manomètre à tube plongeur d'après Schiele, gradué. Recommandé comme instrument de contrôle de la pression pour les expériences avec les seringues à gaz.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 280 mm

665 936 | Manomètre à tube plongeur



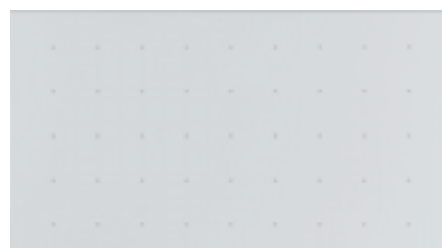
## Tableau magnétique, 500 mm

Tableau en acier pour la fixation par aimantation du matériel de chimie, par ex. pour la distillation ou les expériences avec le tube à combustion. Permet de réaliser des montages verticaux pour la démonstration dans les cadres profilés (666 425 ou 666 428). Peut être utilisé avec tous les modules CPS. L'inscription d'annotation est possible.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 50 cm x 29 cm.

666 4659 | Tableau magnétique, 500 mm



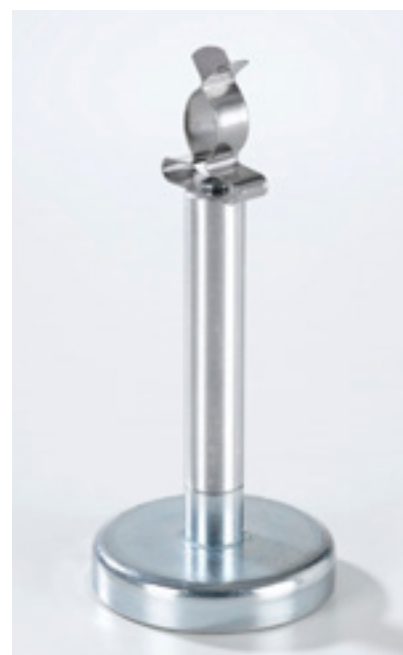
## Support magnétique, taille 2, 11...14 mm

Pince à ressort fixée sur un aimant. Pour la réalisation de montages expérimentaux en chimie sur les tableaux magnétiques (666 4659 et 666 4660). Peut être utilisé avec tous les modules CPS. Maintient des éléments de 11 à 14 mm de diamètre, par ex. les raccords RN 14 et GL 14.

Caractéristiques techniques :

- Force d'adhérence : jusqu'à env. 700 g
- Distance pince-plaque : env. 10 cm
- Diamètre des éléments : 11 ... 14 mm

666 4662 | Support magnétique, taille 2, 11...14 mm



## Support magnétique, taille 5, 30...32 mm

Pince à ressort fixée sur un aimant. Pour la réalisation de montages expérimentaux en chimie sur les tableaux magnétiques (666 4659 et 666 4660). Peut être utilisé avec tous les modules CPS. Maintient des éléments de 30 à 32 mm de diamètre, par ex. des seringues à gaz et les raccords GL 35.

Caractéristiques techniques :

- Force d'adhérence : jusqu'à env. 700 g
- Distance pince-plaque : env. 10 cm
- Diamètre des éléments : 30 ... 32 mm

666 4665 | Support magnétique, taille 5, 30...32 mm

## Tube en U, 160 x 22 mm, 2 tubulures latérales

Pour l'électrolyse et le séchage des gaz

Caractéristiques techniques :

- Longueur des branches : 160 mm
- Ø des branches : 22 mm
- 2 x Ø int. du col 19
- 2 tubulures latérales

664 086 | Tube en U, 160 x 22 mm, 2 tubulures latérales



## Tube à réaction, verre quartz, 300 x 20 mm Ø

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 300 mm
- Diamètre : 20 mm
- Matériau : quartz
- 2 x Ø int. du col 19

664 077 | Tube à réaction, verre quartz, 300 x 20 mm Ø





#### HydroStik PRO, CPS

Cartouche à hydrogène pratique et très sûre à utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS), par ex. pour les piles à combustible. L'hydrogène est prélevé de la cartouche intégrée HydroStik PRO (666 4796) avec la vanne de régulation fixe.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions de la plaque d'expérimentation : 100 mm x 297 mm
- Poids : 0,3 kg

##### HydroStik PRO

- Charge : env. 10 l (0,9 g d'hydrogène)
- Pression de remplissage max.: 3,0 MPa (20 °C)
- Pression de prélèvement : 0 ... 3,0 MPa (25°C)
- Connexion : taraudage M6
- Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
- Masse : 0,09 kg

##### Vanne de régulation

- Raccord de tuyau : 2 mm Ø
- Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

Matériel livré :

- 1 HydroStik PRO (666 4796)
- 1 vanne de régulation (666 4797)
- 1 plaque d'expérimentation

666 4795	HydroStik PRO, CPS
----------	--------------------

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide. Elle peut être remplie de manière très simple avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798) (non inclus au matériel livré). Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible.



#### HydroFill PRO

L'HydroFill PRO fournit de l'hydrogène obtenu par électrolyse à partir d'eau distillée. Il suffit simplement d'avoir une prise électrique pour le branchement. L'hydrogène est directement stocké dans la cartouche HydroStik PRO (666 4796) sous forme d'hydrure métallique. Il est ainsi possible de travailler avec l'hydrogène sans avoir à utiliser de bouteilles de gaz comprimé, par ex. pour la réalisation d'expériences avec les piles à combustible.

Caractéristiques techniques :

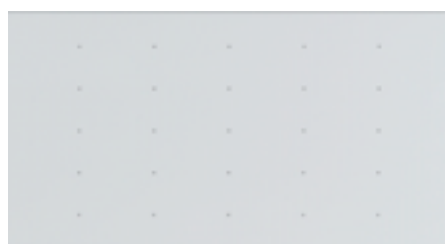
- Dimensions : 145 mm x 153 mm x 208 mm
- Poids : 1,8 kg
- Eau utilisable : eau désionisée ou distillée (10 ... 40°C)
- Consommation d'eau : env. 20 ml/h
- Pression de prélèvement : 0 ... 3,0 MPa
- Production de gaz : jusqu'à 3 l/h
- Pureté de l'hydrogène produit : 99,99 %
- Temps de chargement d'une cartouche HydroStik PRO : env. 4 heures

Matériel livré :

- 1 HydroFill PRO
- 1 adaptateur CA-CC
- Poudre pour la régénération (acide malique)

666 4798	HydroFill PRO
----------	---------------

Le générateur d'hydrogène HydroFill PRO est capable de remplir seul la cartouche HydroStik PRO (666 4796) avec de l'hydrogène.



#### Tableau magnétique, 300 mm

Tableau en acier pour la fixation par aimantation du matériel de chimie, par ex. pour la distillation ou les expériences avec le tube à combustion. Permet de réaliser des montages verticaux pour la démonstration dans les cadres profilés (666 425 ou 666 428). Peut être utilisé avec tous les modules CPS. L'inscription d'annotations est possible.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 30 cm x 29 cm

666 4660	Tableau magnétique, 300 mm
----------	----------------------------



## Support magnétique, taille 4, 27...29 mm

Pince à ressort fixée sur un aimant. Pour la réalisation de montages expérimentaux en chimie sur les tableaux magnétiques (666 4659 et 666 4660). Peut être utilisé avec tous les modules CPS. Maintient des éléments de 27 à 29 mm de diamètre, par ex. les raccords RN 29 et GL 32.

Caractéristiques techniques :

- Force d'adhérence : jusqu'à env. 700 g
- Distance pince-plaque : env. 10 cm
- Diamètre des éléments : 27 ... 29 mm

666 4664	Support magnétique, taille 4, 27...29 mm
----------	--



## 9.4.6 Autres procédés d'analyse

### Mesure de la tension superficielle par la méthode d'arrachement

La tension superficielle est une propriété de la surface (surface limite) entre un liquide et un gaz, comme par ex. l'air. La surface d'un liquide se comporte comme un film élastique tendu. Cet effet explique par exemple que l'eau forme des gouttes et contribue à ce que certains insectes peuvent courir sur l'eau ou qu'une pièce de monnaie « flotte » sur l'eau.

Dans l'expérience C3.1.2.2, on détermine la tension superficielle de l'eau et de l'éthanol. Il s'avère que l'eau, comparée à d'autres liquides, présente une tension superficielle très élevée.

(Valeur théorique pour l'eau :  $0,073 \text{ Nm}^{-1}$ , pour l'éthanol :  $0,022 \text{ Nm}^{-1}$ ).

### Équipement : mesure de la tension superficielle par la méthode d'arrachement

N° de cat.	Désignation	Nombre
367 46	Dispositif de mesure de la tension superficielle	1
664 175	Cristalliseur Boro 3.3, 95 mm Ø, 55 mm, haut	1
314 111	Dynamomètre de précision, 0,1 N	1
311 53	Pied à coulisse	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
300 02	Pied en V, petit	1
300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø	1
301 08	Noix avec crochet	1
671 9740	Éthanol, solvant, 250 ml	1
675 3400	Eau, pure, 1 l	1



### Dispositif de mesure de la tension superficielle

Anneau de métal léger à bord biseauté suspendu à trois fils. La mesure de la force nécessaire pour sortir l'anneau du liquide permet de déterminer la tension superficielle.

Caractéristiques techniques :

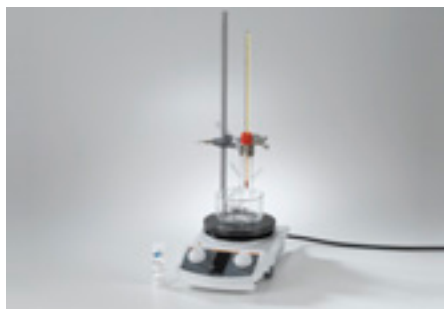
- Diamètre de l'anneau : 6 cm

367 46	Dispositif de mesure de la tension superficielle
--------	--

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	314 111	Dynamomètre de précision, 0,1 N





### Détermination du point de fusion de l'acide salicylique

L'expérience C3.1.3.1 consiste à déterminer le point de fusion de l'acide salicylique à l'aide du tube de Thiele. Outre le point d'ébullition, le point de fusion est lui aussi une caractéristique distinctive de chaque substance. On remplit de paraffine le dispositif pour la détermination du point de fusion et on le munit d'un thermomètre. La substance à déterminer est ensuite versée dans un petit tube inséré quant à lui avec son côté ouvert dans le dispositif de manière à être placé à côté du thermomètre. Le point de fusion est déterminé par un réchauffement progressif au bain marie.

### Équipement : détermination du point de fusion de l'acide salicylique

N° de cat.	Désignation	Nombre
667 500	Tube de Thiele	1
661 085	Tubes pour la détermination du point de fusion, jeu de 100	1
667 307	Joints en silicone, GL 18, sans trou, jeu de 10	1
666 161	Thermomètre chimique, -10...+220 °C/1 K	1
666 8471	Agitateur magnétique à plaque chauffante	1
666 523	Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10	1
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	1
301 09	Noix double S	1
602 725	Coupelle de laboratoire Boro 3.3, 140 x 75 mm Ø, 900 ml	1
674 0820	Paraffine, épaisse, 1 l	1
674 6210	Acide salicylique, 100 g	1



### Tube de Thiele

Appareil en verre, simple, pour la mesure de points de fusion, avec raccord fileté GL 18 pour le thermomètre et deux tubulures latérales.

667 500	Tube de Thiele
---------	----------------

### Tubes pour la détermination du point de fusion, jeu de 100

Microcapillaires scellés à une extrémité, paquet de 100 tubes, pour 667 500

Caractéristiques techniques :  
Dimensions : 75 mm de long, 1,5 à 2 mm de Ø

661 085	Tubes pour la détermination du point de fusion, jeu de 100
---------	--

### Thermomètre chimique, -10 ... +220 °C/1 K

Sur fond coloré, échelle à graduations inaltérables, avec étui protecteur.

Caractéristiques techniques :

- Gamme de mesure : -10 ... +220 °C
- Graduation : 1 K
- Longueur : 30 cm
- Diamètre : 7 mm
- Charge : alcool

666 161	Thermomètre chimique, -10 ... +220 °C/1 K
---------	---

### Paraffine, épaisse, 1 l

674 0820	Paraffine, épaisse, 1 l
----------	-------------------------



## Viscosimètre à chute de bille d'Höppler

Le viscosimètre à chute de bille permet une mesure précise de la viscosité de liquides newtoniens transparents et de gaz. Il satisfait aux exigences spécifiées par la norme DIN 53 015 et a été étalonné par un organisme certifié, l'institut fédéral de physique et de métrologie (PTP).

### Principe de mesure

Roulement et glissement d'une bille dans un tube cylindrique incliné, rempli du liquide à étudier. On mesure le temps mis par la bille pour parcourir une distance de mesure définie. En basculant la partie métallique, le retour de la bille peut également être pris en compte pour la mesure.

Le résultat de la mesure est donné sous forme de viscosité dynamique dans l'unité mécanique SI *millipascal par seconde* [mPa s].

### Régulation thermique

Étant donné que la viscosité dépend fortement de la température, il est prévu un réglage précis de la température de l'échantillon. L'échantillon est tempéré par ex. avec le thermostat à circulation (666 7701). Le contrôle de la température est assuré par un thermomètre intégré dans le viscosimètre (standard -1 ... + 26 °C, gradué en 0,1 K).

### Exemples d'application types

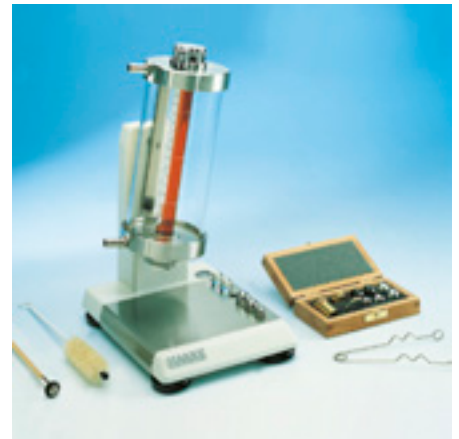
Le viscosimètre à chute de bille est essentiellement utilisé pour des substances à faible viscosité telles que

- huiles, hydrocarbures liquides (industrie pétrolière)
- solvants, solutions de plastiques et résines, encres (industrie chimique)
- glycérine, matières premières (industrie pharmaceutique)
- gélatine, solutions de sucre (industrie alimentaire).

### Caractéristiques techniques :

- Gamme de viscosité : 0,5 ... 10<sup>6</sup> mPa s (cP)
- Gamme de température : -20 ... +120 °C
- Répétabilité : supérieure à 0,5 %
- Comparabilité : supérieure à 1 %
- Matériau :
  - billes 1 et 2 en verre borosilicaté
  - billes 3 et 4 en fer
  - billes 5 et 6 en acier
- Dimensions : 33,5 cm x 20 cm x 26,5 cm
- Masse : 5,7 kg

665 906 Viscosimètre à chute de bille d'Höppler



## Pycnomètres de Gay-Lussac

Pour déterminer la densité de liquides. Avec bouchon capillaire hermétique.

N° de cat.	Volume
602 821	10 ml
602 822	25 ml
666 145	50 ml
602 823	100 ml



## Détermination de la pression osmotique d'une solution de sucre

L'expérience C4.6.2.1 met en évidence le principe de l'osmose au moyen d'un osmomètre. Ce processus joue un rôle crucial dans la régulation du volume et de l'eau des cellules. Les deux chambres renferment différentes concentrations d'une solution qui sont séparées par une membrane semi-perméable. Le solvant s'écoule par osmose dans la solution la plus concentrée. Le niveau de liquide de cette solution augmente dans le système ouvert. Le flux d'admission d'eau est d'autant plus grand que la concentration de la solution est élevée. Il est arrêté lorsque la pression hydrostatique de la colonne d'eau dans le tube capillaire est aussi élevée que la pression osmotique.





### Équipement : détermination de la pression osmotique d'une solution de sucre

N° de cat.	Désignation	Nombre
662 403	Appareil à osmose	1
667 501	Échelle graduée pour le grand appareil pour la démonstration de l'osmose	1
664 103	Bécher DURAN, 250 ml, forme basse	1
665 754	Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique	1
665 794	Fiole jaugée, Boro 3.3, 250 ml	2
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	1
665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10	1
674 6060	Saccharose D(+), 250 g	1

### Appareil à osmose

L'« appareil à osmose » sert à démontrer rapidement et aisément la pression osmotique. Il est livré prêt à l'emploi, se monte, se démonte et se nettoie facilement.

Deux liquides de concentration différente sont juxtaposés ; ceci permet de montrer clairement l'augmentation de la pression hydrostatique qui peut être représentée sur l'échelle du tube capillaire utilisé.

Matériel livré :

- 2 châssis de fixation
- 2 osmoseurs (transparentes)
- 4 tiges de maintien avec 8 écrous moletés
- 3 joints plats
- 5 membranes semi-perméables
- 2 tubes capillaires, 300 mm x 8 mm de Ø
- 2 capuchons en caoutchouc, Ø int. du col 19, avec trou
- 2 capuchons en caoutchouc, Ø int. du col 19 pour électrodes

662 403 Appareil à osmose



### Accessoires et matériel de rechange pour l'appareil à osmose

N° de cat.	Désignation
667 501	Échelle graduée pour le grand appareil pour la démonstration de l'osmose
667 503ET5	Vessies de porc pour 667 403, jeu de 5
667 512	Membrane semi-perméable pour 662 403, lot de 5
667 513	Membrane perméable aux cations pour 667 403, lot de 2

### Appareil pour démonstration de l'osmose, petit

Pour mettre en évidence et mesurer la pression osmotique. Le capillaire rempli d'une solution salée ou sucrée trempe dans une éprouvette elle-même remplie d'eau distillée. L'eau pénètre dans le capillaire par le tuyau de dialyse semi-perméable et le niveau dans le capillaire s'élève jusqu'à ce que la pression hydrostatique corresponde à la pression osmotique. Livré complet avec toute la verrerie requise, sans support.

Matériel livré :

- 1 tube à essais Ø int. du col 29, à tubulure latérale
- 1 tube capillaire, 400 mm de long, 8 mm Ø
- 1 bouchon en caoutchouc, Ø int. du col 29, avec 1 trou
- 1 bouchon en caoutchouc, Ø int. du col 19, avec 1 trou
- 1 tuyau de dialyse, prêt à l'emploi
- 2 tuyaux de dialyse de rechange

667 509 Appareil pour démonstration de l'osmose, petit



## Tuyau de dialyse, 1 m

Tuyau de rechange pour le petit appareil pour la démonstration de l'osmose (667 509).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 1 m
- Diamètre : 18 mm

667 199 | Tuyau de dialyse, 1 m



## Appareil de diffusion des gaz

Pour mettre en évidence les différentes vitesses de diffusion des gaz (hydrogène, CO<sub>2</sub> ou air) à travers un cylindre en terre cuite. Les gaz légers, comme l'hydrogène ou l'hélium (issus par ex. des bouteilles de gaz comprimé Minican) diffusent rapidement à travers le cylindre et créent une surpression dans la fiole d'Erlenmeyer signalée par un écoulement d'eau à l'extrémité du tube recourbé.

Matériel livré :

- Fiole d'Erlenmeyer
- Bouchon en caoutchouc percé de 2 trous
- Tube recourbé en verre, à tuyère
- Tube en verre 180 x 8 mm Ø
- Bouchon en caoutchouc percé d'1 trou
- Bécher, 600 ml
- Cylindre en terre cuite

667 495 | Appareil de diffusion des gaz



## 9.5 Chimie inorganique, organique et technique

### 9.5.1 Chimie inorganique

#### Synthèse de l'oxyde de magnésium

Dans l'expérience C1.2.2.1, on vérifie la loi des proportions définies (loi de Proust) par la synthèse de l'oxyde de magnésium. Au contact de l'oxygène, le magnésium devient lumineux et se transforme en oxyde de magnésium.  
 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$

Le magnésium comme produit de départ et l'oxyde de magnésium comme produit final peuvent être pesés. Par ailleurs, la mesure du volume permet de déterminer la quantité d'oxygène consommée. On peut en déduire le rapport des masses de l'oxygène et du magnésium. Des essais répétés permettent de déterminer qu'il est constant.



## Équipement : synthèse de l'oxyde de magnésium

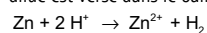


N° de cat.	Désignation	Nombre
666 9881	Nacelle de combustion en porcelaine, émaillée	3
664 077	Tube à réaction, verre quartz, 300 x 20 mm Ø	1
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	1
665 913	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 1 voie	1
666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN	1
666 715	Cartouche de gaz	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
666 731	Allume-gaz, mécanique	1
667 7988	Balance d'analyse ABS 80-4, 83 : 0,0001 g	1
667 194	Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m	1
666 4660	Tableau magnétique, 300 mm	6
666 4665	Support magnétique, taille 5, 30...32 mm	4
666 428	Cadre profilé C 100 à 2 étages, CPS	1
673 1000	Magnésium, ruban, 25 g	1
674 6970	Acide chlorhydrique 0,5 mol/l, 500 ml	1
660 998	Bouteille de gaz comprimé Minican, oxygène	1
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican	1
604 481	Tuyau en caoutchouc 1 m x 4 mm Ø, DIN 12865	1
604 510	Raccord de tuyaux, PP, droit, 4/15 mm Ø	1



## Fabrication de gaz avec un appareil de Kipp

L'expérience C1.4.2.1 fait intervenir le générateur de gaz selon Maey, qui correspond au principe de l'appareil de Kipp pour produire de l'hydrogène : de la grenaille de zinc est versée dans un tube à verre fritté. De l'acide chlorhydrique dilué est versé dans le ballon et accède au zinc via l'élément fritté. Il s'y forme de l'hydrogène.



Autres gaz pouvant être produits de manière similaire :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  et  $\text{NO}$ .

## Équipement : fabrication de gaz avec un appareil de Kipp



N° de cat.	Désignation	Nombre
665 647	Générateur de gaz selon Maey	1
666 6221	Plateau d'expérimentation	1
666 623	Baguette en équerre	1
301 01	Noix Leybold	3
301 27	Tige 50 cm, 10 mm Ø	3
301 09	Noix double S	4
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	4
604 501	Tuyau en PVC, 7 mm Ø, 1 m	1
664 800	Flacon laveur, corps	2
664 805	Tête de flacon laveur en verre avec tige droite	2
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	1
675 4800	Zinc, granulés, 100 g	1
674 6920	Acide chlorhydrique env. 2 mol/l, 500 ml	1

### Générateur de gaz selon Maey

Pour générer des gaz à partir de matières solides (granulés) et liquides, par ex. :

- Hydrogène :  $H_2$  à partir de Zn et HCl
- Dioxyde de carbone :  $CO_2$  à partir de  $CaCO_3$  et HCl
- Oxyde d'azote :  $NO_x$  à partir de Cu et  $HNO_3$
- Sulfure d'hydrogène :  $H_2S$  à partir de FeS et HCl
- Dioxyde de soufre :  $SO_2$  à partir de Cu et  $H_2SO_4$

Matériel livré :

- 1 fiole Erlenmeyer, 250 ml, RN 29/32 avec robinet RN
- 1 tubulure avec élément fritté et 2 RN 29/32
- 1 robinet de vidange du gaz avec RN 29/32
- 2 pinces pour rodage RN 29/32
- 1 mode d'emploi avec des exemples d'expériences

665 647 Générateur de gaz selon Maey

Peut être équipé de l'entonnoir à robinet 665 649.



### Cloche en verre

Avec tube, 5 l, pour l'analyse de l'air.

Caractéristiques techniques :

- Cloche RN, avec col et bride 29/32
- 200 mm x 300 mm

664 197 Cloche en verre

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 228	Bouchon à rodage normalisé en verre clair, RN 29/32



### Cloche gazométrique graduée, 600 ml

Cloche gazométrique graduée sans embout à robinets, Ø int. du col 29, pour la mesure du volume de gaz.

Caractéristiques techniques :

- Volume : 600 ml
- Graduation : 5 ml

665 893 Cloche gazométrique graduée, 600 ml

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	664 220	Éprouvette à pied, 2000 ml, bord rodé
1	665 895	Embout à robinets, pour cloche gazométrique



### Embout à robinets, pour cloche gazométrique

Pour les cloches graduées gazométriques 665 893 et 665 894, avec 2 robinets à rodage normalisé et bouchons en caoutchouc.

665 895 Embout à robinets, pour cloche gazométrique





### Détermination de la masse molaire de gaz

À pression et température constantes, chaque gaz occupe le même volume, indépendamment de sa composition et quel que soit le type d'atome. Par conséquent, si on connaît le volume, la pression et la température, on peut déterminer la masse molaire des gaz. Dans l'expérience C1.1.1.2, cette mesure est effectuée avec une sphère de pesage des gaz.

### Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)

Pour déterminer la masse volumique de l'air en faisant le vide (vide grossier). Sphère en verre avec robinets en verre et olives de raccordement.

Caractéristiques techniques :

- Contenance : env. 1 l
- Diamètre : env. 12 cm.
- Diamètre des olives : 8 mm

379 07	Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse)
--------	---

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	667 072	Support pour ballon rond, 250 ml



### Relevé des spectres d'émission lors d'un test de flamme

Les raies spectrales se forment lors du passage des électrons du niveau d'énergie supérieur au niveau inférieur dans l'enveloppe des atomes excités. La longueur d'onde de la lumière qui est alors émise résulte de cette différence d'énergie :

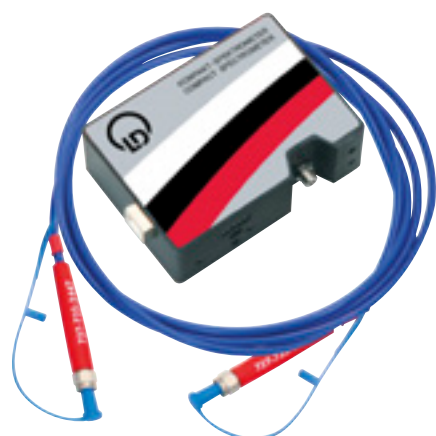
$$f = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$h$  : Constante de Planck

Comme les énergies  $E_1$  et  $E_2$  ne peuvent prendre que des valeurs discrètes, seuls sont émis ou absorbés des photons à fréquences discrètes. Le spectre de l'atome représente la totalité des fréquences. La position des raies spectrales est caractéristique de l'élément concerné.

Dans l'expérience C1.1.3.7, on étudie les colorations de flamme de sels métalliques. Un spectromètre compact raccordé à l'ordinateur via le port USB permet d'enregistrer aisément de tels phénomènes transitoires et d'analyser les raies d'émission. Contrairement à l'observation classique à l'œil nu, on peut aussi identifier les raies dans la gamme IR, par ex. pour le potassium.

### Équipement : relevé des spectres d'émission lors d'un test de flamme



N° de cat.	Désignation	Nombre
467 251	Spectromètre compact, physique	1
460 251	Support pour fibres	1
300 11	Socle	1
666 731	Allume-gaz, mécanique	1
604 5681	Spatule à poudre, acier inoxydable, 150 mm	1
667 089	Plaque à gouttes, 17 mm Ø	1
656 017	Bec Teclu, multigaz	1
607 020	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 0,5 m	1
673 0840	Bâton de magnésie, lot de 25	1
661 088	Sels pour coloration de flamme, jeu de 9	1
674 6950	Acide chlorhydrique 0,1 mol/l, 500 ml	1



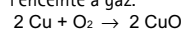
### Équipement : synthèse qualitative de l'eau

N° de cat.	Désignation	Nombre
375 56	Trompe à eau	1
602 024	Bécher Boro 3.3, 800 ml, forme basse	1
665 004	Entonnoir Boro 3.3, 80 mm Ø	1
602 420	Flacon laveur 100 ml, avec filtre	1
665 237	Buse en verre droite, 8 mm Ø	1
664 093	Tube en U, 160 x 24 mm, 2 tubulures latérales	1
300 02	Pied en V, petit	2
608 051	Tube, 750 mm, 10 mm Ø	2
301 09	Noix double S	4
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	4
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
667 257	Bouchon en caoutchouc plein, 19 ... 24 mm Ø	2
660 997	Bouteille de gaz comprimé Minican, hydrogène	1
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican	1
604 481	Tuyau en caoutchouc 1 m x 4 mm Ø, DIN 12865	1
604 510	Raccord de tuyaux, PP, droit, 4/15 mm Ø	1
672 9700	Sulfate de cuivre (II), anhydre, 50 g	1



### Détermination de la teneur en oxygène de l'air

L'expérience C1.4.1.1 consiste à déterminer la teneur en oxygène de l'air. Pour ce faire, on se base sur le fait que certaines substances peuvent réagir de manière quantitative avec l'oxygène pour former un oxyde. À cet effet, on fait réagir l'oxygène d'un volume d'air défini avec du cuivre, puis on l'élimine sous forme d'oxyde de cuivre de l'enceinte à gaz.



La réduction de volume ainsi résultante permet de calculer facilement la teneur en oxygène de l'air d'origine en pourcentage du volume. Le gaz résiduel dénommé « azote » qui se trouve encore dans l'appareillage peut continuer à être analysé : il n'entretient pas la combustion et « étouffe » les flammes.

### Équipement : détermination de la teneur en oxygène de l'air

N° de cat.	Désignation	Nombre
664 0771	Tube à réaction, quartz, GL 18	1
664 079	Rouleau de treillis métallique en cuivre, 80 x 7,5 mm Ø	1
665 912	Seringue à gaz 100 ml	1
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	1
665 936	Manomètre à tube plongeur	1
666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN	1
666 724	Buse large en éventail	1
666 715	Cartouche de gaz	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
666 4660	Tableau magnétique, 300 mm	6
666 4665	Support magnétique, taille 5, 30...32 mm	5
666 428	Cadre profilé C 100 à 2 étages, CPS	1
667 312	Raccord en verre, 2 x GL 18	1





### Tube à réaction, quartz, GL 18

Tube à réaction en quartz avec deux éléments en verre quartzéux pour le refoulement de l'air et le refroidissement. Pour des réactions au-delà de 500°C. Peut être utilisé avec le rouleau de treillis métallique en cuivre (664 078) pour l'analyse de l'air.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 160 mm
- Raccords : 2 x GL 18

664 0771	Tube à réaction, quartz, GL 18
----------	--------------------------------



### Rouleau de treillis métallique en cuivre, 80 x 7,5 mm Ø

Pour 664 076.

664 079	Rouleau de treillis métallique en cuivre, 80 x 7,5 mm Ø
---------	---



### Influence de la pression sur le volume d'un gaz à température constante (loi de Boyle-Mariotte)

N° de cat.	Nombre	Désignation
382 00	1	Thermomètre à gaz
300 02	1	Pied en V, petit
300 42	1	Tige 47 cm, 12 mm Ø
301 11	2	Noix avec pince
375 58	1	Pompe manuelle pour vide

### Thermomètre à gaz

Pour étudier le comportement thermique des gaz (dilatation, augmentation de la pression), aborder la notion d'échelle des températures absolues et déterminer le zéro absolu. Tube capillaire ouvert à une extrémité, contenant un volume de gaz variable fermé par une gouttelette de mercure. Renflement en verre fritté rempli de gel de silice pour protéger le tube contre l'humidité. Livré avec grand tube en verre pour bain-marie.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 48 cm
- Diamètre externe du capillaire : 8 mm
- Diamètre interne du capillaire :  $2,7 \pm 0,2$  mm
- Échelle : entièrement graduée en mm
- Raccordement : par olive de 8 mm
- Grand tube en verre :  
Longueur : 44 cm  
Diamètre : 30 mm

382 00	Thermomètre à gaz
--------	-------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
		Matériel support

Complément recommandé :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	375 58	Pompe manuelle pour vide

### Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau

Pour l'étude quantitative de l'anomalie dilatométrique et du maximum de densité de l'eau ainsi que pour la détermination du coefficient de dilatation volumique des liquides. Récipient en verre avec tube de remplissage, capillaire de mesure, bouchons filetés et tige d'agitation.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : env. 50 cm
- Longueur du capillaire : 35 cm
- Diamètre du capillaire : 1,7 mm
- Volume : env. 310 ml
- Raccord du tube de remplissage : embout olivaire de 8 mm
- Bouchons filetés avec ouverture pour sonde de température : 1,5 mm Ø
- pour thermomètre : 8 ... 10 mm Ø
- Tige d'agitation : 25 mm de long

667 505 | Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau



### 9.5.2 Chimie organique

#### Distillation du vin rouge

Si les points d'ébullition sont suffisamment espacés les uns des autres, des mélanges peuvent être séparés au moyen d'une simple distillation. C'est le cas par ex. lors de la distillation du vin rouge dans l'expérience C2.4.3.1. L'éthanol bout à 78 °C, l'eau à 100 °C. La courbe de température est relevée sur ordinateur avec CASSY.

#### Équipement : distillation du vin rouge

N° de cat.	Désignation	Nombre
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth	1
524 0031	Dongle Bluetooth	1
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	1
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	1
665 338	Pont à distiller de Claisen, 250 mm	1
664 301	Ballon à fond rond Boro 3.3, 250 ml, RN 19/26	1
664 300	Ballon à fond rond Boro 3.3, 100 ml, RN 19/26	1
665 391ET10	Pince en plastique pour rodage, RN 19/26, jeu de 10	1
604 501	Tuyau en PVC, 7 mm Ø, 1 m	2
604 460	Collier de serrage 8...12 mm	2
667 305	Capuchon à vis GL 18 avec trou	1
667 295	Joints en silicone GL 18/8, jeu de 10	1
666 194	Gaines de protection pour sondes de température, jeu de 5	1
666 6522	Chauffe-ballon 250 ml	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
666 4659	Tableau magnétique, 500 mm	1
666 4662	Support magnétique, taille 2, 11...14 mm	2
666 4663	Support magnétique, taille 3, 18...22 mm	2
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
661 091	Pierres d'ébullition	1
661 082	Graisse pour rodages, 60 g	1





### Distillation fractionnée du pétrole avec une colonne à plateaux

Dans un premier temps, le pétrole est séparé en différentes fractions par distillation fractionnée. Ce faisant, il n'est pas possible d'isoler des substances individuelles étant donné que les points d'ébullition sont très proches les uns des autres. Il s'agit plutôt de saisir les hydrocarbures de différentes plages d'ébullition.

En chimie technique, la distillation du pétrole a lieu dans des colonnes à plateaux à calottes, ainsi qu'étudié dans l'expérience C2.3.2.1. L'installation présente deux plateaux à calottes, ce qui permet de soutirer plusieurs fractions en même temps.

### Équipement : distillation fractionnée du pétrole avec une colonne à plateaux



N° de cat.	Désignation	Nombre
666 447	Distillation du pétrole, CPS	1
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	2
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	4
666 6533	Chauffe-ballon 500 ml, réglable	1
300 75	Laborboy I (support élévateur)	1
666 659	Pince de fixation pour chauffe-ballons	1
666 194	Gaines de protection pour sondes de température, jeu de 5	1
604 501	Tuyau en PVC, 7 mm Ø, 1 m	2
604 460	Collier de serrage 8...12 mm	2
664 241	Fiole Erlenmeyer, 100 ml, col étroit, Ø int. du col 19	3
667 281	Bouchons en liège, assortiment de 100 bouchons	3
661 0771	Mentions d'avertissement selon le SGH	1
661 081	Feuille d'aluminium, 1 rouleau	1
667 026	Pince brucelles, pointue, 130 mm	1
667 605	Écran de protection	1
674 5840	Pétrole brut, artificiel, 1 L	1
674 5810	Pétrole brut, 500 ml	1
661 091	Pierres d'ébullition	1
661 082	Graisse pour rodages, 60 g	1
672 1200	Glycérine, 99 %, 100 ml	1

### Distillation du pétrole, CPS

Dispositif livré complet avec des espaceurs et des éléments de fixation.  
Convient pour les expériences sur la distillation fractionnée du pétrole brut.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 400 mm x 620 mm x 170 mm  
Plaque d'expérimentation : 400 mm x 620 mm
- Masse : 3,8 kg

Matériel livré :

- 1 ballon à fond à 2 cols, 500 ml, RN 29 avec tubulure latérale GL 18
- 1 colonne avec deux plateaux à cloches, L= 280 mm, avec deux robinets à une voie pour la collecte des fractions, deux raccords filetés GL 18 pour capteurs de température
- 1 pont à distiller, L= 200 mm, deux RN 29, avec raccord fileté GL 18 pour capteur de température
- 1 condenseur à reflux de Dimroth, L= 300 mm, deux RN 29, avec olives latérales pour le raccordement d'eau de refroidissement
- 1 butoir sous vide, deux RN 29, droit, avec olive
- 1 ballon à fond rond, 250 ml, RN 292
- 2 ballons à fond rond, 100 ml, RN 14,5/23
- 5 pinces à rodage, métalliques
- 1 plaque d'expérimentation avec matériel de fixation

666 447 | Distillation du pétrole, CPS

### Extraction Soxhlet à partir de feuilles

Pour effectuer une extraction à partir de solides peu solubles ou insolubles, on procède, comme dans l'expérience C2.4.2.1, à une extraction Soxhlet. Le solvant évaporé est condensé au niveau d'une unité de réfrigération et s'égoutte sur le produit d'extraction dans un manchon filtrant. Il s'accumule dans le compartiment d'extraction, soutire l'extrait du produit d'extraction, pour être ensuite aspiré automatiquement dans le ballon. De là, le solvant s'évapore à nouveau (sans extrait).

### Équipement : extraction Soxhlet à partir de feuilles

N° de cat.	Désignation	Nombre
665 453	Extracteur de Soxhlet, 70 ml	1
665 422	Réfrigérant à serpentin de Dimroth, 250 mm	1
664 301	Ballon à fond rond Boro 3.3, 250 ml, RN 19/26	1
665 391ET10	Pince en plastique pour rodage, RN 19/26, jeu de 10	1
665 392ET10	Pincettes en plastique pour rodage, RN 29/32, jeu de 10	1
666 6523	Chauffe-ballon 250 ml, réglable	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
300 01	Pied en V, grand	1
300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø	1
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm	2
301 09	Noix double S	2
667 193	Tuyau PVC, 7 mm Ø, 1 m	2
604 460	Collier de serrage 8...12 mm	2
661 050	Cartouches d'extraction 80 x 26 mm Ø, jeu de 25	1
667 027	Pince brucelles, émoussée, 130 mm	1
602 954	Éprouvette graduée Boro 3.3, 250 ml, pied en verre	1
667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g	1
661 167	Flacon cylindro-cônique en verre brun, 250 ml, col étroit, bouchon en verre	1
665 005	Entonnoir Boro 3.3, 100 mm Ø	1
671 9720	Éthanol, solvant, 1 l	1
661 082	Graisse pour rodages, 60 g	1
661 091	Pierres d'ébullition	1



### Extracteur de Soxhlet, CPS

Livré complet avec des espaceurs et des éléments de fixation. Convient par exemple pour les expériences suivantes :

- Extraction de la caféine du thé
- Extraction de la poudre de cacao
- Détermination de la teneur en matière grasse des aliments
- Extraction d'huiles essentielles

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 300 mm x 620 mm x 160 mm  
Plaque d'expérimentation : 300 mm x 620 mm
- Masse : 2,5 kg

Matériel livré :

- 1 ballon à fond rond, 500 ml, RN 29
- 1 extracteur, 70 ml, RN 29 (en bas) et RN 45 (en haut)
- 1 condensateur à reflux de Dimroth, RN 45, gaine de refroidissement de 200 mm avec 2 raccords filetés GL 14 pour eau de refroidissement
- 2 champs d'inscription
- 1 plaque d'expérimentation avec éléments de fixation

666 445 Extracteur de Soxhlet, CPS





### Commande et contrôle de la réaction lors de processus de fermentation

Des micro-organismes peuvent être utilisés dans des bioréacteurs par ex. pour la production d'enzymes ou la fabrication de médicaments. Le recours à maints dispositifs de mesure et de régulation est ainsi indispensable pour maintenir optimales les conditions de croissance dans lesquelles sont placés ces micro-organismes. Un exemple simple et parfaitement inoffensif est la production d'éthanol à partir de la levure de boulanger (*saccharomyces cerevisiae*), soit la transformation de glucose en alcool par voie biochimique. Le processus est surveillé et commandé à l'aide du module Sensor-CASSY et du logiciel CASSY Lab 2. En plus de l'équipement requis, il faut aussi de la levure de boulanger et une solution de sucre stérile.

N° de cat.	Nombre	Désignation
666 410	1	Bioréacteur, montage de base, CPS
666 482	1	Pompe d'aération pilotable CPS
307 641ET5	1	Tuyau plastique, 5 m x 6 mm Ø
666 470	1	Support avec noix, réglable en hauteur, CPS
666 821	1	Moteur d'agitation
661 361	1	Agitateur à turbine
661 366	1	Coupleur d'agitateur
661 367	1	Fermeture d'agitateur
666 411	1	Capteur d'éthanol pour le bioréacteur, CPS
666 413	1	Dispositif de dosage pour le bioréacteur, CPS
666 471	1	Alimentation en tension, commutable, CPS
524 013	2	Sensor-CASSY 2
524 0672	1	Connecteur adaptateur pH S
667 4242	1	Électrode de pH à gaine en verre, BNC
524 045	1	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN
666 212	1	Sonde de température CTN, 3 mm
524 220	1	CASSY Lab 2
500 421	2	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge
500 412	2	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, bleu
500 424	2	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, noir
666 464	3	Plaque vierge 100 mm, CPS
666 467	3	Plaque vierge 200 mm, CPS
666 468	1	Plaque vierge 300 mm, CPS
664 347	1	Adaptateur pour électrodes
663 615	2	Connecteur multiprise 5 prises à contact de protection
668 081	1	LIT : Biotechnologie



### Bioréacteur, montage de base, CPS

Livré avec cadre et matériel de fixation.

Adapté à toutes les expériences de fermentation selon le procédé par lots.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions (sans cadre) : 300 mm x 297 mm x 280 mm  
Plaque d'expérimentation : 300 mm x 297 mm
- Masse : 10,0 kg

Matériel livré :

- 1 bécet à rodage plan 2000 ml
- 1 couvercle à rodage plan, 2 RN 29, 3 GL 45, 1 GL 18
- 2 adaptateurs pour électrodes standard (GL 18 et GL 25)
- 1 bague de ventilation
- 1 thermoplongeur, 100 W, RN 29
- 1 support universel pour verrerie
- 1 agitateur, RN 29/32
- 1 cadre profilé CPS C 100, à trois étages
- Matériel de fixation

666 410	Bioréacteur, montage de base, CPS
---------	-----------------------------------

### Capteur d'éthanol pour le bioréacteur, CPS

Pour la mesure de l'éthanol dans les milieux aqueux et gazeux, par ex. pour définir la concentration d'éthanol dans les liquides lors de fermentations.

Le capteur à plaque filtrante en céramique est logé dans un boîtier en acier inoxydable ; la sensibilité peut être adaptée à la mesure considérée par un gain réglable. Une sortie analogique permet la connexion d'un enregistreur à compensation ou d'un ordinateur avec interface.

Caractéristiques techniques :

- Sortie analogique : 0 ... 2 V
- Longueur du câble : 1700 mm (câble à spirale, indication de la longueur en allongement maximum)
- Dimensions : 350 mm x 20 mm Ø
- Plaque d'expérimentation : 100 mm x 297 mm
- Masse : 0,8 kg

Matériel livré :

- Alimentation secteur : 12 V/1,54 A (230 V/50 Hz)
- Joint torique et membrane spéciale (2 pièces)

666 411 Capteur d'éthanol pour le bioréacteur, CPS



### Support universel pour récipients en verre, CPS

Support pour récipients en verre de différents diamètres et avec différentes positions du bec verseur.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 300 mm x 297 mm x 250 mm  
Plaque d'expérimentation : 300 mm x 297 mm
- Masse : 1,8 kg

666 421 Support universel pour récipients en verre, CPS



### Dispositif de dosage pour le bioréacteur, CPS

Pour le dosage de liquides par électrovanne actionnable manuellement ou par ordinateur. Avec 2 douilles pour le raccordement à la sortie de relais d'une interface d'ordinateur ; 1 touche pour le fonctionnement manuel, 1 LED pour le contrôle du fonctionnement.

Sert par ex. à maintenir le pH constant dans le bioréacteur durant une fermentation.

Caractéristiques techniques :

- Réservoir : 250 ml, gradué
- Alimentation : 12 V CA/580 mA par adaptateur secteur (fourni)
- Dimensions : 150 mm x 297 mm x 240 mm  
Plaque d'expérimentation : 150 mm x 297 mm
- Masse : 1,1 kg

Matériel livré :

- 1 récipient de réserve, 250 ml, gradué ; bouchon fileté GL 45, raccord fileté GL 14
- 1 soupape, 12 V, résistante aux alcalis et aux acides, avec olive
- 1 plaque d'expérimentation avec matériel de fixation
- 1 adaptateur secteur

666 413 Dispositif de dosage pour le bioréacteur, CPS



### Bague de ventilation

Pour l'oxygénation lors des procédés de fermentation aérobie dans le bioréacteur, acier VA ; à utiliser avec la pompe d'aération CPS (666 482).

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 300 mm
- Diamètre : 120 mm

666 416 Bague de ventilation





### Pompe d'aération pilotable CPS

Pour une aération continue. La pompe peut également servir à générer une dépression. Le débit est commandé soit manuellement (par un régulateur tournant) soit par voie externe (par une tension de commande de 0 à 10 V).

Caractéristiques techniques :

- Débit : 0 à 3 l/min, réglable manuellement ou par voie externe
- Pression : max. 2 bars
- Dépression : min. 380 mbars
- Alimentation : 13 V/1,3 A par adaptateur secteur fourni (230 V/50-60 Hz)
- Dimensions : 100 x 297 x 130 mm  
Plaque d'expérimentation : 100 x 297 mm
- Masse : 1,3 kg

666 482    Pompe d'aération pilotable CPS



### LIT : Biotechnologie

Les sujets traités sont les suivants :

Bases biochimiques et microbiennes de la biotechnologie

Immobilisation de biocatalyseurs

Gestion et contrôle réactionnel des processus de fermentation

Produits de métabolisation microbiens pour la synthèse chimique : la production d'acide citrique par l'aspergillus niger

Biotechnologie et protection de l'environnement : un nouveau procédé biotechnologique pour évaluer le lactosérum

Les microorganismes dans l'activité minière

Procédures biotechnologiques classiques : expériences sur la fermentation lactique

Env. 160 pages avec 44 expériences dans classeur avec CD, en français.

668 08FR    LIT : Biotechnologie



### Polymérisation interfaciale

N° de cat.	Nombre	Désignation
666 502	1	Support pour bec Bunsen, hauteur 450 mm
301 09	1	Noix double S
664 700	1	Dévidoir
664 111	2	Bécher DURAN, 100 ml, forme haute
664 103	1	Bécher DURAN, 250 ml, forme basse
665 753	1	Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique
665 996	1	Pipette graduée, 5 ml
666 003	1	Poire à pipeter
666 963	1	Spatule cuillère, acier inoxydable, 120 mm
667 027	1	Pince brucelles, émoussée, 130 mm
672 2000	1	Hexaméthylènediamine, 50 g
674 8100	1	Dichlorure de sébacyle, 50 ml
672 2210	1	n-hexane, 250 ml

### Échantillons de substances synthétiques dans plateau, jeu de 50

Pour différencier les propriétés physiques et chimiques de substances naturelles et synthétiques modifiées. Le jeu se compose d'un plateau de rangement avec env. 40 échantillons de 8 substances synthétiques différentes.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : env. 300 mm x 300 mm x 50 mm
- Masse : 1,0 kg

661 122    Échantillons de substances synthétiques dans plateau, jeu de 50





### Mini-presse plastique

Mini-presse pour la fabrication de plaques stratifiées. La presse sert à fabriquer, à partir de résine phénolique, des plaques à couche métallique telles que sont réalisées par ex. les cartes à circuit imprimé utilisées en électronique.

664 703 | Mini-presse plastique



### Dispositif de coulée

Moule négatif pour la création d'un modèle en plastique. Ce moule peut, par ex., être utilisé pour fabriquer des échantillons de verre synthétique à partir de méthacrylate de méthyle.

664 704 | Dispositif de coulée



### Filière

Pour la fabrication d'une fibre synthétique au moyen d'une réaction de précipitation. La substance est versée dans le récipient et pressée par la buse dans le bain de précipitation. Se compose d'un récipient avec la substance, d'une plaque à buse et d'un joint.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 150 mm
- Diamètre : 20 mm
- Masse : 0,1 kg

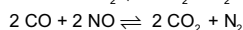
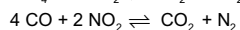
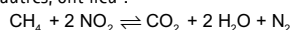
664 701 | Filière



### 9.5.3 Procédés techniques

#### Épuration catalytique des gaz d'échappement

Le catalyseur dit « catalyseur trois voies » élimine en même temps les trois principaux polluants des gaz d'échappement d'une automobile : hydrocarbures imbrûlés, monoxyde de carbone et oxydes d'azote. Il est constitué d'un substrat céramique revêtu de métaux précieux comme le platine et le palladium. Les réactions suivantes, entre autres, ont lieu :



Dans l'expérience V5.3.1.2, on procède à l'épuration des gaz d'échappement avec un catalyseur trois voies. Pour ce faire, il est possible d'étudier les gaz d'échappement d'un véhicule automobile ou encore d'utiliser un mélange de gaz d'échappement confectionné soi-même.

#### Équipement : épuration catalytique des gaz d'échappement



N° de cat.	Désignation	Nombre
666 360	Catalyseur de gaz d'échappement	1
665 912	Seringue à gaz 100 ml	2
667 312	Raccord en verre, 2 x GL 18	3
665 255	Robinet à 3 voies en T, robinet RN	1
524 009A	Mobile-CASSY	1
524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K	1
529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K	1
666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	1
666 4659	Tableau magnétique, 500 mm	2
666 4661	Support magnétique, taille 1, 9...11 mm	2
666 4662	Support magnétique, taille 2, 11...14 mm	1
666 4665	Support magnétique, taille 5, 30...32 mm	2
656 016	Bec Bunsen, multigaz	1
607 020	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 0,5 m	1
300 76	Laborboy II (support élévateur)	1
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	2

#### Catalyseur de gaz d'échappement

Catalyseur original à trois voies à monolithe dans un tube en quartz, avec 2 bouchons en silicone à trou de 7 mm.

Caractéristiques techniques :

- Phase active : couche de platine (palladium), rhodium et oxydes métalliques
- Longueur totale : 200 mm
- Diamètre total : 30 mm

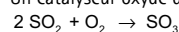
666 360	Catalyseur de gaz d'échappement
---------	---------------------------------



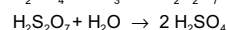
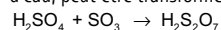
### Fabrication de l'acide sulfurique par le procédé de contact

L'expérience C5.1.1.1 présente la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé de contact. L'anhydride sulfureux issu de la combustion du soufre est converti en anhydride sulfurique par un catalyseur se trouvant dans le tube de réaction. Cet anhydride sulfurique est ensuite conduit dans de l'eau ou dans de l'acide sulfurique.

Un catalyseur oxyde du  $\text{SO}_2$  en  $\text{SO}_3$ .



Le  $\text{SO}_3$  se dissout facilement dans l'acide sulfurique concentré. Il se forme de l'acide disulfurique qui, par ajout d'eau, peut être transformé en acide sulfurique :



### Flacon de Woulff avec manomètre, CPS

Avec manomètre à ressort ; livré complet avec des espaceurs, des éléments de fixation et des raccords. Convient pour les expériences suivantes :

- Distillation sous vide
- Désulfuration des gaz de combustion

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 200 mm x 297 mm x 160 mm  
Plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm
- Masse : 1,0 kg

Matériel livré :

- 1 flacon de Woulff, 2 GL 18, 1 GL 25
- 1 manomètre à ressort 0 ... 1013 mbar
- 2 tubes en verre, courbés 8 mm Ø, avec olive
- 1 plaque d'expérimentation avec matériel de fixation

666 438 Flacon de Woulff avec manomètre, CPS



### Support, CPS

Permet d'installer des brûleurs, des agitateurs magnétiques, des béchers et des fioles Erlenmeyer de différentes tailles. Le support peut être adapté au montage expérimental réalisé grâce à une fente verticale qui permet de le régler en hauteur. Plaque métallique avec revêtement en caoutchouc antidérapant.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 200 mm x 297 mm x 180 mm  
Plaque métallique : 180 mm x 180 mm  
Plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm
- Masse : 0,8 kg

666 441 Support, CPS



### Support avec noix, réglable en hauteur, CPS

Pour la fixation du matériel avec une pince universelle ou d'appareils à tige support (par ex. moteur agitateur). Le dispositif de fixation est réglable en hauteur grâce à une fente verticale qui permet d'ajuster le support à différentes hauteurs de travail. La plaque peut être bloquée pour l'empêcher de glisser.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 100 mm x 297 mm x 120 mm
- Masse: 0,5 kg

666 470 Support avec noix, réglable en hauteur, CPS



### Raccord en verre, 2 x GL 18

Avec 2 raccords filetés GL 18 à joints en silicone (Ø int. : 8 mm) et joints en Téflon fixés par bride.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 90 mm
- Diamètre : 16 mm

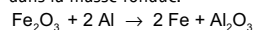
667 312 Raccord en verre, 2 x GL 18





### Le procédé de soudage aluminothermique

L'expérience C5.1.2.2 met en évidence le principe du soudage par aluminothermie. En technique, on recourt à ce procédé pour souder entre eux les rails de chemins de fer. Dans l'appareil, on verse un mélange pulvérulent à base d'aluminium et d'oxyde de fer (II, III) qu'on enflamme ensuite. Dans une réaction très exotherme, il se forme du fer liquide et de l'oxyde d'aluminium. Le fer présente une densité plus élevée que l'oxyde d'aluminium et descend donc dans la masse fondue.



Comme l'aluminium libère d'énormes quantités d'énergie au contact de l'oxygène, il suffit d'amorcer la réaction. L'énergie libérée déclenche les autres processus et assure en outre la liquéfaction du fer ainsi formé.



### Équipement : le procédé de soudage aluminothermique

N° de cat.	Désignation	Nombre
661 540	Expérience du soudage par aluminothermie (thermite)	1
666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN	1
666 731	Allume-gaz, mécanique	1

### Expérience du soudage par aluminothermie (thermite)

L'assemblage de deux pièces de métal par soudage aluminothermique (thermite) revêt une grande importance tant sur le plan technique que chimique. La réduction de l'oxyde de fer avec l'aluminium conduit à des températures très élevées : le fer réduit fond et permet, ce faisant, de souder deux extrémités métalliques l'une à l'autre.

Matériel livré :

- 2 creusets ignifuges
- 1 trépied
- 1 support avec sable pour protéger les sous-basements
- 4 paquets de mélanges réactionnels prêts à l'emploi
- 1 paquet d'auxiliaires d'amorçage pour amorcer les mélanges réactionnels
- 1 plaque de fermeture

661 540	Expérience du soudage par aluminothermie (thermite)
---------	---

### Pièces de rechange pour l'expérience du soudage par aluminothermie (thermite)

N° de cat.	Désignation
675 0430	Thermite, 500 g
683 01	Bâton de matériau explosif (pyrotechnique), lot de 50 (dans boîte)



### Extraction du fer par le processus de haut-fourneau

Sur Terre, le fer ne se trouve pas dans sa forme élémentaire, mais sous forme d'oxydes et de sulfures dans les minerais de fer. Ce sont les substances de base qu'on utilise pour gagner du fer brut dans les hauts-fourneaux.

Le haut-fourneau fonctionne à 1 900 °C pour extraire le fer du minerai. Pour atteindre cette température, on utilise du coke (et non du charbon) comme combustible et le feu à l'intérieur du fourneau est alimenté avec de l'air brûlant entre 1 200 °C et 1 300 °C. Comme autre composant, on utilise le calcaire, qui lie les impuretés. Le haut-fourneau est alimenté par le haut, de sorte qu'il se forme alternativement des couches de coke et de minerai de fer. La température la plus élevée règne dans la partie inférieure du fourneau. Le fer liquide, sur lequel flotte la scorie, est recueilli au fond.

On procède toutes les deux à trois heures à une « coulée » du four. On laisse d'abord s'écouler la scorie, puis du fer brut incandescent jaune à environ 1 450 °C. Les gaz d'échappement toxiques (gaz de gueulard) remontent, sont épurés et réchauffent l'air amené pour les fours.

Dans l'expérience C5.1.2.1, on recourt au modèle de haut-fourneau pour démontrer la réduction du minerai de fer, telle qu'est réalisée à l'échelle industrielle. Selon le minerai utilisé et les conditions de réaction (température, amenée d'air, additifs), on obtient, comme produit de réaction, un mélange hétérogène de scorie, minerai de fer réduit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) et fer métallique.

### Équipement : extraction du fer par le processus de haut-fourneau

N° de cat.	Désignation	Nombre
661 541	Modèle de haut-fourneau	1
664 752	Petit compresseur électrique	1
521 55	Alimentation à courant fort	1
300 02	Pied en V, petit	1
301 26	Tige 25 cm, 10 mm Ø	1
301 09	Noix double S	1
301 72	Pince de fixation universelle	1
667 104	Plaque calorifuge en fibres céramiques, 500 mm x 500 mm	1
665 223ET10	Raccord PP en T, 8 mm Ø, lot de 10	1
667 180	Tuyau caoutchouc, 1 m x 7 mm Ø	1
667 176	Pince de Hofmann, 30 mm	1
671 8810	Minerai de fer (hématite), 250 g	1
670 2020	Charbon actif, granulés, 500 g	1
672 2490	Charbon de bois, petits morceaux, 500 g	1
672 1000	Laine de verre, 10 g	1



### Modèle de haut-fourneau

Modèle opérationnel simplifié pour observer la réduction de minerai de fer. Constitué d'une base en acier inoxydable coiffée d'un corps en verre (661 542) qui permet de suivre la réaction.

Matériel livré :

- 1 base en acier inoxydable coiffée d'un corps en verre
- 1 conduite annulaire pour l'alimentation en air avec raccord de tuyau de 8 mm
- Joint d'étanchéité

661 541	Modèle de haut-fourneau
---------	-------------------------

Complément nécessaire :

Quantité	N° de cat.	Désignation
1	664 752	Petit compresseur électrique
1	670 2010	Charbon actif, granulés, 250 g
1	671 8810	Minerai de fer (hématite), 250 g

### Joints d'étanchéité, fibre céramique, jeu de 5

Pour maintenir et étanchéiser le corps en verre (661 542) du modèle de haut fourneau (661 541), jeu de 5 joints.

661 543	Joints d'étanchéité, fibre céramique, jeu de 5
---------	--

### Corps en verre (cheminée) pour le modèle de haut-fourneau

Pièce de rechange pour le modèle de haut-fourneau, en verre Duran.

Caractéristiques techniques :

- Longueur : 250 mm
- Diamètre supérieur : 50 mm

661 542	Corps en verre (cheminée) pour le modèle de haut-fourneau
---------	---



### 9.6 Matériel didactique pour la chimie

#### 9.6.1 Modèles chimiques

##### Modèles moléculaires compacts C, assortiment

Pour la réalisation de structures organiques de grande taille.  
Rangés dans des boîtes étiquetées et empilables, avec plans de rangement.

Matériel livré :



Quantité	N° de cat.	Désignation
3	648 03	Boîte de rangement S12-FN
17	648 04	Séparation ZW 12
1	648 07	Boîte de rangement S24-FN
5	648 08	Séparation ZW 24
6	660 700ET5	Modèles moléculaires compacts, H, jeu de 5
2	660 701ET5	Modèles moléculaires compacts, pont H, jeu de 5
4 de	660 705ET5	Modèles moléculaires compacts, F, jeu de 5
4 de	660 706ET5	Modèles moléculaires compacts, Cl, jeu de 5
4 de	660 707ET5	Modèles moléculaires compacts, Br, jeu de 5
4 de	660 708ET5	Modèles moléculaires compacts, J, jeu de 5
12 de	660 710ET5	Modèles moléculaires compacts, C, aliphatique, jeu de 5
4	660 711ET2	Modèles moléculaires compacts, C, éthylène, jeu de 2
2	660 712ET5	Modèles moléculaires compacts, C, aromatique, jeu de 5
1	660 713ET2	Modèles moléculaires compacts, C, aromatique, condensé, jeu de 2
1	660 714ET5	Modèles moléculaires compacts, C-5, saturé, jeu de 5
2	660 715ET2	Modèles moléculaires compacts, C-5, non saturé, jeu de 2
1	660 718ET2	Modèles moléculaires compacts, C, propadiène, jeu de 2
2	660 719	Modèle moléculaire compact, C acétylène
1	660 730ET2	Modèles moléculaires compacts, N, groupe amino etc., jeu de 2
1	660 731ET2	Modèles moléculaires compacts, N, azo etc., jeu de 2
1	660 732ET2	Modèles moléculaires compacts, N, aromatique, jeu de 2
1	660 733ET2	Modèles moléculaires compacts, NO <sub>2</sub> , jeu de 2
1	660 735ET2	Modèles moléculaires compacts, N-5, non saturé, jeu de 2
2	660 750ET2	Modèles moléculaires compacts, O, carbonyle, jeu de 2
3	660 751ET2	Modèles moléculaires compacts, O, éther, jeu de 2
2	660 755	Modèle moléculaire compact, S, sulfane
1	660 756	Modèle moléculaire compact, S, thiophène
11	660 790	Liaisons doubles (métal), jeu de 10
3	660 791	Clavette, lot de 10
1	660 796	Extracteur de liaisons doubles

660 783 Modèles moléculaires compacts C, assortiment

### Modèles moléculaires compacts supplémentaires

N° de cat.	Désignation
660 764	Modèle moléculaire compact, P, tétraédrique
660 765	Modèle moléculaire compact, pour organo-phosphates
660 766	Modèle moléculaire compact, groupe SO <sub>2</sub>
660 770	Modèle moléculaire compact, métal, plan, covalent
660 773	Modèle moléculaire compact, métal, octaédrique, ionogène
660 776	Modèle moléculaire compact, Al

### Kit modèles moléculaires, standard

Pour la démonstration, dans coffret de rangement compartimenté avec notice.

Matériel livré :

- 9 x carbone, 30 mm Ø, noir
- 32 x hydrogène, 20 mm Ø, blanc
- 2 x azote, 30 mm Ø, bleu
- 1 x soufre, 32 mm Ø, jaune
- 1 groupe carbonyle, C=O
- 3 groupes de l'éthylène, C=C
- 1 groupe de l'acétylène
- 6 x oxygène, 30 mm Ø, rouge
- 2 x fluor, 25 mm Ø, vert foncé
- 6 x chlore, 30 mm Ø, vert
- 32 liaisons métalliques

ZE12013 | Kit modèles moléculaires, standard



### Associations et liaisons hydrogène

Les molécules magnétiques permettent une démonstration claire de l'effet des électrons. Kit livré avec boîte de rangement.

Matériel livré :

- 12 molécules d'eau (H : 15 mm Ø, O : 35 mm Ø)
- 1 notice d'assemblage pour gabarit 3D
- Description détaillée

ZE12008 | Associations et liaisons hydrogène



### Géométrie cristalline I, structure des métaux

Kit de démonstration des différentes propriétés cristallographiques des métaux.

Matériel livré :

- 20 sphères, Ø 30 mm, blanches
- 16 sphères, Ø 30 mm, rouges
- 1 hexagone de sphères, rouge
- 1 quadrilatère de sphères, rouge
- 1 croix de sphères, sphères rouges Ø 30 mm
- 2 triangles de sphères
- 3 gabarits d'empilement en plastique
- 1 description

ZE12009 | Géométrie cristalline I, structure des métaux



### Géométrie cristalline II, structure des sels

Kit de démonstration des différents types de réseaux des sels sodium, césium, chlorure de cadmium et fluorure.

Matériel livré :

- 3 niveaux de sphères à empiler pour le chlorure de sodium
- 3 niveaux de sphères à empiler pour le chlorure de cadmium
- 3 niveaux de sphères à empiler pour le fluorure
- 2 quadrilatères de sphères pour le chlorure de césium
- 1 sphère pour le chlorure de césium
- 1 description

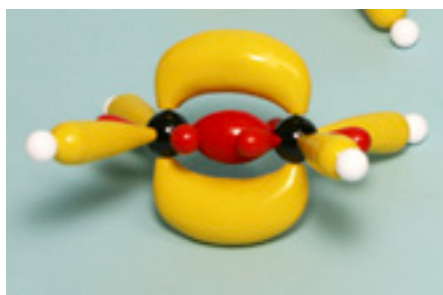
ZE12010 | Géométrie cristalline II, structure des sels



### Coffrets d'orbitales pour la démonstration

Les coffrets d'orbitales permettent d'expliquer clairement les principes de l'atome de carbone, son hybridation, sa double liaison, sa triple liaison, la protonation et d'autres mécanismes de réaction intéressants. Livrés avec notice.

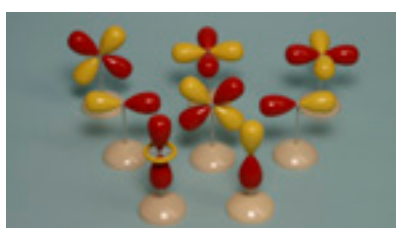
N° de cat.	Nombre	Type
ZE12012	37	moyen
ZE12007	104	grand



### Modèles d'orbitales

Pré-assemblés.

N° de cat.	Désignation
ZE14028	Éthane, modèle des orbitales
ZE14029	Éthylène, modèle des orbitales
ZE14030	Acétylène, modèle des orbitales
ZE14033	Méthane, modèle des orbitales
ZE14021	Benzène, modèle moléculaire
ZE14031	Eau, modèle des orbitales
ZE14032	Ammoniac, modèle des orbitales



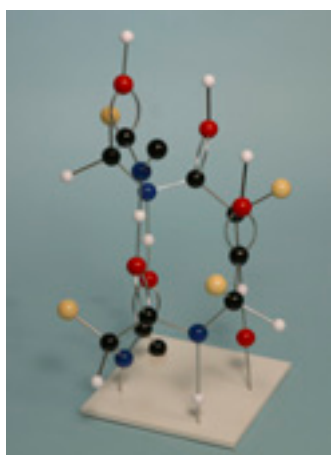
### Modèles d'orbitales, 8 états de base

Les 8 états de base  $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ ,  $d_x^2-y^2$ ,  $d_{x^2-y^2}$ ,  $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$  et  $d_{yz}$  sont en plastique, fixés à la croix en métal et montés sur pied.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur avec pied : env. 18 cm

ZE14027	Modèles d'orbitales, 8 états de base
---------	--------------------------------------



### Hélice alpha, structure des protéines

Modèle pré-assemblé.

Caractéristiques techniques :

Dimensions : 300 mm x 300 mm x 650 mm

ZE14020	Hélice alpha, structure des protéines
---------	---------------------------------------

### Modèles divers

Assemblés et non démontables.

N° de cat.	Désignation
ZE14002	Cristal de sel de table, modèle
ZE14003	Diamant, modèle
ZE14004	Cristal de glace, modèle
ZE14006	Réseau de graphite, modèle

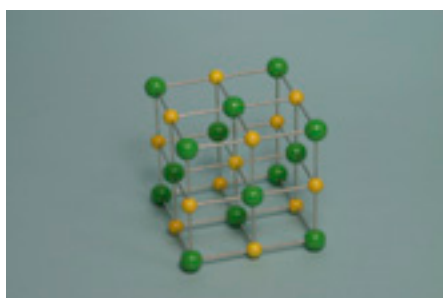
### Modèle de table de l'ADN

Modèle pré-assemblé, stable et détaillé, composé de 10 paires de bases.

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : env. 600 mm, Ø : env. 400 mm

ZE14034	Modèle de table de l'ADN
---------	--------------------------





### Fullerène, grand

Kit avec notice d'assemblage illustrée.

Caractéristiques techniques :

- Diamètre : env. 40 cm

ZE14026 Fullerène, grand



### Coffret modèles moléculaires pour élèves, kit d'initiation

Pour l'étude des molécules organiques simples telles que le méthane, l'éthanol et le glucose. Les tiges de liaison de différentes longueurs permettent de réaliser des représentations compactes ou éclatées des molécules. Coffret en plastique avec 4 compartiments.

Matériel livré :

- 20 x hydrogène
- 12 x carbone
- 7 x oxygène
- 2 x azote
- 1 x soufre
- 6 x halogène
- Liaisons : 10 longues, 24 moyennes, 24 courtes

ML001 Coffret modèles moléculaires pour élèves, kit d'initiation



### Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour les élèves

Pour l'étude des molécules inorganiques et organiques simples et compliquées telles que le méthane, l'éthanol, le glucose, l'aspirine et la vitamine C. Les tiges de liaison de différentes longueurs permettent de réaliser des représentations compactes ou éclatées des molécules. Coffret en plastique avec 4 compartiments.

Matériel livré :

- 20 x hydrogène
- 12 x carbone
- 6 x oxygène
- 4 x azote
- 2 x soufre
- 1 x phosphore
- 1 x métal
- 4 x halogène
- Liaisons : 10 longues, 26 moyennes, 26 courtes

ML008 Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour les élèves



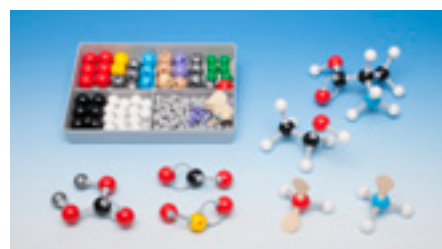
### Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour les élèves

Pour l'étude en représentation éclatée des molécules inorganiques et organiques simples et compliquées telles que le méthane, l'éthanol, le glucose, l'aspirine et la vitamine C. Coffret en plastique avec 4 compartiments.

Matériel livré :

- 14 x hydrogène
- 6 x carbone
- 7 x oxygène
- 3 x azote
- 2 x soufre
- 2 x phosphore
- 8 x métal
- 6 x halogène
- 3 x 18 paires de raccords 2 D (X)
- Liaisons : 20 grises moyennes, 5 violettes moyennes, 12 longues souples (X = atome avec hybridation sp<sup>3</sup>, dsp<sup>3</sup> et d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>)

ML009 Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour les élèves



## 9.6 MATÉRIEL DIDACTIQUE POUR LA CHIMIE

### 9.6.1 MODÈLES CHIMIQUES



#### Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour l'enseignant

Pour l'étude des principales classes de composés et de tous les groupes fonctionnels de la chimie organique tels que les hydrocarbures, les alcools, les acides carboxyliques, l'ester, l'amine, les halogénures ainsi que les composés hétérocycliques et aromatiques. Les tiges de liaison de différentes longueurs permettent de réaliser des représentations compactes ou éclatées des molécules. Coffret en plastique avec 8 compartiments.

Matériel livré :

- 40 x hydrogène
- 38 x carbone
- 12 x oxygène
- 4 x azote
- 2 x soufre
- 4 x phosphore
- 8 x halogène
- 3 x métal
- 3 paires individuelles de raccords 2D
- Liaisons : 25 longues, 55 moyennes, 60 courtes

ML003 Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour l'enseignant



#### Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour l'enseignant

Pour l'étude en représentation éclatée des composés inorganiques ainsi que les principales classes de composés et tous les groupes fonctionnels de la chimie organique tels que les hydrocarbures, les alcools, les acides carboxyliques, l'ester, l'amine, les halogénures ainsi que les composés hétérocycliques et aromatiques. Coffret en plastique avec 8 compartiments.

Matériel livré :

- 12 x hydrogène
- 20 x carbone
- 22 x oxygène
- 10 x azote
- 13 x soufre
- 7 x phosphore
- 8 x halogénures
- 14 x métal
- 18 paires individuelles de raccords 2D
- Liaisons : 36 longues, 50 moyennes

ML004 Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour l'enseignant



#### Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour l'enseignant

Pour l'étude en représentation compacte d'un grand nombre de composés biochimiques tels que les acides aminés, les polysaccharides, les nucléotides, etc. Coffret en plastique.

Matériel livré :

- 42 x carbone, noir, tétraédrique
- 24 x carbone, noir, sur trois côtés
- 2 x carbone, noir, linéaire
- 12 x azote, bleu, tétraédrique
- 12 x azote, bleu, sur trois côtés
- 10 x azote, bleu, angulaire
- 20 x azote, rouge, angulaire
- 10 x azote, rouge, linéaire
- 10 x azote, rouge
- 10 x hydrogène, blanc, linéaire
- 2 x soufre, jaune, angulaire
- 6 x phosphore, violet, tétraédrique
- 1 x métal, gris, tétraédrique
- 1 x métal, gris, octaédrique
- 100 x hydrogène, blanc ; autonome
- 150 liaisons NV
- 10 liaisons en V, moyennes
- 2 extracteurs de liaison beiges

ML007 Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour l'enseignant

### Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour les élèves

Pour l'étude en représentation éclatée d'un grand nombre de composés biochimiques tels que les acides aminés, les polysaccharides, les nucléotides, etc. Coffret en plastique.

Matériel livré :

- 12 x carbone, noir, tétraédrique
- 9 x carbone, noir, sur trois côtés
- 10 x oxygène, rouge
- 22 x hydrogène, blanc (1)
- 3 x hydrogène, blanc (2)
- 3 x azote, bleu, tétraédral
- 6 x azote, bleu, sur trois côtés
- 2 x azote, bleu, des deux côtés
- 2 x soufre, jaune, angulaire
- 6 x phosphore, violets, tétraédriques
- 10 liaisons moyennes, 10 longues

ML010 Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour les élèves



### Coffret modèles moléculaires pour la stéréochimie

Pour l'étude en représentation compacte ou éclatée des principaux principes stéréochimiques à l'aide de composés typiques : diastéréo-isomères, centres chiraux, alkènes, diènes, radicaux d'allyle, cycloalcanes, hétérocycles, mono-saccharides, acides aminés, etc.

Matériel livré :

- 28 x hydrogène
- 14 x carbone (4)
- 6 x carbone (5)
- 6 x oxygène
- 4 x azote
- 8 x chlore
- 2 x brome
- 2 x iode
- 2 x métal (6)
- Liaisons : 12 longues, 40 moyennes, 40 courtes

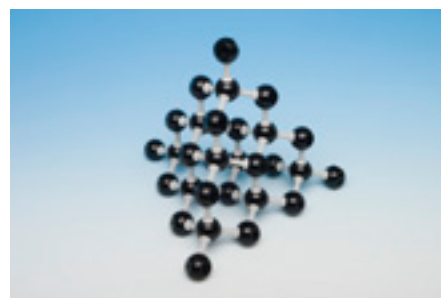
ML051 Coffret modèles moléculaires pour la stéréochimie

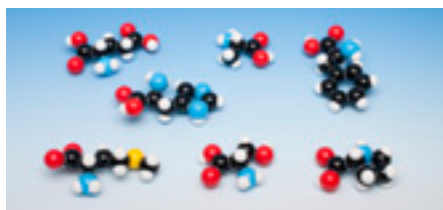


### Composés inorganiques

Kits pour la réalisation des composés suivants :

N° de cat.	Désignation	Dimensions	Remarque
ML10030	Modèle diamant, kit		
ML10145	Modèle graphite, kit		
ML12545	Modèle sphalérite (blende), kit		
ML10260	Modèle C60 Fullerène, kit		
ML13766	Modèle dioxyde de silicium, kit		
ML12326	Modèle glace, kit	230 mm x 110 mm x 230 mm	
ML12436	Modèle chlorure de sodium, kit		
ML12727	Modèle chlorure de sodium, kit	120 mm x 120 mm x 120 mm	Différentes tailles d'ions Na <sup>+</sup> et Cl <sup>-</sup>
ML13330	Modèle chlorure de césium, kit	115 mm x 115 mm x 110 mm	assemblé
ML12666	Modèle carbonate de calcium (calcite)		
ML13230	Modèle fluorure de calcium (fluorite), kit		assemblé
ML13840	Modèles cuivre, fer, zinc, kit		assemblé
ML14024	Modèle cage de zéolithe, kit		

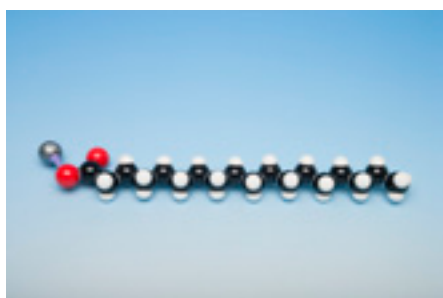




### Acides aminés

Kits pour la réalisation de modèles d'acides aminés.

N° de cat.	Désignation
ML1207	Modèles acides aminés, jeu de 7
ML12120	Modèles d'acides aminés, jeu de 20



### Biochimie

Kits pour la réalisation de composés biochimiques.

N° de cat.	Désignation	Dimensions
ML113	Modèle savon, kit	380 mm x 45 mm x 45 mm
ML130	Modèle tensioactif, kit	
ML116	Modèle saccharose, kit	190 mm x 55 mm x 90 mm
ML1183	Modèle amidon, kit	
ML114	Modèle graisse, kit	380 mm x 55 mm x 145 mm
ML1205	Modèle polypeptide, kit	510 mm x 30 mm x 75 mm
MLDNA-060-12	Modèle molécule d'ADN, kit avec 12 paires de bases	
MLDNA-060-22	Modèle molécule d'ADN, kit avec 22 paires de bases	
MLRNA-12	Modèle molécule d'ARN, kit avec 12 bases	

### Polymères

Kits pour la réalisation de substances polymères.



N° de cat.	Désignation	Dimensions
ML1055	Modèle chlorure de polyvinyle (PVC), kit	190 mm x 45 mm x 45 mm
ML1085	Modèle polypropylène (PP), kit	
ML1093	Modèle polystyrène (PS), kit	
ML1102	Modèle térylène (polyester, PE), kit	
ML1112	Modèle nylon 6.6, kit	275 mm x 35 mm x 70 mm

### Modèles d'orbitales, kit 1

Pour la réalisation de 14 orbitales atomiques. La phase d'onde positive et négative des orbitales en forme de poire est représentée dans des couleurs différentes (rose et violet). Un support transparent est fourni pour chaque modèle.

Matériel livré :

- 1 x 1s non hybridé
- 1 x 2s non hybridé
- 3 x 2p non hybridé
- 5 x 3d non hybridé
- 1 modèle d'un 2s et troisième 2p orbitale, non hybridé
- 3 x sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup> hybridé

ML90114	Modèles d'orbitales, kit 1
---------	----------------------------

### Modèles d'orbitales, kit 2

Pour la réalisation de 4 modèles d'orbitales moléculaires du benzène, de l'éthane, de l'éthylène et de l'acétylène.

Matériel livré :

- 12 atomes de carbone et 18 atomes d'hydrogène
- 9 liaisons sigma-carbone-carbone (ovale)
- 9 liaisons pi-carbone-carbone (en forme d'haltère, chacune composée de 21 parties roses et violettes)
- 18 liaisons sigma-carbone-hydrogène (en forme de poire)

ML9004	Modèles d'orbitales, kit 2
--------	----------------------------



### Coffret de kits modèles moléculaires 1

Comprend des modèles d'atomes permettant de représenter les composés aliphatiques. Un assemblage simple des éléments permet de créer un grand nombre de liaisons en représentation éclatée.

Matériel livré :

- Kits livrés dans un coffret en plastique dur (55 cm x 42 cm x 15 cm)
- Contenu du coffret de kits modèles moléculaires 1 :
  - 10 x kit modèles moléculaires 1
  - 10 x notice pour les élèves, Kits modèles moléculaires 1 et 2"
- 1 x fascicule pour l'enseignant, Kits modèles moléculaires 1 et 2"
- Contenu d'un kit modèles moléculaires 1
- 25 atomes d'hydrogène, blancs, monovalents
- 5 atomes de chlore, verts, monovalents
- 15 atome d'oxygène, rouges, bivalents
- 5 atomes d'azote, bleus, trivalents
- 14 atomes de carbone, noirs, tétravalents
- 60 liaisons en spirale, grises
- Dimensions du coffret : 315 mm x 115 mm x 53 mm

CE31764 Coffret de kits modèles moléculaires 1



### Kit modèles moléculaires 1

Kit unique pour la construction de modèles moléculaires permettant de représenter les composés aliphatiques.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 315 mm x 115 mm x 53 mm

Matériel livré :

- Contenu d'un kit modèles moléculaires 1
- 25 atomes d'hydrogène, blancs, monovalents
- 5 atomes de chlore, verts, monovalents
- 15 atomes d'oxygène, rouges, bivalents
- 5 atomes d'azote, bleus, trivalents
- 14 atomes de carbone, noirs, tétravalents
- 60 liaisons en spirale, grises

CE18474 Kit modèles moléculaires 1



### Coffret de kits modèles moléculaires 2

Est proposé en complément du coffret de kits modèles moléculaires 1 et ne peut donc être utilisé que conjointement avec ce dernier.

En combinant les éléments de chaque boîte, il est possible de réaliser, durant les cours, de nombreux composés de chimie organique. Les modèles de noyau benzénique permettent de représenter clairement des hydrocarbures aromatiques. Un assemblage simple des éléments permet de créer un grand nombre de liaisons en représentation éclatée.

Caractéristiques techniques :

Dimensions du coffret : 550 mm x 420 mm x 150 mm

Matériel livré :

- 10 kits modèles moléculaires 2
- Contenu d'un kit modèles moléculaires 2 :
  - 4 atomes de soufre, jaunes, hexavalents
  - 8 atomes de carbone, noirs, tétravalents
  - 8 atomes de soufre, jaunes, bivalents
  - 4 atomes d'oxygène, rouge, bivalents
  - 4 atomes de phosphore, violets, pentavalents
  - 4 composants universels, gris, monovalents
  - 4 atomes d'azote, bleus, pentavalents
  - 80 liaisons en spirale, grises
  - 4 atomes d'azote, bleus, trivalents
  - 3 modèles de noyau benzénique, noirs, démontables
- Dimensions du coffret : 315 mm x 115 mm x 53 mm

CE42880 Coffret de kits modèles moléculaires 2



# 9.6 MATÉRIEL DIDACTIQUE ET RESSOURCES DOCUMENTAIRES POUR LA CHIMIE

## 9.6.1 MODÈLES CHIMIQUES



### Kit modèles moléculaires 2

Est proposé en complément du kit modèles moléculaires 1 et ne peut donc être utilisé que conjointement avec ce dernier. En combinant les éléments de chaque boîte, il est possible de réaliser, durant les cours, de nombreux composés de chimie organique. Les modèles de noyau benzénique permettent de représenter clairement des hydrocarbures aromatiques.

Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 315 mm x 115 mm x 53 mm

Matériel livré :

- 4 atomes de soufre, jaunes, hexavalents
- 8 atomes de carbone, noirs, tétravalents
- 8 atomes de soufre, jaunes, bivalents
- 4 atomes d'oxygène, rouges, bivalents
- 4 atomes de phosphore, violets, pentavalents
- 4 composants universels, gris, monovalents
- 4 atomes d'azote, bleus, pentavalents
- 80 liaisons en spirale, grises
- 4 atomes d'azote, bleus, trivalents
- 3 modèles de noyau benzénique, noirs, démontables

CE31810 Kit modèles moléculaires 2



### Coffret de kits modèles moléculaires 3

Assortiment pour la classe avec 5 kits modèles moléculaires 1 et 5 kits modèles moléculaires 2 respectivement accompagnés d'une notice pour les élèves et d'un fascicule pour l'enseignant.

Matériel livré :

- Contenu du coffret de kits modèles moléculaires 3:
  - 5 x kit modèles moléculaires 1
  - 5 x kits modèles moléculaires 2
  - 10 x notice pour les élèves „Kits modèles moléculaires 1 et 2”
  - 1 x fascicule pour l'enseignant „Kits modèles moléculaires 1 et 2”

CE36685 Coffret de kits modèles moléculaires 3



### Modèles moléculaires en kit pour élèves

Avec 63 atomes et 70 tiges de liaison, pour la représentation d'environ 150 liaisons standard de la chimie organique. Le matériel livré inclut une notice détaillée avec des instructions pour les expériences.

667 750 Modèles moléculaires en kit pour élèves

### Modèles moléculaires en kit pour structures minérales et organiques

Avec 540 atomes et 400 tiges de liaison, pour l'assemblage de structures minérales et organiques, allant des hydrates de carbone jusqu'aux polymères. Le matériel livré inclut une notice détaillée avec des instructions pour les expériences.

667 753 Modèles moléculaires en kit pour structures minérales et organiques



### Modèles moléculaires en kit pour structures biochimiques

Avec 400 atomes et 400 tiges de liaison, pour l'assemblage de peptides, d'acides nucléiques, de stéroïdes etc. Le matériel livré inclut une notice détaillée avec des instructions pour les expériences.

667 754 Modèles moléculaires en kit pour structures biochimiques

### Tiges de liaison, jeu de 700

Ce jeu convient pour les modèles moléculaires en kit (667 750, 667 753 et 667 754) ; il est constitué de 500 tiges de liaison vertes et de 200 tiges rouges, chacune de 30 mm de long.

667 751 | Tiges de liaison, jeu de 700

### Modèle de l'ADN

Constitué de 880 atomes, de tiges de liaison ainsi que de deux plaques en bois et de fils en fibres synthétiques pour la fixation du modèle dans la salle de T.P. Le modèle représenté montre le code de l'ADN pour l'enzyme lysozyme. Il convient particulièrement bien pour un travail en groupes. Les cartes livrées avec le modèle fournissent une description exhaustive de la procédure d'assemblage du modèle et du processus de transcription. Le modèle est livré en kit à assembler.

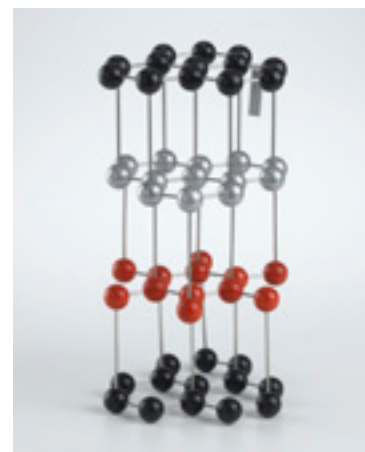
667 759 | Modèle de l'ADN



### Réseaux cristallins

Les modèles de réseaux cristallins sont réalisés avec des sphères de 20 mm de diamètre qui sont reliées entre elles par des tiges métalliques.

N° de cat.	Désignation	Dimensions
667 765	Réseau cristallin, graphite 1	Hauteur : 300 mm ; Ø : 120 mm
667 766	Réseau cristallin, diamant	Ø : 180 mm
667 767	Réseau cristallin, NaCl	250 mm x 250 mm x 250 mm
667 769	Réseau cristallin, glace	Ø : 400 mm



### Réseaux cristallins, jeu de 9

Série fondamentale des neuf principaux types de structure ; comprend les modèles de réseaux cristallins du cuivre, du magnésium, du diamant, du sel gemme, du graphite, du chlorure de césium, de la wurtzite, de la calcite et un réseau général de Bravais triclinique. Les modèles de réseaux cristallins sont réalisés avec des sphères de 20 mm de diamètre qui sont reliées entre elles par des tiges métalliques.

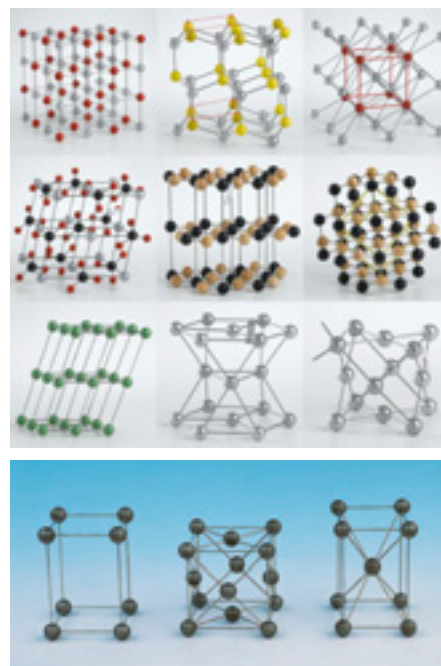
667 763 | Réseaux cristallins, jeu de 9

### Réseaux de Bravais, jeu de 14

Comprend sept réseaux de translation primitifs correspondant aux sept systèmes cristallins et sept autres réseaux de translation, centrés ou à faces centrées complétant les précédents.

Ces quatorze réseaux représentent les réseaux fondamentaux à partir desquels sont constitués presque tous les cristaux naturels existants. Les modèles de réseaux d'une longueur d'arête d'environ 15 cm sont réalisés avec 9 à 14 sphères de 2,5 cm de diamètre, celles-ci étant reliées entre elles par des tiges en métal.

667 760 | Réseaux de Bravais, jeu de 14







# INDEX

ALPHABÉTIQUE

NUMÉRIQUE

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
<b>A</b>			
Accessoires d'optique, jeu.....	540	Alimentation CA/CC, 0 ... 15 V/0...5 A.....	337
Accessoires de mesure 1.....	265	Alimentation CC 0...16 V/0...5 A.....	694, 715
Accessoires de mesure 2.....	267	Alimentation CC, 0 ... ±15 V.....	337
Accessoires HD X-ray.....	595	Alimentation CC, 0 ... 16 V, 0 ... 5 A.....	337
Accessoires pour chambre noire.....	553	Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A.....	338, 681
Accessoires pour l'absorption X-ray.....	595	Alimentation en air.....	200
Accessoires pour l'effet Compton X-ray.....	595	Alimentation en courant triangulaire.....	338
Accessoires pour l'effet Compton X-ray II.....	599	Alimentation en tension, commutable, CPS.....	340, 734
Accessoires pour la mesure électronique de temps.....	29, 208	Alimentation Franck-Hertz.....	580, 582
Accessoires pour la tomodensitométrie.....	602	Alimentation Gunn avec amplificateur.....	501
Accessoires pour le mesureur de champ électrique S.....	389	Alimentation haute tension 1,5 kV.....	340, 619
Accessoires pour le spiromètre.....	51	Alimentation haute tension 10 kV.....	341
Accessoires pour le tableau magnétique.....	194	Alimentation haute tension 25 kV.....	341
Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth.....	19, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731	Alimentation pour éclateur.....	341, 680
Accumulateur à hydrure métallique, CPS.....	704	Alimentation pour l'appareil de Millikan.....	569
Accumulateur au nickel-cadmium.....	332	Alimentation pour lampe au xénon.....	521
Accumulateur Ni-MH 9 V (bloc 9 V).....	333	Alimentation pour lampe de Balmer.....	527, 579
Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Baby C), jeu de 2.....	333	Alimentation pour lampe haute pression au mercure.....	526
Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Mignon AA), jeu de 4.....	333	Alimentation pour laser He-Ne 5 mW.....	523
Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Mono D), jeu de 2.....	333	Alimentation pour le pompage optique.....	588
Acétylène, modèle des orbitales.....	744	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V.....	339
Acide acétique, 0,1 mol/l, 500 ml.....	711	Alimentation RMN.....	585
Acide chlorhydrique 0,1 mol/l, 500 ml.....	707, 714, 728	Alimentation RSE.....	583
Acide chlorhydrique 0,5 mol/l, 500 ml.....	726	Alimentations CA/CC 0...12 V/3 A, jeu de 10.....	336
Acide chlorhydrique env. 2 mol/l, 500 ml.....	726	Alliage de Wood, 50 g.....	299
Acide chlorhydrique, 10 %, 1 l.....	718	Allume-gaz, mécanique.....	272, 726, 728, 740
Acide nitrique 1 mol/l, 1 l.....	683	Allume-gaz, piézo-électrique.....	272
Acide salicylique, 100 g.....	722	Altimètre barométrique.....	326
Acide sulfurique, 95-98 %, 500 ml.....	675	Aluminium, feuille, 1 rouleau.....	718
Acide sulfurique, dilué, env. 2 N (= 10 %), 500 ml.....	694	Ammoniac, modèle des orbitales.....	744
Adaptateur $\mu$ V.....	36	Ampèremètre 0,03/0,3/3 A.....	353
Adaptateur 30 A.....	37	Ampèremètre C.A 401.....	351
Adaptateur AMC.....	41, 617	Ampèremètre-voltmètre.....	347
Adaptateur BNC/4 mm, bipolaire.....	363, 373	Amplificateur CA.....	243
Adaptateur BNC/4 mm, unipolaire.....	363, 373	Amplificateur CA/CC 30 W.....	365
Adaptateur BNC/douille de sécurité de 4 mm, unipolaire.....	363, 373	Amplificateur d'antenne, STE 4/50.....	480
Adaptateur BNC/douilles de sécurité de 4 mm, bipolaire.....	363, 373	Amplificateur de mesure D.....	363
Adaptateur chimie.....	43, 713	Amplificateur électromètre.....	365
Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN.....	42, 284, 681, 734	Amplificateur opérationnel (de puissance), STE 4/50.....	478
Adaptateur ECG/EMG.....	49	Amplificateur opérationnel LM 741, STE 4/50.....	478
Adaptateur électromètre.....	37	Ampoule 24 V / 5 W, E14.....	379
Adaptateur enfichable avec deux paires de douilles de 4 mm.....	411	Ampoule à économie d'énergie 230 V/11 W, E27.....	379
Adaptateur GM.....	40	Ampoule de croissance pour plantes.....	379
Adaptateur LEGO®.....	601	Ampoule de rechange 12 V/55 W, P14, 5s.....	511
Adaptateur météorologie.....	47, 284, 321, 679	Ampoule halogène 12 V/100 W, G6,35.....	379, 520
Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur.....	29, 208	Ampoule halogène 12 V/50 W, G6,35.....	379, 520
Adaptateur pour électrodes.....	734	Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10.....	379, 411, 699
Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée.....	29, 208	Ampoule halogène 230 V, 1000 W, G6,35.....	379, 521
Adaptateur pour seringues.....	661	Ampoule halogène 24 V/250 W, G6,35-15.....	379
Adaptateur pour tubes de démonstration LD.....	577	Ampoule halogène, 24V/150W, G 6, 35-15.....	379
Adaptateur secteur 12 V CA.....	333, 366	Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50.....	461, 484
Adaptateur secteur de voyage.....	377	Ampoules (gaz rare)12 V/6 W, E10, jeu de 5.....	379
Adaptateur secteur pour balances de la série CS.....	182	Ampoules (halogène) 12 V/ 20 W, jeu de 5.....	379
Adaptateur secteur pour pendule de Pohl.....	227	Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10.....	379, 411, 699
Adaptateur source de courant.....	36	Ampoules 12 V/0,1 A, E10, jeu de 10.....	379
Adaptateur spiromètre.....	50	Ampoules 12 V/3 W, E10, jeu de 10.....	379
Adaptateur timer.....	27	Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2.....	379, 519
Adaptateur USB - série.....	224, 367	Ampoules 15 V/2 W, E10, jeu de 5.....	379
Agitateur à filetage GL 32.....	715-716	Ampoules 2,5 V/0,25 W, E10, jeu de 10.....	379, 458
Agitateur à turbine.....	734	Ampoules 230 V/40 W, E14, jeu de 2.....	379
Agitateur magnétique à plaque chauffante.....	717, 722	Ampoules 24 V/3 W, E10, jeu de 5.....	379
Agitateur magnétique chauffant.....	274	Ampoules 3,5 V/0,2 A, E10, jeu de 10.....	379
Agrafe d'assemblage avec pince à ressort.....	434	Ampoules 3,7 V/0,3 A, E10, jeu de 10.....	379
Aiguille aimantée sur pied-support à pivot.....	416	Ampoules 3,8 V/0,27 W, E10, jeu de 10.....	379, 699
Aiguille d'inclinaison.....	416	Ampoules 4 V/0,16 W, E10, jeu de 10.....	379
Aiguiseur pour perce-bouchons.....	649	Ampoules 6 V / 0,05 A, E10, jeu de 10.....	379, 458
Aimant à palier et pôles en couleur.....	414	Ampoules 6 V / 30 W, E14, jeu de 2.....	379, 519
Aimant de maintien.....	210	Ampoules 6 V/1,1 W, E10, jeu de 10.....	379
Aimant de maintien pour rail.....	202	Ampoules 6 V/3 W, E10, jeu de 10.....	379
Aimant en fer à cheval, avec joug.....	414	Ampoules 6 V/5 W, E10, jeu de 10.....	379
Aimant en fer à cheval, grand, avec joug.....	414	Ampoules 7 V/0,1 A, E10, jeu de 10.....	379
Aimant naturel.....	412	Ampoules linolites 24 V/10 W, jeu de 2.....	379
Aimant perforé.....	413	Anémomètre, électronique.....	327
Aimant perforé à pôles en couleur.....	413, 470	Anneau de déformation.....	216
Aimants droits, jeu de 2.....	412, 458, 470	Anneau de S' Gravesande.....	289
Aimants, 35 mm Ø, paire.....	413, 441	Anneau de serrage DN 10/16 KF.....	257, 259
Alcool à brûler, 1 l.....	270	Anneau métallique.....	435
Alcoomètre.....	175	Anneau support avec manche, 130 mm Ø.....	168
Alimentation 450 V.....	339	Anneau support avec noix, 100 mm Ø.....	168
Alimentation à courant fort.....	338, 741	Anneau support avec noix, 130 mm Ø.....	168
Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V.....	336	Anneau support avec noix, 70 mm Ø.....	168
Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V/3 A.....	336	Anneau support avec tige, 100 mm Ø.....	168
		Anneau support avec tige, 70 mm Ø.....	168

Désignation	Numéro de page
Anneaux de centrage DN 10/16 KF, jeu de 2	257, 260
Anneaux de centrage DN 16 KF, jeu de 2	257, 260
Appareil à force centrifuge S	32, 217, 349
Appareil à force radiale	216
Appareil à induction avec boucles conductrices	428
Appareil à ondes transversales	229
Appareil à osmose	724
Appareil à rayons X Mo, complet	592, 629
Appareil à vapeur sous haute pression	298
Appareil d'écoulement	250
Appareil d'Ingenhousz	301
Appareil de base à rayons X	592
Appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur	309
Appareil de base pour l'étude de l'effet Hall	633
Appareil de base RSE	584
Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences	214
Appareil de démonstration Electrochimie, CPS	683-684
Appareil de diffusion des gaz	297, 725
Appareil de distribution de la pression	247
Appareil de jet	212
Appareil de jet, grand	211
Appareil de Masson Pascal	245
Appareil de mesure de la vitesse de la lumière	559
Appareil de Millikan	568
Appareil de propagation de la pression	246
Appareil de résonance à colonne à gaz	295
Appareil de Tyndall	289
Appareil pour démonstration de l'osmose, petit	297, 724
Appareil pour étudier la théorie cinétique des gaz	297
Appareil pour l'étude de l'effet Hall (argent)	632
Appareil pour l'étude de l'effet Hall (tungstène)	632
Appareil pour l'étude de l'effet Joule-Thomson	296
Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte	254, 294
Appareil pour l'étude de la stabilité	176
Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau	290, 731
Appareil pour l'étude des lignes de champ magnétique, 3 D	415
Appareil pour la migration des ions selon Nernst	691
Appareil pour la réfraction et la réflexion	509
Appareil pour la vitesse du son	240
Appareil pour mélange additif des couleurs	537
Appareil pour mélange soustractif des couleurs	537
Appareil pour mesures de la résistance	394
Appareil pour montrer la pression hydrostatique	246
Archet	235
Aréomètre, 0,7...2,0 g/ml	175
Aréomètres, 0,6...2,0 g/ml, jeu de 7	175
Aréomètres, jeu de 3	175
Armoire de rangement pour substances radioactives	610
Articulation à échelle angulaire	509
Associations et liaisons hydrogène	743
Assortiment de fusibles dans classeur de rangement	376
Atomiseur d'huile pour appareil Millikan	569
Autocuseur avec instruments de mesure	298, 316
Axe de torsion	220
Axes enfichables, jeu de 2	189

**B**

Bague de ventilation	735
Baguette d'agitation en verre 500 mm x 8 mm Ø, lot de 10	644, 683
Baguette de verre, 200 mm x 3 mm Ø	644
Baguette en équerre	726
Baguette en verre 300 mm x 8 mm Ø	644
Baguette en verre, 200 mm x 4 mm Ø	644
Baguette en verre, 200 mm x 5 mm Ø	644
Baguette en verre, 200 mm x 6 mm Ø	644
Baguette en verre, 200 mm x 7 mm Ø	644
Balai MEE	441
Balance Compact CS2000E	182
Balance Compact CS200E	182
Balance Compact CS5000E	182
Balance compacte 200 g : 0,01 g	683, 686, 705, 707, 715, 724, 733
Balance d'analyse ABS 80-4, 83 : 0,0001 g	718, 726
Balance d'enseignement et de laboratoire 311	181
Balance d'enseignement et de laboratoire 610 Tara	181
Balance d'enseignement et de laboratoire T 310	181, 425
Balance d'enseignement et de laboratoire T 610 TARA	181
Balance de gravitation	223
Balance de Roberval	179
Balance de torsion selon Schürholz	429
Balance électrodynamique	431
Balance électrodynamique, équipement	432
Balance électronique de précision TE2101	182

Désignation	Numéro de page
Balance électronique de précision TE412	182
Balance électronique de précision TE601	182
Balance électronique de précision TE612	182
Balance électronique MAULTec S	182
Balance hydrostatique	179
Balance mécanique de précision 150-73	180
Balance monoplateau	180
Ballon à fond rond Boro 3.3, 100 ml, RN 19/26	731
Ballon à fond rond Boro 3.3, 250 ml, RN 19/26	731, 733
Ballon solaire	268
Banc à coussin d'air	199
Banc d'optique à profil normalisé, 0,5 m	516
Banc d'optique à profil normalisé, 1 m	516
Banc d'optique à profil normalisé, 2 m	516
Banc d'optique, profil S1, 0,5 m	515
Banc d'optique, profil S1, 1 m	515
Banc d'optique, profil S1, 2 m	515
Bande magnétique	193
Bandes de papier indicateur de la température	301
Baromètre à siphon	254, 324
Baromètre anéroïde	253, 324
Baromètre numérique de poche	326
Baroscope	263
Barreau aimanté, 15 mm x 5 mm Ø	275
Barreau aimanté, 25 mm x 6 mm Ø	275
Barreau aimanté, 50 mm x 8 mm Ø	275
Barreau cylindrique aimanté, court	412
Barreaux cylindriques aimantés, paire	415, 417
Barres magnétisables, jeu de 8	415, 453
Barrière lumineuse à réflexion	29, 220
Barrière lumineuse combinée	27, 198, 202, 207
Barrière lumineuse en U	28, 202, 211
Barrière lumineuse en U STE 4/100	475
Barrière lumineuse en U, STE 4/50	475
Bases de l'électronique, collection complémentaire BST	445
Bâton de magnésie, lot de 25	555, 728
Bâton de matériau explosif (pyrotechnique), lot de 50 (dans boîte)	740
Bâtonnet en bois, lot de 200	659
Bâtonnet en plastique	386
Bâtonnet en plastique avec chape	386
Bâtonnets de friction, PVC et plexiglas	385
Bec Bunsen, gaz naturel	271
Bec Bunsen, gaz propane	271
Bec Bunsen, multigaz	271, 675, 738
Bec Teclu, gaz naturel	271
Bec Teclu, gaz propane	271
Bec Teclu, multigaz	271, 728
Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse	640, 683
Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 1000 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 1000 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 150 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 150 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 2000 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 2000 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 25 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse	640, 683, 690, 711
Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 50 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 50 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 600 ml, forme basse	640
Bécher Boro 3.3, 600 ml, forme haute	640
Bécher Boro 3.3, 800 ml, forme basse	640, 729
Bécher Boro 3.3, 800 ml, forme haute	640
Bécher de Marinelli	619
Bécher DURAN, 100 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 100 ml, forme haute	640, 686, 736
Bécher DURAN, 1000 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 1000 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 150 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 150 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 2000 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 2000 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 25 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 250 ml, forme basse	640, 714, 718, 724, 736
Bécher DURAN, 250 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 400 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 400 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 50 ml, forme basse	640
Bécher DURAN, 50 ml, forme haute	640
Bécher DURAN, 600 ml, forme basse	640, 717

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Bécher DURAN, 600 ml, forme haute.....	640	Bouchon en caoutchouc plein, 34 - 41 mm Ø.....	649
Bécher en plastique.....	644	Bouchon en caoutchouc plein, 38 - 45 mm Ø.....	649
Bécher gradué PP, 1000 ml.....	644	Bouchon en caoutchouc plein, 4 - 8 mm Ø.....	649
Bécher gradué PP, 2000 ml.....	644	Bouchon en caoutchouc plein, 42 - 49 mm Ø.....	649
Bécher gradué PP, 500 ml.....	644	Bouchon en caoutchouc plein, 49 - 54 mm Ø.....	649
Bécher PP, 100 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc plein, 9 - 13 mm Ø.....	649
Bécher PP, 1000 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 18 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
Bécher PP, 2000 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 4 mm, 9 - 13 mm Ø.....	650
Bécher PP, 250 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 11 - 15 mm Ø.....	650
Bécher PP, 400 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 14 - 18 mm Ø.....	650
Bécher PP, 50 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 16 - 21 mm Ø.....	650
Bécher PP, 600 ml, forme basse.....	639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 19... 24 mm Ø.....	650
Bécher TPX, 3000 ml.....	247, 639	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 22 - 27 mm Ø.....	650
Benzène, modèle moléculaire.....	744	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
Bidons métalliques, jeu de 3.....	262	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 26 - 35 mm Ø.....	650
Bilame, BST.....	456	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 28 - 34 mm Ø.....	650
Bilames, jeu de 2.....	289	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 31 - 38 mm Ø.....	650
Bilames, paire.....	288	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 34-41 mm Ø.....	650
Bille d'acier 10 mm, jeu de 12.....	209	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 38 - 45 mm Ø.....	650
Bille d'acier 15 mm, jeu de 12.....	209	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 42 - 49 mm Ø.....	650
Bille d'acier 16 mm.....	209	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 46 - 54 mm Ø.....	650
Bille d'acier 20 mm, jeu de 6.....	209	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 19 - 24 mm Ø.....	650
Bille d'acier 30 mm avec œillet.....	210	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 22 - 27 mm Ø.....	650
Billes aimantées, jeu de 10.....	413	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
Billes Brinell avec loupe.....	249	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 26 - 35 mm Ø.....	650
Billes d'acier de 30 mm avec œillet, jeu de 5.....	210	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 28 - 34 mm Ø.....	650
Billes d'acier de 30 mm, jeu de 6.....	209	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 31 - 38 mm Ø.....	650
Billes de verre, 100 g.....	293	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 34 - 41 mm Ø.....	650
Bioréacteur, montage de base, CPS.....	734	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 38 - 45 mm Ø.....	650
Biosphère.....	679	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 42 - 49 mm Ø.....	650
Biprisme.....	549	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 50 - 60 mm Ø.....	650
Blindage du scintillateur.....	620	Bouchons en caoutchouc, assortiment de 13 bouchons.....	648
Bloc de noix.....	166	Bouchons en caoutchouc, assortiment de 60 bouchons.....	648
Bloc en aluminium.....	173	Bouchons en liège, assortiment de 100 bouchons.....	649, 732
Bloc support à gradins.....	206	Boucles conductrices pour la définition de l'ampère.....	431
Blocs avec cuve, paire.....	693	Boucles conductrices pour la mesure de la force.....	423
Blocs en bois pour l'étude des frottements, paire.....	192	Boules creuses à bouchon vissé, jeu de 5.....	290
Bobine à 10 000 spires.....	433	Boulons pour 381 16, jeu de 10.....	289
Bobine à 1000 spires.....	433	Boussole d'arpenteur démontable.....	416
Bobine à 1000 spires, STE 2/50.....	457, 469	Boussole d'inclinaison et de déclinaison.....	417
Bobine à 23 000 spires.....	433	Boussole de poche.....	416
Bobine à 250 spires.....	433	Boussoles de traçage, paire.....	416
Bobine à 250 spires MEE.....	441	Bouteille de gaz comprimé Minican, argon.....	661
Bobine à 250 spires, STE 2/50.....	469	Bouteille de gaz comprimé Minican, azote.....	661
Bobine à 300 spires, STE 2/50.....	469	Bouteille de gaz comprimé Minican, dioxyde de carbone.....	661, 681
Bobine à 480 spires, 10 A.....	433	Bouteille de gaz comprimé Minican, éthane.....	661, 703
Bobine à 5 spires.....	436	Bouteille de gaz comprimé Minican, éthylène.....	661
Bobine à 50 spires, STE 2/50.....	469, 479	Bouteille de gaz comprimé Minican, hélium.....	661
Bobine à 500 spires.....	433	Bouteille de gaz comprimé Minican, hexafluorure de soufre (SF6).....	661
Bobine à 500 spires, STE 2/50.....	457, 469	Bouteille de gaz comprimé Minican, hydrogène.....	661, 729
Bobine à densité de spires variable.....	427	Bouteille de gaz comprimé Minican, i-butane.....	661
Bobine à haute inductance.....	497	Bouteille de gaz comprimé Minican, krypton.....	661
Bobine à induction et wattmètre.....	430	Bouteille de gaz comprimé Minican, méthane.....	661
Bobine de champ, d = 120 mm.....	427	Bouteille de gaz comprimé Minican, n-butane.....	661, 703
Bobine de champ, d = 90 mm.....	427	Bouteille de gaz comprimé Minican, néon.....	661
Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz.....	525, 586	Bouteille de gaz comprimé Minican, oxygène.....	661, 715, 726
Bobine haute fréquence 150 µH, STE 2/19.....	479	Bouteille de gaz comprimé Minican, xénon.....	661
Bobine haute fréquence 2,2 µH, STE 2/19.....	479	Bouteille de gaz comprimé, hydrogène, 2 l.....	660
Bobine secteur à 500 spires.....	433	Bouteille de gaz, azote, 10 l.....	659
Bobine très basse tension, 50 spires.....	433	Bouteille de gaz, dioxyde de carbone, 10 l.....	659
Bobines à induction, jeu de 3.....	428	Bouteille de gaz, hélium, 10 L.....	659
Bobines de Helmholtz sur cavalier.....	589	Bouteille de gaz, hydrogène, 10 l.....	659
Bobines plates, paire.....	418	Bouteille de gaz, oxygène, 10 l.....	659
Boîte de jonction de sécurité avec mise à la terre.....	376	Bouteille de Leyde.....	392, 498
Boîte de rangement.....	664	Bouton poussoir (rupteur), STE 2/19.....	460
Boîte de rangement S12-FN.....	662	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/19.....	460
Boîte de rangement S16-FN.....	662	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/50.....	460
Boîte de rangement S24-FN.....	662	Bouton-poussoir, (contacteur), BST.....	449
Boîte de rangement S8-FN.....	662	Bras de rallonge.....	518
Boîte de rangement, lot de 2.....	540	Bras de rotation entraîné par la force centrifuge.....	32, 217
Boîtier de connexion.....	376	Bride pleine DN 16 KF.....	259
Boîtiers vides STE 2/19, jeu de 10.....	482	Brosse à recurer de laboratoire.....	654
Boîtiers vides STE 2/50, jeu de 5.....	482	Brosse articulée.....	654
Boîtiers vides STE 4/100, jeu de 5.....	482	Brucelles de préhension pour lamelles couvre-objets, 105 mm.....	656
Boîtiers vides STE 4/50, jeu de 5.....	482	Brûleur à alcool, en métal.....	270
Bouchon en caoutchouc plein, 16... 21 mm Ø.....	649, 683	Brûleur à alcool, en verre.....	270
Bouchon en caoutchouc plein, 11 - 15 mm Ø.....	649	Brûleur à cartouche, modèle DIN.....	270, 726, 729, 740
Bouchon en caoutchouc plein, 14 - 18 mm Ø.....	649	Brûleur de sécurité, gaz naturel.....	272
Bouchon en caoutchouc plein, 19... 24 mm Ø.....	649, 729	Brûleur de sécurité, gaz propane.....	272
Bouchon en caoutchouc plein, 22 - 27 mm Ø.....	649	Brûleur de sécurité, multigaz.....	272
Bouchon en caoutchouc plein, 25 - 31 mm Ø.....	649	Burette en verre clair, 25 ml, robinet latéral (PTFE).....	711, 714
Bouchon en caoutchouc plein, 28 - 34 mm Ø.....	649	Buse en verre droite, 8 mm Ø.....	645, 729
Bouchon en caoutchouc plein, 31 - 38 mm Ø.....	649	Buse en verre, coulé à 90°.....	645

Désignation	Numéro de page
Buse large en éventail.....	272, 729
Butoirs, paire.....	196
<b>C</b>	
Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, bleu.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, jaune/vert.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, noir.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, rouge.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, bleu.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, jaune/vert.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, noir.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, bleu.....	370, 734
Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, jaune/vert.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, noir.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, bleu.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, jaune/vert.....	370
Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, noir.....	370, 734
Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge.....	370, 734
Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, bleu.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, jaune/vert.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, rouge.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, bleu.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, jaune/vert.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, noir.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, rouge.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, bleu.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, jaune/vert.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, noir.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, rouge.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, bleu.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, jaune/vert.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, noir.....	368
Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, rouge.....	368
Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, bleu.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, jaune/vert.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, rouge.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, bleu.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, jaune/vert.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, noir.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, rouge.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, bleu.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, noir.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, rouge.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, bleu.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, jaune/vert.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, noir.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, rouge.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu.....	369, 680
Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, jaune/vert.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir.....	369
Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, rouge.....	369, 680
Câble de connexion FH-Ne, 6 pôles.....	583
Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m.....	372
Câble de mesure BNC/4 mm.....	362, 373
Câble de raccordement, blindé, 8 m.....	243, 372
Câble haute tension, 1 m.....	372
Câble HF, 0,25 m.....	362, 372
Câble HF, 1 m.....	362, 372
Câble HF, 2 m.....	362, 372
Câble pour tubes compteurs, 100 cm de long.....	607
Câble rallonge, à 15 pôles.....	34, 239, 421, 679
Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5.....	700
Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, noirs, paire.....	371
Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 692, 694
Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, noirs, paire.....	371
Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 683, 685, 696
Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, noirs, paire.....	371
Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 685-686, 690, 694, 696, 703-704, 715
Câbles d'expérimentation de sécurité, 32 A, jeu de 32.....	369
Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 10.....	371
Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 30.....	371
Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 42.....	370
Câbles d'expérimentation, 32 A, jeu de 32.....	368
Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST.....	448, 455
Câbles de connexion, collection de base BST.....	447, 455
Câbles de connexion, paire.....	311
Cadre avec support.....	244
Cadre d'expérimentation et de démonstration Équipement II (mécanique).....	196

Désignation	Numéro de page
Cadre d'expérimentation et de démonstration III (optique).....	510
Cadre d'expérimentation et de démonstration VI (MEE).....	438
Cadre profilé C 100 à 2 étages, CPS.....	715, 726, 729
Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS.....	683, 696, 704, 718, 731-732, 738
Cage de Faraday.....	391
Calcium, copeaux, 25 g.....	718
Cales, jeu de 6.....	167
Calorimètre à eau.....	310
Calorimètre en aluminium.....	292, 310
Calorimètre en aluminium, grand.....	311
Calorimètre en cuivre.....	310
Calorimètre pour gaz.....	716
Calorimètre pour la mesure du froid dû à l'évaporation.....	717
Calorimètre pour les solides et les liquides.....	716
Calorimètre pour solides et liquides, CPS.....	715
Calotte hémisphérique.....	215
Caméra vidéo et USB BMS EcoCam III.....	664
Canule, 0,6 mm Ø, lot de 10.....	680
Canules 0,45 mm Ø, jeu de 10.....	703
Capteur d'accélération 3D S.....	30, 204, 349
Capteur d'éthanol pour le bioréacteur, CPS.....	734, 735
Capteur d'humidité.....	48, 321, 327, 679
Capteur d'humidité S.....	48, 327
Capteur d'hydrocarbures.....	703, 704
Capteur de CO2 S.....	48, 679
Capteur de conductivité.....	44, 714
Capteur de déplacement à laser S.....	30, 203, 349, 561
Capteur de déplacement à ultrasons S.....	31
Capteur de forces S, ±1 N.....	33, 187, 349, 393, 423
Capteur de forces S, ±50 N.....	33, 187, 349
Capteur de forces S, ±50 N (4x).....	54
Capteur de forces S, ±50 N (8x).....	55
Capteur de pH, BNC.....	44
Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa.....	35, 253, 325, 349
Capteur de pression S, ± 70 hPa.....	35, 349
Capteur de pression S, ±2 000 hPa.....	35, 314, 349
Capteur de puissance optique S.....	39
Capteur de rotation S.....	31, 220, 226-227, 313, 349
Capteur de rotation S (4x).....	54
Capteur de rotation S (8x).....	55
Capteur de température S, CTN.....	42, 287, 349
Capteur de température S, CTN (4x).....	54
Capteur de température S, CTN (8x).....	55
Capteur fréquence du pouls S.....	48
Capteur IR.....	39, 470
Capteur IR-CO2.....	39, 47, 329, 681
Capteur lux.....	39, 47-48, 322, 547, 679
Capteur pour radiographie.....	597, 602
Capteur pression artérielle S.....	49
Capteur résistance de la peau S.....	48
Capteur solaire.....	304
Capteur UIP S.....	26, 349, 358, 686, 703
Capteur UIP S (4x).....	54
Capteur UIP S (8x).....	55
Capteur UV-A.....	39, 470
Capteur UV-B.....	39, 470
Capteur UV-C.....	39, 47, 680
Capteurs pour la physique, équipement complémentaire.....	54
Capteurs pour la physique, équipement de base.....	53
Capuchon à vis GL 14.....	653
Capuchon à vis GL 18.....	653
Capuchon à vis GL 18 avec trou.....	653, 731
Capuchon à vis GL 25.....	653
Capuchon à vis GL 45.....	653
Capuchon à vis GL 45 avec trou.....	653
Capuchon GL 14 avec trou.....	653
Capuchon GL 25 avec trou.....	653
Capuchon GL 32 avec trou.....	653
Carte des nucléides.....	618
Carte logique 1.....	490
Carte logique 2.....	491
Carte de lampe avec câble.....	518
Carte pour lampes spectrales.....	525
Cartouche de gaz.....	270, 726, 729
Cartouches d'extraction 80 x 26 mm Ø, jeu de 25.....	733
Casier de rangement, 172 x 172 x 26 mm, lot de 3.....	662
Casier de rangement, 172 x 258 x 26 mm, lot de 3.....	662
Casier de rangement, 86 x 172 x 26 mm, lot de 6.....	662
Casier de rangement, 86 x 258 x 26 mm, lot de 6.....	662
Casier de rangement, 86 x 518 x 26 mm, lot de 3.....	662
Casier de rangement, 86 x 86 x 26 mm, lot de 6.....	662
Casque audio.....	52

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
CASSY Lab 2	21, 497, 675, 679-681, 690, 696, 703, 705-706, 711, 714-715, 717, 731-732, 734	Cloche gazométrique graduée, 600 ml	727
CASSY Lab 2 Home	21	Cloche pour pompe à vide, avec revêtement	263
CASSY-Display USB	20, 284, 323, 347, 696	Coffret de kits modèles moléculaires 1	749
Catalyseur de gaz d'échappement	738	Coffret de kits modèles moléculaires 2	749
Cavalier 120/50 pour l'optique	517	Coffret de kits modèles moléculaires 3	750
Cavalier 60/34 pour l'optique	517	Coffret modèles moléculaires pour élèves, kit d'initiation	745
Cavalier 60/50 pour l'optique	517	Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour l'enseignant	746
Cavalier 90/50 pour l'optique	517	Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour les élèves	747
Cavalier à colonne inclinable 90/50	517	Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour l'enseignant	746
Cavalier à déplacement latéral 90/50	517	Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour les élèves	745
Cavalier avec colonne de fixation	515	Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour l'enseignant	746
Cavalier avec noix 45/35	515	Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour les élèves	745
Cavalier avec noix 45/65	515	Coffret modèles moléculaires pour la stéréochimie	747
Cavalier large à filetage	517, 563	Collection Amplificateur électromètre	387
Cavalier, BST	454	Collection BEL-D STE	485
Cavaliers avec reprise arrière de sécurité, STE, jeu de 10	483	Collection complémentaire Amplificateur électromètre	388
Cavaliers de dérivation, noirs, jeu de 10	375	Collection complémentaire MEE	439
Cavaliers de sécurité, noirs, jeu de 10	375, 700	Collection de base MEE	439
Cavaliers de sécurité, verts/jaunes, jeu de 10	375	Collection Diffusion Compton	623
Cavaliers STE 2/19, jeu de 10	375, 482	Collection ELI 1 Science Kit Advanced	485
Cavaliers, noirs, jeu de 10	375	Collection ELI 2 Science Kit Advanced	486
CD : Document Center, TP de physique, en français	330, 506, 564, 624, 635	Collection ELO 1-D STE	486
Cellule d'électrolyse	410, 695, 702	Collection ELO 2-D STE	487
Cellule de Kerr	562	Collection ELO 3-D STE	487
Cellule de Pockels	562	Collection EN 2 Science Kit Advanced	405
Cellule photo-électrique dans élément enfichable	548, 571	Collection Énergie Advanced Science Kit	306
Cellule photo-électrique pour la détermination de h	548, 570	Collection RAD 1 Science Kit Advanced	616
Cellule solaire 0,5 V/0,3 A	305, 473	Collier de serrage 8...12 mm	651, 731-733
Cellule solaire 0,5 V/0,3 A, BST	451	Colliers de serrage 10...16 mm, jeu de 10	273, 651
Cellule solaire STE 2/19	473, 546	Colliers de serrage 12...20 mm	651
Chambre à diffusion de Rutherford	616, 621	Collimateur avec pastilles d'absorption	614
Chambre à fumée	296	Colonne de séparation avec de l'huile de silicone OV101	703-704
Chambre à vide	552	Colonne de séparation avec Porapak P	704
Chambre calorimétrique	300	Colonne de séparation avec tamis moléculaire 5Å	704
Chambre d'absorption avec cellule au rubidium	589	Colonne de séparation, vide	704
Chambre de pression pour mettre en évidence la température critique	298	Colorant	658
Chambre de spectroscopie alpha	622	Combustible sec « Esbit », 2 x 20 comprimés	315
Chambre de Wilson selon Schürholz	605	Commande à main	51
Chambres de déflexion pour rayons nucléaires	615	Commande à pied	51
Charbon actif, granulés, 500 g	741	Commutateur	378
Charbon de bois, petits morceaux, 500 g	741	Commutateur bipolaire, STE 4/50	461
Charges électriques, CPS	407, 696, 699	Commutateur en croix (utilisable comme inverseur de polarité)	378
Chargeur d'accus avec affichage	333	Commutateur multiple	378
Chargeur universel pour accus NiCd et NiMH	332	Commutateur STE 2/50	461
Chariot	163	Commutateur STE 4/50	461
Chariot à entraînement électrique	209	Commutateur, BST	449
Chariot de mesure 1	206	Comparateur	171
Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique	265, 267	Comparateur avec support	249, 288
Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie	598, 603	Compte-bulles à tube droit, H = 100 mm	407, 704
Chariot pour 1 bouteille de gaz	660	Compte-bulles à tube droit, h = 85 mm	407
Chariot pour 2 bouteilles de gaz	660	Compte-bulles avec dispositif anti-retour	407, 703
Chariot pour rail	197	Compte-bulles, CPS	407, 696, 697
Charnière rotative avec échelle	516	Compte-gouttes	45
Charnière rotative avec échelle de lecture et colonne de fixation	515	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	724
Chauffe-ballon 250 ml, réglable	731, 733	Compteur à scintillation	618
Chauffe-ballon 500 ml, réglable	732	Compteur de courant alternatif	359, 436
Chlorure d'ammonium, 250 g	402	Compteur de Geiger avec ticker	606
Chromatographe à gaz LD 1	703, 704	Compteur Geiger à pointe avec adaptateur	606
Chromatographe à gaz LD 1, kit pour l'analyse de l'air	704, 705	Compteur numérique	366, 610
Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcanes	705	Compteur P	367, 609
Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcools	705	Compteur S	367, 609
Chronomètre de table	171	Condensateur 0,01 µF	383
Chronomètre électronique P	172	Condensateur 0,1 µF	383
Chronomètre mécanique manuel I	171	Condensateur 0,1 µF, STE 2/19	467
Chronomètre mécanique manuel II	172	Condensateur 0,1 µF, STE 2/50	468
Chronomètre numérique manuel	171	Condensateur 0,22 µF, STE 2/19	467
Chronomètre numérique manuel	171	Condensateur 0,47 µF, STE 2/19	467
Cibles en alliages, jeu	600	Condensateur 0,47 µF, STE 2/50	468
Cibles fluorescence des raies K, jeu	600	Condensateur 0,5 µF	383
Cibles fluorescence des raies L, jeu	600	Condensateur 1 µF	383
Circuit électrique simple, collection de base BST	443	Condensateur 1 µF, BST	451
Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/100	479	Condensateur 1 µF, STE 2/19	467
Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/50	479	Condensateur 1 µF, STE 2/50	468
Ciseaux à dissection, bouts pointus, 110 mm	658	Condensateur 1 F sur écran	307
Ciseaux à dissection, un bout arrondi, 130 mm	658	Condensateur 1 nF, STE 2/19	467
Ciseaux, 125 mm, bouts arrondis	658	Condensateur 1,5 nF, STE 2/19	467
Ciseaux, 200 mm, bouts pointus	658	Condensateur 10 µF, STE 2/50	468
Clapet d'étranglement	200	Condensateur 10 nF, STE 2/19	467
Classmate PC d'Intel (ultra-portable)	26	Condensateur 10 nF, STE 2/19	467
Clé Allen	442	Condensateur 10 pF, STE 2/19	467
Clé plate pour bouteilles de gaz comprimé	660	Condensateur 100 pF, STE 2/19	467
Clé plate pour raccord à olive	660	Condensateur 1000 pF	383
Cloche en verre	727	Condensateur 2 µF	383

Désignation	Numéro de page
Condensateur 2,2 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur 2,2 nF, STE 2/19.....	467
Condensateur 22 nF, STE 2/19.....	467
Condensateur 22 pF, STE 2/19.....	467
Condensateur 220 pF, STE 2/19.....	467
Condensateur 250 pF.....	383
Condensateur 3,3 nF, STE 2/19.....	467
Condensateur 4,7 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur 4,7 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur 4,7 nF, STE 2/19.....	467
Condensateur 4,7 pF, STE 2/19.....	467
Condensateur 40 µF.....	383, 497
Condensateur 47 nF, STE 2/19.....	467
Condensateur 47 pF, STE 2/19.....	467
Condensateur 470 pF, STE 2/19.....	467
Condensateur 5 µF.....	383
Condensateur à plaques.....	390
Condensateur à plaques X-ray.....	596
Condensateur démontable.....	390
Condensateur électrolytique 10 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 10 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur électrolytique 100 µF, bipolaire, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 100 µF, BST.....	451
Condensateur électrolytique 100 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 100 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur électrolytique 1000 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur électrolytique 22 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 220 µF, bipolaire, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 2200 µF.....	383
Condensateur électrolytique 47 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 47 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur électrolytique 470 µF, BST.....	451
Condensateur électrolytique 470 µF, STE 2/19.....	467
Condensateur électrolytique 470 µF, STE 2/50.....	468
Condensateur variable 500 pF, STE 4/50.....	468, 479
Condenseur asphérique.....	519
Conducteur annulaire sur boîte en verre acrylique.....	417
Conducteur conique sur support isolant.....	392
Conducteur de gaz carbonique.....	679
Conducteur droit sur boîte en verre acrylique.....	417
Conducteur en forme de bobine sur boîte en verre acrylique.....	418
Conducteurs de courant, jeu de 4.....	427
Conducteurs et isolants, BST, jeu.....	455
Conducteurs et isolants, collection complémentaire BST.....	444
Conducteurs et isolants, jeu.....	394
Conducteurs PE, L, N, BST.....	453
Connecteur adaptateur conductivité S.....	44, 714
Connecteur adaptateur conductivité S (4x).....	54
Connecteur adaptateur conductivité S (8x).....	55
Connecteur adaptateur ECG/EMG S.....	49
Connecteur adaptateur lux S.....	38, 47, 547, 680-681
Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (4x).....	54
Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (8x).....	55
Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K.....	42, 279, 349, 715, 717, 731-732, 738
Connecteur adaptateur oxygène S.....	46
Connecteur adaptateur pH S.....	44, 711-712, 714, 734
Connecteur adaptateur pH S (4x).....	54
Connecteur adaptateur pH S (8x).....	55
Connecteur adaptateur seuil d'audition S.....	52, 237
Connecteur adaptateur test des réactions S.....	51
Connecteur adaptateur, BST.....	455
Connecteur de rails.....	206
Connecteur multiple sur support métallique.....	261
Connecteur multiprise 5 prises à contact de protection.....	377, 734
Consommateur avec boîtier, BST.....	453
Contact de réglage STE 2/19.....	469
Convertisseur I/U pour le photodétecteur au silicium.....	589
Cordes pour sonomètre (monocorde), jeu de 3.....	235
Cordon de soudure.....	435
Corps de chute.....	205
Corps en verre (cheminée) pour le modèle de haut-fourneau.....	741
Corps en verre synthétique.....	534, 561
Corps noir.....	303
Corps pesants, jeu de 2.....	174
Corps rayonnant sur écran.....	304, 307
Coupe-circuit automatique 0,5 A, STE 4/100.....	484
Coupelle de laboratoire Boro 3.3, 140 x 75 mm Ø, 900 ml.....	722
Coupe-tube pour verre.....	656
Coupe-verre à diamant.....	656
Coupleur d'agitateur.....	734
Couronne porte-balais STE.....	471
Courroie de rechange pour générateur de Van de Graaf.....	342
Cours COM3LAB : Technique du courant alternatif I.....	494

Désignation	Numéro de page
Cours COM3LAB : Technique du courant alternatif II.....	494
Cours COM3LAB : technique du courant continu I.....	493
Cours COM3LAB : Technique du courant continu II.....	493
Cours COM3LAB : technique numérique I.....	495
Cours COM3LAB : technique numérique II.....	495
Couteau à verre.....	656
Couteau de laboratoire, lot de 10.....	658
Couvercle chauffant pour le calorimètre en aluminium.....	292
Couvercle pour le vase de Dewar de 500 ml.....	293
Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml.....	291
Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage.....	291, 312
Couvercle transparent, PVC.....	399, 404, 692, 702
Crayon universel, lot de 10.....	658
Creuset annulaire.....	435
Crève-vessie.....	264
Cristal de calcite biréfringent.....	541
Cristal de glace, modèle.....	744
Cristal de LiF pour cliché de Laue.....	630
Cristal de LiF pour la réflexion de Bragg.....	594
Cristal de NaCl pour cliché de Laue.....	630
Cristal de NaCl pour la réflexion de Bragg.....	594
Cristal de sel de table, modèle.....	744
Cristalliseur Boro 3.3, 95 mm Ø, 55 mm, haut.....	721
Crochets de suspension enfichables, jeu de 5.....	184
Croix trimétallique.....	301
Cube de Leslie avec agitateur.....	302
Cubes (2x) et sphère (1x).....	174
Cubes, jeu de 8.....	174
Culot de lampe E14 et E10.....	689
Curseurs, paire.....	169
Cuve à électrolyse.....	685
Cuve à ondes D.....	232
Cuve cunéiforme.....	248
Cuve cunéiforme.....	248
Cuve électrolytique.....	389
Cuve en verre, 100 x 50 x 50.....	534, 545
Cuve plate / Cuve à électrolyse.....	401
Cuve rectangulaire en plastique, pour mesure du rayonnement UV, lot de 100.....	709
Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm.....	707, 709
Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm, lot de 100.....	709
Cuve sur écran.....	307
Cuve, BST.....	456
Cuvette à faces parallèles 100 x 100 x 10 mm.....	534
Cuvette à faces parallèles en verre optique, 100 x 80 x 25 mm.....	534
Cuvette à faces parallèles en verre optique, 50 x 50 x 20 mm.....	534
Cuvette à faces parallèles en verre optique, 50 x 50 x 50 mm.....	534
Cylindre d'Archimède.....	247
Cylindres creux, jeu de 3.....	293
Cylindres métalliques, jeu de 6.....	173
Cylindres pour l'axe de torsion, jeu.....	221

**D**

Décade de résistances 0...1 kΩ.....	382
Décade de résistances 0...1 Ω.....	382
Décade de résistances 0...10 Ω.....	382
Décade de résistances 0...100 Ω.....	382
Décade de résistances 1 Ω...11 MΩ.....	382
Décade de résistances 10 ohms...11,1 kohms, STE 4/50/100.....	465
Défectron.....	575
Demi-cylindre, aimanté.....	512
Demi-noix avec tourillon.....	165
Détecteur à conductivité thermique.....	704
Détecteur d'énergie de rayonnement X.....	599
Détecteur de gaz.....	679
Détecteur de position à infrarouge.....	223
Détecteur semi-conducteur.....	620
Détendeur avec manomètre pour bouteilles Minican.....	661
Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud.....	314
Dévidoir.....	736
Diac D 3202 Y, STE 2/19.....	478
Diamagnétisme et ferromagnétisme, jeu de tiges.....	419
Diamant, modèle.....	744
Diapason 435 Hz.....	233
Diapason 440 Hz.....	233
Diapason avec stylet inscripteur.....	233
Diapason de résonance.....	234
Diapason en métal léger.....	233
Diapasons de résonance, paire.....	234
Diapasons, jeu de 8 (gamme de do majeur).....	234
Diaphragme à 2 réseaux croisés.....	540
Diaphragme à 3 fentes doubles.....	539
Diaphragme à 3 fentes simples.....	539

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Diaphragme à 3 orifices de diffraction.....	539	Douille E14 pour ampoule.....	380
Diaphragme à 3 paires de trous et disques.....	539	Douille E27, connecteur Europe.....	380
Diaphragme à 3 réseaux, 20, 40, 80/cm.....	540	Douille E27, connecteur multiple.....	381, 526
Diaphragme à 3 traits de diffraction.....	539	Douille pour lampe, culot E10, BST.....	448
Diaphragme à 4 fentes doubles.....	539	Douilles d'adaptation de sécurité, bleues (6).....	374
Diaphragme à 5 fentes.....	538	Douilles d'adaptation de sécurité, noires (6).....	374
Diaphragme à 5 fentes multiples.....	539	Douilles d'adaptation de sécurité, rouges (6).....	374
Diaphragme à iris.....	538	Douilles de raccordement, noires, jeu de 6.....	374
Diaphragme à iris sur tige.....	544	Douilles de raccordement, rouges, jeu de 6.....	374
Diaphragme à réseau à traits.....	540	Dynamomètre 10 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragme avec fente et trait.....	539	Dynamomètre 2,5 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragme en papier, lot.....	693	Dynamomètre 20 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragme et disque pour expériences sur les ultrasons.....	243	Dynamomètre 30 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragmes à fentes, jeu de 2.....	538	Dynamomètre 5 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragmes avec différentes ouvertures, jeu de 4.....	539	Dynamomètre 50 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184
Diaphragmes papier.....	685	Dynamomètre circulaire 2 N.....	185, 194
Diaphragmes pour l'étude des aberrations sphériques, jeu de 2.....	538	Dynamomètre circulaire 5 N.....	185, 194
Diapositives, jeu de 2.....	528	Dynamomètre de précision 50 N.....	185
Dichlorométhane (chlorure de méthylène), 250 ml.....	680	Dynamomètre de précision, 0,01 N.....	185
Dichlorure de sébacyle, 50 ml.....	736	Dynamomètre de précision, 0,1 N.....	185, 721
Diffuseurs de limaille de fer, jeu de 5.....	415	Dynamomètre de précision, 1,0 N.....	185
Dihydrogénophosphate de sodium, 250 g.....	707	Dynamomètre de précision, 10 N.....	185
Dilatomètre volumétrique.....	290	Dynamomètre de précision, 100 N.....	185
Diode 1N 4007, STE 2/19.....	476	Dynamomètre de précision, 2,0 N.....	185
Diode 1N 4007, STE 2/50.....	476	Dynamomètre de précision, 20 N.....	185
Diode 1N4007, BST.....	451	Dynamomètre de précision, 5,0 N.....	185
Diode AA 118, germanium, STE 2/19.....	476	Dynamomètre de traction-compression 1,5 N.....	184
Diode AA 118, germanium, STE 2/50.....	476	Dynamomètre de traction-compression 3,0 N.....	184
Diode BY 255, STE 2/19.....	476	Dynamomètre sectoriel 0,65 N.....	265, 267
Diode de démonstration.....	398, 573	Dynamomètre, 1 N.....	184
Diode électroluminescente jaune, STE 2/19.....	473	Dynamomètre, 10 N.....	184
Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/19.....	474	Dynamomètre, 2 N.....	184
Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/50.....	474	Dynamomètre, 5 N.....	184
Diode électroluminescente pour fibres optiques, BST.....	451	Dynamomètres pour parallélogramme des forces, jeu de 3.....	185
Diode électroluminescente rouge, 220 ohms, STE 2/19.....	473		
Diode électroluminescente rouge, BST.....	451	<b>E</b>	
Diode électroluminescente rouge, émission latérale, STE 2/19.....	473	Eau, modèle des orbitales.....	744
Diode électroluminescente rouge, STE 2/19.....	473	Eau, pure, 1 l.....	700, 721
Diode électroluminescente rouge, STE 2/50.....	473	Échantillon de MoS <sub>2</sub> .....	627
Diode électroluminescente verte, BST.....	451	Échantillon de TaS <sub>2</sub> .....	628
Diode électroluminescente verte, STE 2/19.....	473	Échantillon de TaSe <sub>2</sub> .....	628
Diode électroluminescente verte, STE 2/50.....	473	Échantillon de WSe <sub>2</sub> .....	628
Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/19.....	474	Échantillons de couleurs fluorescentes.....	536
Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/50.....	474	Échantillons de matériaux de construction pour la chambre calorimétrique.....	301
Diode infrarouge, émission latérale, STE 2/19.....	473	Échantillons de substances synthétiques dans plateau, jeu de 50.....	736
Diode SKN 2,5/0,8, STE 2/19.....	476	Échelle g.....	28, 211
Diode varicap BB 212, STE 4/50.....	479	Échelle graduée pour le grand appareil pour la démonstration de l'osmose.....	724
Diode Zener 18, STE 2/19.....	476	Échelle sur support.....	429
Diode Zener 3,3, STE 2/19.....	476	Éclateur.....	498
Diode Zener 3,9, 2 W, STE 2/19.....	476	Écouteur.....	479
Diode Zener 5,6, STE 2/19.....	476	Écran.....	528
Diode Zener 6,2, 2 W, STE 2/19.....	476	Écran au sulfure de zinc.....	537
Diode Zener 6,2, STE 2/19.....	476	Écran de protection.....	718, 732
Diode Zener 6,2, STE 2/50.....	476	Écran, translucide.....	528
Diode Zener 8,2, STE 2/19.....	476	Effet Doppler acoustique, accessoires.....	243
Diode Zener 9,1, STE 2/19.....	476	Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation.....	396, 634
Diode Zener 9,1, STE 2/50.....	476	Électrochimie, collection.....	401, 693
Dioxyde de manganèse, (pyrolusite), 500 g.....	402	Électrochimie, jeu d'accessoires.....	685
Dipôles dans cuve d'eau, jeu.....	500	Électrode à oxygène.....	46
Disjoncteur différentiel STE 4/100.....	484	Électrode d'aluminium-zinc en plaque 65 x 40 mm.....	688
Dispositif compact pour la détermination de h.....	571	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC.....	44, 711, 713, 714
Dispositif de coulée.....	737	Électrode de pH à gaine en verre, BNC.....	44, 734
Dispositif de dosage pour le bioréacteur, CPS.....	734-735	Électrode de pH à membrane conique, BNC.....	44
Dispositif de mesure de la tension superficielle.....	248, 721	Électrode de pH à membrane plate, BNC.....	44
Disque de centrage MEE.....	442	Électrode de pH combinée.....	399
Disque de couleurs avec porte-disque.....	537	Électrode droite d'aluminium, avec bouchon.....	690
Disque gyroskopique supplémentaire.....	219	Électrode droite de cuivre, avec bouchon.....	690
Disque optique.....	508	Électrode droite de fer, avec bouchon.....	690
Disque perforé avec porte-disque.....	235	Électrode droite de nickel, avec bouchon.....	690
Disque pour l'axe de torsion.....	221	Électrode droite de plomb, avec bouchon.....	690
Disque tournant en aluminium.....	426, 436	Électrode droite de zinc, avec bouchon.....	690
Distillation du pétrole, CPS.....	732	Électrode droite en toile métallique au nickel, avec bouchon.....	690
Dongle Bluetooth.....	19, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731	Électrode standard à hydrogène HydroFlex.....	686
Double pince à ressort.....	376	Électrodes à maillage de nickel, 43 x 28 mm, jeu de 5.....	688
Double tube en U, 160 mm, avec 2 éléments frittés G4.....	683	Électrodes à maillage de nickel, 76 x 40 mm, jeu de 5.....	401, 688
Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19.....	411, 461, 699	Électrodes à maillage de platine, 43 x 28 mm, jeu de 2.....	688
Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/50.....	461	Électrodes à maillage de platine, 55 x 40 mm, jeu de 2.....	688
Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/19.....	461	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10.....	401, 688
Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/50.....	461	Électrodes d'argent en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 2.....	688
Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, connecteur DIN.....	581	Électrodes d'argent en plaque, 55 x 40 mm, jeu de 2.....	688
Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, fiches de 4 mm.....	581	Électrodes de charbon en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 5.....	688
Douille E10 sur écran.....	308	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5.....	401, 688
Douille E14 pour ampoule.....	380		



Désignation	Numéro de page
Électrodes de cuivre en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688
Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10.....	401, 686, 688
Électrodes de fer en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688
Électrodes de fer en plaque, jeu de 10.....	401, 688
Électrodes de laiton en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 10.....	401, 688
Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5.....	401, 688
Électrodes de plomb en plaque, jeu de 2.....	401, 688
Électrodes de zinc en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688
Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10.....	401, 686, 688
Électrodes de zinc et à grille.....	392, 572
Électrodes droite de tungstène, avec bouchon, jeu de 2.....	690
Électrodes droites au charbon, extra longues, avec bouchon, jeu de 2.....	691
Électrodes droites au charbon, jeu de 2.....	690
Électrodes droites de carbone, avec bouchon, jeu de 2.....	690, 692
Électrodes droites de cuivre, jeu de 2.....	690
Électrodes droites de zinc, jeu de 2.....	690
Électrodes droites, lame platine, jeu de 2.....	410, 683, 690, 695
Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30.....	50
Électrodes réutilisables pour ECG/EMG.....	50
Électrodes, BST, paire.....	456
Électrolyseur en U.....	410, 694
Électrolyseur PEM S.....	404, 700
Électrolyseur PEM, CPS.....	409
Électrolyseur, CPS.....	695
Électromagnétisme et induction, collection complémentaire BST.....	445
Électromètre relatif.....	384
Électromètre relatif, équipement.....	385
Électronique à transistors, collection complémentaire BST.....	446
Électroscope.....	385
Électrostatique avec la balance électrodynamique, accessoires.....	432
Électrostatique, accessoires.....	429
Électrostatique, collection.....	387
Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50.....	463, 466
Élément en croix DN 16 KF.....	257, 259
Élément en T DN 16 KF.....	259
Élément en verre pour l'électrolyseur en U.....	410, 694
Élément Peltier sur écran.....	307, 505
Élément photo-élastique.....	545
Élément piézo-électrique.....	502
Éléments de masse identique, jeu de 3.....	174
Embase aimantée à crochet.....	192
Embase aimantée à douille de 4 mm.....	192
Embase aimantée avec axe de 4 mm.....	193
Embase aimantée avec noix.....	193
Embase aimantée avec plate-forme.....	193
Embase aimantée avec support de rail.....	193
Embase multifonctionnelle MF.....	166
Embases, 2 paires.....	166
Embout à robinets, pour cloche gazométrique.....	727
Embout buccal pour le spiromètre, lot de 40.....	50
Embout DN 16 KF.....	259
Émetteur d'ondes décimétriques.....	499
Émetteur et récepteur de lumière.....	560
Émetteur infrarouge 230 V/150 W, E27.....	303, 379
Enregistreur de temps sur cavalier.....	209
Entonnoir Boro 3.3, 100 mm Ø.....	642, 733
Entonnoir Boro 3.3, 150 mm Ø.....	642
Entonnoir Boro 3.3, 200 mm Ø.....	642
Entonnoir Boro 3.3, 35 mm Ø.....	642
Entonnoir Boro 3.3, 55 mm Ø.....	642
Entonnoir Boro 3.3, 60 mm Ø.....	642
Entonnoir Boro 3.3, 80 mm Ø.....	642, 729
Entonnoir pour burette, plastique, 25 mm Ø.....	641, 711, 714
Entonnoir PP, 100 mm Ø.....	641
Entonnoir PP, 120 mm Ø.....	641
Entonnoir PP, 150 mm Ø.....	641
Entonnoir PP, 50 mm Ø.....	641
Entonnoir PP, 75 mm Ø.....	641
Entonnoirs, 40 mm Ø, jeu de 5.....	642
Entraînement manuel MEE.....	442
Entretoise en croix.....	517
Éolienne.....	308
Éolienne sur socle.....	702
Éprouvette 400 ml, bord rodé.....	642
Éprouvette 500 ml, rodage plan.....	642
Éprouvette 600 ml, bord rodé.....	642
Éprouvette à pied, 200 ml, rodage plan.....	642
Éprouvette à pied, 450 ml, à rodage plan.....	642
Éprouvette à pied, 100 ml, rodage plan.....	642
Éprouvette à pied, 100 x 400 mm.....	642
Éprouvette à pied, 2000 ml, bord rodé.....	642
Éprouvette à pied, 300 ml, bord rodé.....	642
Éprouvette à pied, 400 ml, à rodage plan.....	175, 642

Désignation	Numéro de page
Éprouvette graduée 10 ml, pied en plastique.....	173, 643
Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique.....	173, 643, 683, 686, 724
Éprouvette graduée 1000 ml, pied en plastique.....	173, 643
Éprouvette graduée 25 ml, pied en plastique.....	173, 643, 683
Éprouvette graduée 250 ml, pied en plastique.....	173, 643, 694
Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique.....	173, 643, 683, 718, 736
Éprouvette graduée 500 ml, pied en plastique.....	173, 643
Éprouvette graduée Boro 3.3, 10 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée Boro 3.3, 100 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée Boro 3.3, 1000 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée Boro 3.3, 25 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée Boro 3.3, 250 ml, pied en verre.....	644, 733
Éprouvette graduée Boro 3.3, 50 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée Boro 3.3, 500 ml, pied en verre.....	644
Éprouvette graduée TPX, 100 ml.....	643
Éprouvette graduée TPX, 1000 ml.....	643
Éprouvette graduée TPX, 250 ml.....	643
Éprouvette graduée TPX, 50 ml.....	643
Éprouvette graduée TPX, 500 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 10 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 100 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 1000 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 25 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 250 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 50 ml.....	643
Éprouvette graduée, PP, 500 ml.....	643
Éprouvettes cylindriques, jeu.....	249
Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2.....	173, 643
Équipement « Équivalent mécanique de la chaleur ».....	309
Équipement « Moteur à air chaud ».....	312
Équipement « Rail à chariot ».....	196
Équipement de base : transformateur démontable.....	433
Équipement électrostatique 1.....	384
Équipement électrostatique 2.....	384
Équipement lignes de champ électrique.....	389
Équipement pour expériences d'électromagnétisme.....	422
Équipement pour faire de la balance de laboratoire une balance électrodynamique.....	425
Équipement Scoponde (simulateur d'ondes).....	230
Équipement Sécurité électrique.....	484
Équipement Ultrasons.....	242
Étalon de Fabry-Perot, dans monture.....	549, 587
Éthane, modèle des orbitales.....	744
Éthanol, solvant, 1 l.....	733
Éthanol, solvant, 250 ml.....	721
Éthylène, modèle des orbitales.....	744
Étude.....	293
Excentrique.....	214
Expérience du soudage par aluminothermie (thermite).....	740
Expériences de démonstration en mécanique, équipement de base.....	195
Extracteur de Soxhlet, 70 ml.....	733
Extracteur de Soxhlet, CPS.....	733

F	
Fente réglable.....	538
Fente réglable sur tige.....	544
Fermeture d'agitateur.....	734
Feuille d'aluminium dans monture.....	616, 621
Feuille d'aluminium, 1 rouleau.....	732
Feuille d'or dans monture.....	616, 622
Feuille d'or et d'aluminium dans support.....	622
Feuille réfléchissante (catadioptré).....	205
Feutre noir, pointe moyenne, lot de 5.....	659
Fibres optiques, jeu de 2.....	458, 475, 510
Fiche à ressort, grande.....	167, 375, 683
Fiche de fixation.....	374, 482
Fiches à ressort, petites, jeu de 2.....	167, 375, 483
Fiches de laboratoire, bleues, jeu de 6.....	374
Fiches de laboratoire, jaunes, jeu de 6.....	374
Fiches de laboratoire, noires, jeu de 6.....	374
Fiches de laboratoire, rouges, jeu de 6.....	374
Fiches de laboratoire, vertes, jeu de 6.....	374
Fiches rallonges, jeu de 2.....	546
Fil à plomb.....	177
Fil de démonstration.....	659
Fil de pêche, jeu de 2 bobines.....	659
Fil de platine.....	555
Fil de recharge pour microscope à effet tunnel.....	627
Fil de soie, 20 m, lot de 2.....	659
Fil double.....	373, 480
Fil résistif (constantan), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457
Fil résistif (constantan), 0,25 mm Ø, 100 m.....	395, 457
Fil résistif (constantan), 0,3 mm Ø, 100 m.....	395, 457

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Fil résistif (constantan), 0,35 mm Ø, 100 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 300 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639
Fil résistif (constantan), 0,4 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 500 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639
Fil résistif (constantan), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 100 ml, col étroit, Ø int. du col 19.....	638, 732
Fil résistif (constantan), 0,7 mm Ø, 20 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 100 ml, col large, Ø int. du col 29.....	638
Fil résistif (constantan), 1,0 mm Ø, 20 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 250 ml, col étroit, Ø int. du col 29.....	638
Fil résistif (cuivre), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 250 ml, col large, Ø int. du col 45.....	638
Fil résistif (fer), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 500 ml, col étroit, Ø int. du col 25.....	638
Fil résistif (laiton), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole Erlenmeyer, 500 ml, col large, Ø int. du col 45.....	639
Fil résistif (nickel-chrome), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	Virole jaugée, Boro 3.3, 100 ml.....	641, 705, 707
Fil résistif (nickel-chrome), 0,25 mm Ø, 100 m.....	395, 457	Virole jaugée, Boro 3.3, 1000 ml.....	641
Fil résistif (nickel-chrome), 0,35 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole jaugée, Boro 3.3, 25 ml.....	641
Fil résistif (nickel-chrome), 0,4 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole jaugée, Boro 3.3, 250 ml.....	641, 724
Fil résistif (nickel-chrome), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	Virole jaugée, Boro 3.3, 50 ml.....	641, 705
Filière.....	737	Virole jaugée, Boro 3.3, 500 ml.....	641
Film pour l'holographie, 3000 lignes/mm.....	553	Flacon cylindro-cônique en verre brun, 250 ml, col étroit, bouchon en verre.....	733
Film pour rayons X.....	597	Flacon de laboratoire selon DIN, 100 ml, GL 45.....	707
Film pour rayons X Agfa Dentus M2.....	597	Flacon de Woulff avec manomètre, CPS.....	739
Filtre antibactérien pour le spiromètre, lot de 30.....	50	Flacon laveur 100 ml, avec filtre.....	729
Filtre d'arrêt pour infrarouges.....	535	Flacon laveur, corps.....	715, 726
Filtre d'échappement AF 8.....	257, 258	Fluorescéine, 25 g.....	509
Filtre d'interférence, 365 nm.....	536, 570	Four électrique tubulaire, 230 V.....	303, 581
Filtre d'interférence, 405 nm.....	536, 570	Frein pour le scoponde.....	231
Filtre d'interférence, 436 nm.....	536, 570	Fullerène, grand.....	745
Filtre d'interférence, 546 nm.....	536, 570		
Filtre d'interférence, 578 nm.....	536, 570		
Filtre d'interférence, 633 nm.....	536, 570		
Filtre interférentiel, 644 nm.....	536, 570, 587		
Filtre monochromatique, bleu.....	535		
Filtre monochromatique, bleu-vert.....	535		
Filtre monochromatique, bleu-violet.....	535		
Filtre monochromatique, jaune.....	535		
Filtre monochromatique, jaune.....	535		
Filtre monochromatique, jaune-vert.....	535		
Filtre monochromatique, rouge.....	535		
Filtre monochromatique, rouge foncé.....	535		
Filtre monochromatique, vert.....	535		
Filtre monochromatique, violet.....	535		
Filtre monochromatique, violet.....	535		
Filtre polarisant.....	541		
Filtre polarisant pour plaque de base pour optique laser.....	552		
Filtre polarisant pour rayonnement rouge.....	541, 590		
Filtre polarisant, sur tige.....	544		
Filtre pour infrarouges.....	535		
Filtre pour raie spectrale 795 nm.....	536, 590		
Filtre pour ultraviolet.....	535		
Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3.....	513, 535		
Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3.....	513, 535		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit, RN 19/26.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit, RN 29/32.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col étroit, RN 29/32.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 2000 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 2000 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 25 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 25 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit, RN 19/26.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit, RN 29/32.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 50 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 50 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 50 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col étroit, RN 29/32.....	639		
Virole Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 100 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 100 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 1000 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 1000 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 2000 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 2000 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 25 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 25 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 250 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 250 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 50 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 50 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 500 ml, col étroit.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, 500 ml, col large.....	638		
Virole Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 1000 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639		
Virole Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 250 ml, col large, RN 29/32.....	639		

## G

Gaines de protection pour sondes de température, jeu de 5.....	286, 731, 732
Galvanomètre à cadre mobile.....	353
Galvanomètre CA 403.....	352
Garniture de pièces polaires.....	425, 435
Ge dopé n sur carte imprimée.....	634
Ge dopé p sur carte imprimée.....	633
GE non dopé sur carte imprimée.....	633
Gel conducteur pour électrode.....	50
Générateur 40 kHz.....	242
Générateur d'air.....	200
Générateur d'ultrasons 4 MHz.....	245
Générateur de fonctions 1 MHz ... 12 MHz, vobulable.....	344
Générateur de fonctions de puissance.....	343
Générateur de fonctions P.....	343
Générateur de fonctions S 12.....	342
Générateur de gaz selon Maey.....	726-727
Générateur de radio-isotopes 137mCs/Ba, 370 kBq.....	613
Générateur de Van de Graaf.....	342
Générateur de vapeur.....	274
Générateur de vent.....	308
Géométrie cristalline I, structure des métaux.....	743
Géométrie cristalline II, structure des sels.....	743
Girouette.....	328
Glycérine, 99 %, 100 ml.....	732
Goniomètre.....	593
Goupillon pour béchers.....	654
Goupillon pour pipettes et burettes.....	654
Goupillon pour tubes à essais et flacons.....	654
Goupillon pour tubes à essais, 20 mm Ø.....	654
Goupillon pour tubes à essais, bout pinceau, 10 mm Ø.....	654
Graisse Leybold pour vide poussé.....	260
Graisse pour rodages, 60 g.....	731-733
Grande antenne à cornet.....	501
Grenaille de cuivre, 200 g.....	293
Grenaille de plomb, 200 g.....	293
Grippe-fils à pince.....	373
Gyroscope.....	219
Gyroscope, grand.....	218

## H

Haut-parleur à chambre de pression.....	237, 503
Haut-parleur à large bande.....	236, 503
Haut-parleur avec transducteur, STE 4/50.....	479
Haut-parleur d'aigus.....	236, 503
Haut-parleur, BST.....	452
Hélice alpha, structure des protéines.....	744
Hélices à 8 pales avec crapaudine, jeu de 2.....	299
Hémisphères de Cavendish, paire.....	392
Hémisphères de Magdebourg, paire.....	263
Hexaméthylènediamine, 50 g.....	736
Huile silicone, 20 ml.....	314
Huile spéciale pour pompe à vide, 1 l.....	257
Huile, 100 ml, en flacon compte-gouttes.....	442
Huile, 50 ml, pour appareil Millikan.....	569
HydroFill PRO.....	409, 696, 698, 704, 720
Hydrogénophosphate de disodium.....	707
HydroStik PRO.....	408, 696-697, 704

Désignation	Numéro de page
HydroStik PRO, CPS.....	408, 696-697, 720
Hygromètre.....	326

**I**

Illusions d'optique, jeu de 12 diapositives.....	528
Indicateur de champ magnétique.....	416
Inductance à noyau en forme de coupelle 33 mH, STE 2/19.....	479
Instrument de mesure universel Biologie.....	24
Instrument de mesure universel Chimie.....	23, 686, 712
Instrument de mesure universel Physique.....	22, 187, 286, 349, 421, 424
Intensité de champ, instrument de mesure numérique.....	422
Interrupteur.....	378
Interrupteur à bascule, BST.....	448
Interrupteur à bascule, STE 2/19.....	461
Interrupteur à bascule, STE 2/50.....	461
Interrupteur bipolaire.....	378
Interrupteur unipolaire.....	378
Interrupteur va-et-vient.....	378
Interrupteurs pour circuit électrique, collection complémentaire BST.....	443
Isolateur pour l'expérimentation.....	391

**J**

Jeu d'absorbants et de cibles.....	614
Jeu de 3 corps opaques, aimantés.....	512
Jeu de corps conducteurs.....	393
Jeu de masses marquées, 0,1 kg à 2 kg.....	178
Jeu de masses marquées, de 1 g à 1000 g.....	178
Jeu de masses marquées, de 1 g à 50 g.....	178
Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g.....	179
Jeu pour la démonstration du champ magnétique.....	417
Joint en silicone GL 18/10, lot de 10.....	653
Joint en silicone, GL 14/6, lot de 10.....	653
Joint en silicone, GL 18/6, lot de 10.....	653
Joint en silicone, GL 25/12, lot de 10.....	653
Joints d'étanchéité, fibre céramique, jeu de 5.....	741
Joints en silicone GL 18/8, jeu de 10.....	653, 731
Joints en silicone GL 25/8, jeu de 10.....	653, 683
Joints en silicone, GL 18, sans trou, jeu de 10.....	653, 722
Jougs en fer, paire.....	412
Joulemètre-wattmètre.....	360, 437

**K**

Kit Corrosion.....	686
Kit d'expérimentation IR-CO2.....	329, 681-682
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : entendre, toucher, goûter, sentir.....	666
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : le sol.....	674
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les appareils dans notre quotidien.....	673
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les matières dans notre quotidien.....	672
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : mon corps, ma santé.....	671
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : soleil, Terre, lune.....	669
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : sur les traces du monde miniature.....	668
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : température et chaleur.....	670
Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : voir.....	667
Kit d'expérimentation UV, IR, VIS.....	328, 680-681
Kit de soudage.....	658
Kit modèles moléculaires 1.....	749
Kit modèles moléculaires 2.....	750
Kit modèles moléculaires, standard.....	632, 743
Kit tomodensitométrie Pro.....	604

**L**

Laborboy I (support élévateur).....	166, 732
Laborboy II (support élévateur).....	166, 721, 726, 729, 731, 733, 738
Laborboy III (support élévateur de laboratoire).....	166
Laine de verre, 10 g.....	741
Lame demi-onde.....	542
Lame quart d'onde sur tige.....	545
Lame quart d'onde, 140 nm.....	541
Lame quart d'onde, 200 nm.....	541, 590
Lame séparatrice.....	529
Lame séparatrice 50 %.....	551
Lame séparatrice variable.....	552
Lames de contact, BST, jeu de 10.....	456
Lames en fer blanc, jeu de 5.....	436
Lampe 1000 W, avec volets.....	521, 700
Lampe à 3 ampoules, 12 V/3 x 6 W.....	543
Lampe à halogène 230 V/ 46 W, E27.....	379
Lampe au rubidium à haute fréquence.....	588
Lampe au sodium pour polarimétrie.....	542, 710
Lampe au xénon.....	520

Désignation	Numéro de page
Lampe de Balmer.....	526, 578
Lampe de Balmer au deutérium.....	527, 579
Lampe de poche.....	521
Lampe fluorescente 230 V/20 W, E27.....	379
Lampe halogène, 12 V/20 W.....	516, 543
Lampe halogène, 12 V, 50/100 W.....	519
Lampe haute pression au mercure dans boîtier, ouverte.....	525
Lampe multirayons.....	511
Lampe spectrale au cadmium, sur plaque support.....	586
Lampe spectrale Cd.....	524
Lampe spectrale He.....	524
Lampe spectrale Hg 100.....	524
Lampe spectrale Hg-Cd.....	524
Lampe spectrale Na.....	524
Lampe spectrale Ne.....	524
Lampe spectrale Ti.....	524
Lampe torche laser He-Ne, 5 mW.....	522
Lampes à décharge 115 V, E10, jeu de 10.....	380
Lanceur pour banc à coussin d'air.....	201
Laser à diode, 635 nm, 1 mW.....	522
Laser He-Ne à polarisation linéaire.....	522
Lentille dans monture f = +100 mm.....	530
Lentille dans monture f = +150 mm.....	530
Lentille dans monture f = +200 mm.....	530
Lentille dans monture f = +300 mm.....	530
Lentille dans monture f = +5 m.....	530
Lentille dans monture f = +50 mm.....	530
Lentille dans monture f = +50 mm, sur tige en laiton.....	530
Lentille dans monture f = +500 mm.....	530
Lentille dans monture f = -100 mm.....	530
Lentille dans monture f = -500 mm.....	530
Lentille dans monture, f = +5 mm.....	530
Lentille plan-concave, aimantée.....	513
Lentille plan-convexe, aimantée.....	513
Lentille sphérique f = 2,7 m.....	551
Lentille sur tige, f = +100 mm.....	543
Lentille sur tige, f = +200 mm.....	543
Lentille sur tige, f = +300 mm.....	543
Lentille sur tige, f = +50 mm.....	543
Lentille sur tige, f = +500 mm.....	543
Lentille sur tige, f = +75 mm.....	543
Lentille sur tige, f = -100 mm.....	543
Lentille, f = +100 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = +200 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = +300 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = +50 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = +500 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = +75 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = -100 mm, sans monture.....	530
Lentille, f = -500 mm, sans monture.....	530
Levier de 37,5 cm.....	189
Levier, 1 m.....	189
Limaille de fer, 250 g.....	415
Liquide manométrique.....	266
LIT : Biotechnologie.....	734
LIT : Biotechnologie.....	736
LIT : Carte des nucléides, brochure.....	618
LIT : Expériences de démonstration en électrochimie, français.....	685
LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, en anglais.....	268, 330, 506, 564
LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, en anglais.....	268, 330, 506, 563
LIT : Poste de travail Électrochimie, en français.....	400, 693
LIT : appareil à rayons X, en anglais.....	594
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P5 - optique, anglais.....	564
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P6 - physique atomique et nucléaire, anglais.....	624
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P7 - physique des solides, anglais.....	635
LIT : Amplificateur de mesure D.....	364
LIT : Banc à coussin d'air.....	199
LIT : Circuits en courant continu.....	489
LIT : Circuits logiques de base T 6.1.2, anglais.....	489
LIT : Composants discrets et circuits de base de l'électronique T 6.1.1, français.....	489
LIT : Courants alternatifs T 2.3, français.....	489
LIT : Cuve à ondes D, français.....	232
LIT : Électricité et électronique avec les composants BST, pour la démonstration, anglais.....	459
LIT : Électromètre relatif, français.....	384
LIT : Fiches d'expériences de physique, P2 - chaleur, Anglais.....	330
LIT : Guide utilisateur CASSY Lab 2, français.....	55
LIT : La mécanique sur le tableau magnétique, anglais.....	195
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P1 - mécanique, anglais.....	268
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P3 - électricité, anglais.....	506
LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P4 - électronique, anglais.....	506
LIT : Machines électriques d'enseignement S1, allemand.....	442

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
LIT: Moteur à air chaud, anglais.....	314	Micro-CASSY Intensité du courant (8x).....	55
LIT: Poste de travail Pile à combustible, français.....	404, 702	Micro-CASSY pH.....	25, 714
LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.4 - Circuits électriques de base, français.....	488	Micro-CASSY pH (8x).....	55
LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.5 - Électromagnétisme et induction, français.....	488	Micro-CASSY Température.....	25, 43
LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.1 - Circuits électroniques de base, français.....	488	Micro-CASSY Température (8x).....	55
LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.2 - Applications à transistor, anglais.....	488	Micro-CASSY Tension.....	25
LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.3 - Optoélectronique, français.....	489	Micro-CASSY Tension (8x).....	55
LIT: Scoponde en version modulaire, français.....	231	Microcullère à poudre.....	655
LIT: Sécurité électrique (VDE 0100), en anglais.....	485	Micromoteur avec hélice.....	411, 700
LIT: Sécurité électrique domestique, anglais.....	459	Micromoteur STE 2/19.....	411, 472
LIT: STM Radioactivité 6.1, anglais.....	617	Microphone S.....	34, 238, 504
LIT: Table à coussin d'air, anglais.....	213	Microphone S (4x).....	54
LIT: Travaux pratiques d'électrochimie, pour l'élève, anglais.....	400	Microphone S (8x).....	55
Logiciel Tomodensitométrie Pro.....	603	Microphone STE 4/50.....	478
Loi de Biot et Savart, accessoires.....	430	Microphone universel.....	34, 238, 504
Loi de Lenz, kit.....	426	Microphone universel pour PC.....	34, 239
Lot d'accessoires pour l'électrode à oxygène.....	46	Microphone, BST.....	452
Lot de films d'absorption.....	596	Microscope à effet tunnel.....	567, 627
Lot de produits chimiques pour l'électrochimie.....	400	Microscope à émission de champ.....	566, 626
Ludion, set.....	247	Microscope à réglage de précision.....	531
Lunette autocollimatrice.....	532	Microscope BMS 100 FL 7-LED CIS.....	669
Lunette de visée.....	532	Microspatule double, acier inoxydable, 185 mm.....	655, 675
Lunettes de protection pour laboratoire Focomax.....	671, 674	Microspatule double, acier, 130 mm.....	655
Lunettes de réglage pour laser He-Ne.....	523	Microspatule double, acier, 150 mm.....	655
Lunettes en 3D rouge et cyan.....	602	Microvoltmètre.....	364
		Mineral de fer (hématite), 250 g.....	741
<b>M</b>		Mini-agitateur magnétique.....	711, 714
Machine à influence de Wimshurst.....	342	Mini-presse plastique.....	737
Machine à vapeur.....	315	Mini-thermomètre, -50 ... +150 °C.....	287
Machine à vapeur, transparent.....	316, 318	Mini-thermomètre, -50 ... + 250 °C.....	288
Magnésium, ruban, 25 g.....	718, 726	Minuterie.....	172
Magnétostatique, accessoires.....	430	Minuterie numérique.....	377
Manipulateur morse.....	378	Minuteur électronique.....	172
Manodétendeur pour azote.....	660	Miroir concave.....	244, 303
Manodétendeur pour dioxyde de carbone.....	660	Miroir convexe-concave.....	529
Manodétendeur pour hydrogène.....	660	Miroir convexe-concave sur tige.....	544
Manodétendeur pour oxygène.....	660	Miroir de surface.....	529, 559
Manomètre à tube plongeur.....	718, 719, 729	Miroir plan à réglage précis.....	551
Manomètre à tube-ressort DN 16 KF.....	257, 262	Miroir plan articulé 14 cm x 9 cm.....	529
Manomètre de précision.....	265	Miroir plan, 11,5 cm x 10 cm.....	529
Manomètre en U.....	261	Miroir plan, aimanté.....	512
Manomètre en U à échelle graduée.....	254	Miroir tournant.....	559
Manoscope à membrane avec manomètre en U.....	246	Miroirs de Fresnel sur plaque.....	549
Maquette de fusée.....	268	Miroirs de Fresnel, réglable.....	548
Maquette système d'allumage.....	317	Miroirs plans, 7,5 cm x 5 cm, jeu de 2.....	529
Marteau de serrurier.....	657	Mobile à réaction avec dispositif de mesure de la poussée.....	201
Marteau pour diapason et 2 masselottes d'accord.....	234	Mobile-CASSY.....	278, 325, 358, 420, 706, 738
Marteau réflexe avec déclencheur.....	50	Mobile-CASSY (4x).....	54
Masse additionnelle 100 g.....	207	Mobile-CASSY (8x).....	55
Masse fendue 10 g, grise.....	177	Mobile-CASSY®.....	20, 188
Masse fendue 10 g, rouge.....	177	Modèle amidon, kit.....	748
Masse fendue 100 g, polie.....	177	Modèle C60 Fullerène, kit.....	747
Masse fendue 200 g, polie.....	177	Modèle cage de zéolithe, kit.....	747
Masse fendue 50 g, grise.....	177	Modèle carbonate de calcium (calcite).....	747
Masse fendue 50 g, polie.....	177	Modèle chlorure de césium, kit.....	747
Masse fendue 50 g, rouge.....	177	Modèle chlorure de polyvinyle (PVC), kit.....	748
Masse fendue 500 g, polie.....	177	Modèle chlorure de sodium, kit.....	747
Masse marquée, 0,1 kg.....	178	Modèle chlorure de sodium, kit.....	747
Masse marquée, 0,2 kg.....	178	Modèle corps humain, BST.....	453
Masse marquée, 0,5 kg.....	178	Modèle d'aimants, cubique.....	418
Masse marquée, 1 kg.....	178	Modèle d'aimants, hexagonal.....	418
Masse marquée, 2 kg.....	178	Modèle d'implant.....	598
Masse marquée, 5 kg.....	178, 311	Modèle d'instrument à cadre mobile.....	352
Masses additionnelles, jeu de 3.....	181	Modèle d'interférence de Pohl.....	550
Masses additionnelles, paire.....	198	Modèle de centrifugeuse.....	216
Masses d'entraînement, jeu.....	207	Modèle de chauffage central.....	300
Masses de Newton.....	197	Modèle de corps humain.....	484
Masses marquées de 50 g, jeu de 12.....	177	Modèle de diapason.....	233
Masses marquées de 50 g, jeu de 6.....	177	Modèle de fibre optique.....	509
Masses marquées pour la table pour l'étude des forces, jeu.....	186	Modèle de haut-fourneau.....	741
Matériel pour l'étude des fondements de l'énergie solaire.....	304	Modèle de l'ADN.....	751
Mécanisme de réglage de précision.....	551	Modèle de miroir, convexe-concave, aimanté.....	512
Mélange de radionucléides $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ .....	612	Modèle de prise femelle STE 4/100.....	484
Membrane perméable aux cations pour 667 403, lot de 2.....	724	Modèle de résonance à ressorts à lame.....	228
Membrane semi-perméable pour 662 403, lot de 5.....	724	Modèle de résonance mécanique.....	228
Mentions d'avertissement selon le SGH.....	732	Modèle de rotation.....	222
Mesureur de champ électrique S.....	36, 349, 388	Modèle de sonnette et de relais, matériel.....	438
Méthane, modèle des orbitales.....	744	Modèle de table de l'ADN.....	744
Mètre ruban 2 m.....	169	Modèle de thermomètre en verre.....	277, 290
Mètres rubans, 1 m, jeu de 5.....	169	Modèle de vaisseau sanguin pour produits de contraste.....	598
Microcapillaires.....	645	Modèle de vernier.....	170
Micro-CASSY Intensité du courant.....	25	Modèle diamant, kit.....	747
		Modèle dioxyde de silicium, kit.....	747

Désignation	Numéro de page
Modèle fluorure de calcium (fluorite), kit.....	747
Modèle fusible, BST.....	453
Modèle glace, kit.....	747
Modèle graisse, kit.....	748
Modèle graphite, kit.....	747
Modèle moléculaire compact, Al.....	743
Modèle moléculaire compact, groupe SO <sub>2</sub> .....	743
Modèle moléculaire compact, métal, octaédrique, ionogène.....	743
Modèle moléculaire compact, métal, plan, covalent.....	743
Modèle moléculaire compact, P, tétraédrique.....	743
Modèle moléculaire compact, pour organo-phosphates.....	743
Modèle molécule d'ADN, kit avec 12 paires de bases.....	748
Modèle molécule d'ADN, kit avec 22 paires de bases.....	748
Modèle molécule d'ARN, kit avec 12 bases.....	748
Modèle nylon 6.6, kit.....	748
Modèle polypeptide, kit.....	748
Modèle polypropylène (PP), kit.....	748
Modèle polystyrène (PS), kit.....	748
Modèle prise de courant, BST.....	452
Modèle saccharose, kit.....	748
Modèle savon, kit.....	748
Modèle sphalérite (blende), kit.....	747
Modèle tensioactif, kit.....	748
Modèle térylène (polyester, PE), kit.....	748
Modèles acides aminés, jeu de 7.....	748
Modèles cuivre, fer, zinc, kit.....	747
Modèles d'acides aminés, jeu de 20.....	748
Modèles d'orbitales, 8 états de base.....	744
Modèles d'orbitales, kit 1.....	748
Modèles d'orbitales, kit 2.....	748
Modèles moléculaires compacts C, assortiment.....	742
Modèles moléculaires en kit pour élèves.....	750
Modèles moléculaires en kit pour structures biochimiques.....	750
Modèles moléculaires en kit pour structures minérales et organiques.....	750
Modèles photo-élastiques, jeu de 4.....	542
Module amortisseur pour le scoponde.....	231
Module d'excitation pour le scoponde.....	231
Module de sortie du détecteur.....	619
Module de tomodensitométrie.....	601
Molette de rechange.....	656
Monture pour cellule photo-électrique.....	570
Monture-support avec pinces à ressort.....	527, 535
Moteur à air chaud.....	313
Moteur à air chaud P.....	315
Moteur à air chaud S.....	315
Moteur à deux temps, modèle en coupe.....	317
Moteur à deux temps, transparent.....	318
Moteur à quatre temps, modèle en coupe.....	317
Moteur à quatre temps, transparent.....	318
Moteur avec levier oscillant, STE 2/19.....	472
Moteur CC avec réducteur, STE 4/19/50.....	472
Moteur CC et génératrice tachymétrique, STE 4/19/50.....	471
Moteur d'agitation.....	734
Moteur d'expériences.....	214
Moteur diesel, modèle en coupe.....	317
Moteur diesel, transparent.....	318
Moteur Stirling, transparent.....	316, 318
Moteur Wankel, transparent.....	318
Moules pour éprouvettes cubiques, jeu de 3.....	250
Multimètre de démonstration.....	345
Multimètre de démonstration (passif).....	346
Multimètre LDanalog 10.....	350
Multimètre LDanalog 20.....	350
Multimètre LDanalog 30.....	350
Multimètre Metrahit Pro.....	354
Multimètre Metrahit X-tra.....	355
Multimètre METRAmax 12.....	354
Multimètre METRAport 3A.....	351
Multimètre METRAport 40 S.....	351
Multimètre numérique 3315.....	357
Multimètre numérique 3340.....	356
Multimètre numérique DMM120.....	357
Multimètre numérique MX 22.....	355
Multimètre numérique MX 24B.....	356
Multimètre numérique MX 26.....	356
Multimètre numérique P.....	360, 694
Multiplicateur de vitesse.....	215
Multiprise.....	376

N	
Nacelle de combustion en porcelaine, émaillée.....	726
n-hexane, 250 ml.....	736

Désignation	Numéro de page
Niveau à bulles.....	657
Nivelle sphérique, 14 mm Ø.....	658
Noix avec crochet.....	165, 721
Noix avec palier.....	426, 435
Noix avec pince.....	165, 730
Noix de serrage perpendiculaire, 0..16 mm.....	165, 714
Noix double à pinces tournantes.....	164
Noix double à pinces tournantes.....	164
Noix double S.....	165, 690, 703-704, 711, 717, 722, 726, 729, 733, 736, 741
Noix double, aluminium.....	165
Noix Leybold.....	164, 700, 726
Noix universelle.....	165
Noyau de fer.....	468
Noyau de fer en U avec joug.....	433
Noyau de fer, décomposable.....	468
Noyau de transformateur, décomposable.....	457, 468
Noyau en U avec joug.....	433

O	
Objectif achromatique DIN x10/0,25.....	531
Objectif achromatique DIN x20/0,40.....	531
Objectif achromatique DIN x4/0,10.....	531
Objectif achromatique DIN x40/0,65.....	531
Objectif achromatique DIN x60/0,85.....	531
Objectif achromatique x100 (huile)/1,35.....	531
Oculaire avec échelle graduée.....	531, 587
Oculaire avec micromètre.....	531
Optique S 1, collection.....	514
Optique sur tableau magnétique, collection de base.....	510
Optique sur tableau magnétique, complément.....	511
Orbitales pour la démonstration, coffret.....	744
Orbitales pour la démonstration, grand coffret.....	744
Oscillateur.....	228, 237, 503
Oscillateur Gunn.....	500
Oscilloscope à deux canaux 400.....	361
Oscilloscope à mémoire numérique 1522.....	362
Oscilloscope à mémoire numérique 722.....	361
Oscilloscope numérique PT1200.....	361

P	
Paire de bobines de Helmholtz.....	577, 584
Palan D.....	190
Palan P.....	191
Palan pour charges lourdes.....	191
Palette vibrante STE 2/50.....	469
Palmer de précision.....	170
Palpeur haute tension.....	346
Panneau d'avertissement : laser.....	523
Panneau solaire 10 V/0,3 A.....	305, 410, 702
Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100.....	305, 473
Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran.....	305, 307
Panneau solaire 4,5 V/0,1 A.....	305, 473, 700
Papier métallisé, 3 rouleaux.....	213
Papier métallisé, 5 rouleaux.....	208
Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles.....	528, 658
Paraffine, épaisse, 1 l.....	722
Parallépipède rectangle en flint avec support.....	563
Particules réfléchissantes, 10 g.....	567
Passe-vues.....	520
Peau de chamois.....	386
Pelle doseuse, PP, 10 ml.....	656
Pelle doseuse, PP, 25 ml.....	656
Pelle doseuse, PP, 5 ml.....	656
Pelle doseuse, PP, 50 ml.....	656
Pendule à barre, paire.....	226
Pendule à ressort de Wilberforce.....	183, 227
Pendule balistique avec appareil de jet.....	212
Pendule composé.....	225
Pendule de Pohl.....	227
Pendule de Waltenhofen.....	426, 435
Pendule double.....	226
Pendule réversible.....	225
Pendule tournant.....	216
Perce-bouchons, lot de 6.....	649
Perles de verre formant un 1.....	527
Permanganate de potassium, 100 g.....	683
Peroxyde d'hydrogène, 30 %, 250 ml.....	683
Petit banc d'optique.....	508
Petit compresseur électrique.....	741
Petit moteur.....	689
Pétrole brut, 500 ml.....	732
Pétrole brut, artificiel, 1 L.....	732

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Ph-mètre numérique 201	707	Pince pour tuyaux 6 mm	651
Photodétecteur au silicium	547, 590	Pince pour tuyaux Q-Fix, 1 ... 5 mm	701
Photodiode pour fibre optique, STE 2/19	474	Pince téléphone	657
Photodiode pour fibre optique, STE 2/50	474	Pince universelle	657
Photomètre à immersion S	45, 675, 678, 705, 706	Pinces crocodile nues, jeu de 6	374, 458, 685-686
Photométrie - assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)	675, 677, 706	Pinces crocodile, lot de 2	374, 680
Photométrie - assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)	677, 706	Pinces crocodile isolées, jeu de 6	374
Photométrie - assortiment de réactifs 1	706	Pinces en bois pour tube à essais, 20 mm Ø, jeu de 10	675
Photométrie - assortiment de réactifs 2	706	Pinces en plastique pour rodage, RN 29/32, jeu de 10	733
Photorésistance LDR 05, BST	450	Pinces et câbles de rechange pour 664395	693
Photorésistance LDR 05, STE 2/19	466	Pipette graduée, 0,1 ml	642
Photorésistance LDR 05, STE 2/50	466	Pipette graduée, 1 ml	642
Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/19	475	Pipette graduée, 10 ml	642, 675, 705, 711
Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/50	475	Pipette graduée, 2 ml	642, 705
Phototransistor pour fibre optique, STE 4/100	475	Pipette graduée, 25 ml	642
Phototransistor pour fibre optique, STE 4/50	475	Pipette graduée, 5 ml	642, 705, 707, 736
Phototransistor pour fibres optiques, BST	452	Pipette jaugée Boro 3.3, 10 ml	714
Phototransistor STE 2/19	474	Pissette en PE, 500 ml	711
Phototransistor, latéral, STE 2/19	474	Plan incliné	192
Physique Accessoires micro-ondes I	502	Planétaire de Baader®	224
Physique Accessoires micro-ondes II	502	Plaque à faces planes et parallèles, aimantée	512
Pièce polaire large pour bobine MEE	441	Plaque à gouttes, 17 mm Ø	728
Pièce polaire pour aimant MEE	441	Plaque à influence, 8 cm x 4 cm	391
Pièces polaires à grand perçage, paire	434, 587	Plaque à réseau 297 mm x 300 mm, STE	460
Pièces polaires perforées, paire	434	Plaque à réseau 634 mm x 400 mm, STE	460
Pied à coulisse	170, 721	Plaque à réseau A2, STE	460
Pied à coulisse de précision	170	Plaque à réseau A3, STE	460
Pied en V, grand	162, 733	Plaque à réseau A4, STE	460
Pied en V, petit	162, 700, 711, 714, 721, 729-730, 741	Plaque calorifuge en fibres céramiques, 500 mm x 500 mm	741
Pied pour optique	551	Plaque calorifuge en vitrocéramique Ceran®	273
Pieds pour rails, paire	206	Plaque chauffante Ceran®, 1800 W	274
Piège à eau	294	Plaque chauffante, 1500 W	274
Piège de Paul	567	Plaque de base pour le chromatographe à gaz LD 1, CPS	704
Pierres d'ébullition	731-733	Plaque de base pour le support pour bec Bunsen, 13 cm x 21 cm	703
Pierres ponces, jeu de 4	685	Plaque de base pour les piles à combustible	406
Pierres pour allume-gaz, lot de 3	272	Plaque de base pour optique laser	550
Pile à combustible	687	Plaque de connexion pour microscope à émission de champ	566, 626
Pile à combustible PEM	406	Plaque de contact, grande	210
Pile à combustible PEM réversible	405, 696, 701	Plaque de contraste	647
Pile à combustible PEM S	404, 700	Plaque de forces S	33, 349
Pile Daniell	402, 687	Plaque en mica	550
Pile Leclanché	402, 687	Plaque et lentille pour anneaux de Newton	549
Pile plate 4,5 V	332	Plaque réfléchissante	243
Pile thermoélectrique de Moll	302, 505, 546	Plaque vierge 100 mm, CPS	696, 734
Piles 1,5 V Baby (C), jeu de 5	332, 458	Plaque vierge 200 mm, CPS	734
Piles de 1,5 V (Micro AAA), jeu de 5	332	Plaque vierge 300 mm, CPS	734
Piles de 1,5 V (Mignon AA), jeu de 4	332	Plaques métalliques, jeu de 5	415
Piles de 1,5 V (Mono D), jeu de 5	332, 483	Plaques vibrantes, paire	240
Piles de 9 V (monobloc), jeu de 5	332	Plaquette d'essai, 4 cm x 4 cm	391
Pince à mercure	654	Plaquette pour enroulement de fil	394, 456, 483
Pince à ressort, 22 mm	167	Plaquettes « centre de gravité », jeu de 5	176
Pince à ressort, 32 mm	167	Plateau de rangement, 552 mm x 284 mm x 48 mm	662
Pince ampèremétrique CC / CA	345	Plateau de rangement, 552 mm x 459 mm x 48 mm	662, 694
Pince brucelles PMP, 115 mm, pointue	656	Plateau d'expérimentation	726
Pince brucelles, émoussée, 100 mm	656	Plateau de rangement 552 mm x 197 mm x 48 mm	662
Pince brucelles, émoussée, 130 mm	656, 718, 733, 736	Plateau de rangement S33, BST	458, 663
Pince brucelles, émoussée, 200 mm	656	Plateau de rangement, petit matériel	663
Pince brucelles, PMP, pointue, 145 mm	656	Plateau de rangement, vide, S33	663
Pince brucelles, pointue, 100 mm	656	Plateau pour l'électrochimie, CPS	683, 684
Pince brucelles, pointue, 130 mm	656, 732	Plateau pour masses fendues 10 g, petit	177
Pince de fixation pour chauffe-ballons	732	Plateau pour masses fendues 50 g, grand	177
Pince de fixation universelle	168, 741	Plateau pour masses fendues 50 g, petit	177
Pince de Hofmann, 12 mm	651, 700, 704	Plateau pour prisme	533
Pince de Hofmann, 20 mm	651	Plateau S24, STE	481, 663
Pince de Hofmann, 30 mm	651, 741	Plateau S33, STE	481, 663
Pince de Hofmann, 50 mm	651	Plateau tournant de Prandtl avec tabouret	218
Pince de Mohr, 50 mm	650	Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2	190
Pince de Mohr, 60 mm	650	Plate-forme pour appareils, 350 mm	715
Pince de Mohr, 70 mm	650	Platine à vide avec cloche	263
Pince de serrage universelle 0..25 mm	168	Platine d'expérience à vide	263
Pince de serrage universelle 0..80 mm	168, 703-704, 711, 714, 717, 722, 726, 729, 733	Plongeur	176
Pince de serrage universelle 0..80 mm, articulée	168	Plongeurs en verre, paire	247
Pince de table	162	Pluviomètre	328
Pince de table avec goujon	163	Pocket-CASSY	19
Pince de table simple	163	Pocket-CASSY (4x)	54
Pince en bois pour tubes à essais jusqu'à 40 mm Ø	648	Pocket-CASSY (8x)	55
Pince en plastique pour rodage, RN 19/26, jeu de 10	731, 733	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	18, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731
Pince pour béchers et ballons	655	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter	18, 530
Pince pour creuset, 200 mm	654	Poignée de protection	656
Pince pour réfrigérant	168	Pointeur laser	521
Pince pour tuyaux 10 mm	651	Poire à pipeter	675, 705, 707, 711, 714, 736
Pince pour tuyaux 14 mm	651	Poire en caoutchouc, jeu de 10	724
Pince pour tuyaux 4,5 mm	651	Poire en caoutchouc, simple	680

Désignation	Numéro de page
Polarimètre.....	542, 709
Pompe à chaleur.....	316
Pompe à eau STE 2/50.....	304, 472
Pompe à membrane pour vide et compression.....	259
Pompe à pied de surpression.....	258
Pompe à vide à palettes D 2,5 E.....	257
Pompe à vide à palettes S 1,5.....	256
Pompe aspirante/refoulante.....	252
Pompe d'aération pilotable CPS.....	409, 734, 736
Pompe d'aquarium 100 l/h.....	703
Pompe d'aquarium 250 l/h.....	704
Pompe manuelle pour vide.....	258, 730
Pompe submersible.....	314
Pont à distiller de Claisen, 250 mm.....	731
Pont de Wheatstone.....	382
Pont redresseur B250/C3700, STE 4/50.....	476
Porte-balais MEE.....	441
Porte-bobine, BST.....	450
Porte-bougies, lot de 2.....	545
Porte-burette pour 1 burette, à rouleaux.....	711, 714
Porte-câbles mobile.....	372
Porte-cuves rectangulaires.....	709
Porte-électrodes.....	690
Porte-film.....	552
Porte-film X-ray.....	596, 630
Porte-lame séparatrice.....	552
Porte-laser.....	550
Porte-laser pour laser He-Ne 5 mW.....	523
Porte-lentille à auto-centrage.....	530
Porte-objet.....	552
Porte-pile Mono STE 2/50.....	332, 483
Porte-piles sur écran.....	306
Porte-plaque sur tige.....	545
Porte-tubes à essais en bois, pour 10 tubes, 22 mm Ø.....	647
Porte-tubes à essais en bois, pour 10 tubes, 32 mm Ø.....	647, 705
Porte-tubes à essais en bois, pour 12 tubes, 18 mm Ø, 6 tiges d'égouttage.....	647
Porte-tubes à essais en bois, pour 6 tubes, 22 mm Ø, 6 tiges d'égouttage.....	647
Porte-tubes à essais en plastique, pour 9 tubes, 18 mm Ø.....	647, 675
Porte-tubes à essais, en plastique, pour 40 tubes de 20 mm de Ø, empilable.....	647
Porte-tubes à essais, en plastique, pour 60 tubes de 26 mm de Ø, empilable.....	647
Poste de pompage 1 pour expériences dans le vide.....	255
Poste de pompage 2 pour expériences dans le vide.....	256
Poste de travail Electrochimie.....	399, 692
Poste de travail Pile à combustible.....	403
Poste de travail Pile à combustible.....	700
Potentiomètre 1 kohm, 10 tours, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 1 kohm, STE 4/100.....	464
Potentiomètre 1 kohm, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 1 Mohm, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 10 kohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 100 kohms, STE 4/100.....	464
Potentiomètre 100 kohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 22 kohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 220 ohms, BST.....	449
Potentiomètre 220 ohms, STE 4/100.....	464
Potentiomètre 220 ohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 4,7 kohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 47 kohms, STE 4/50.....	464
Potentiomètre 470 ohms, STE 4/50.....	464
Poulie.....	191
Poulie de renvoi sur cavalier.....	207
Poulie de transmission.....	190
Power-CASSY USB.....	17, 344, 690
Préamplificateur de discriminateur.....	621
Préparation d'américium 241, 330 kBq.....	614
Préparation d'américium 241, 74 kBq.....	611
Préparation d'américium 241, non scellée, 3,7 kBq.....	611
Préparation d'étalonnage de césium 137, 5 kBq.....	613
Préparation d'uranium 238/235, 0,2 kBq.....	611
Préparation de césium 137, 3,7 MBq.....	613
Préparation de cobalt 60, 74 kBq.....	612
Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq.....	605, 611
Préparation de radium 226, 5 kBq.....	610
Préparation de sodium 22, 74 kBq.....	612
Préparations, jeu de 3.....	612
Presse hydraulique.....	249
Presse hydraulique, modèle.....	250
Prisme à angle droit, aimanté.....	512
Prisme à vision directe.....	533
Prisme creux.....	532
Prisme en Crown.....	532
Prisme en PVC.....	502
Prisme en verre artistique.....	532

Désignation	Numéro de page
Prisme en verre flint.....	532
Prisme en verre flint sur aimant.....	513
Prisme en verre pressé.....	532
Prisme étroit.....	533
Prisme inverseur.....	534
Prismes, jeu de 3.....	533
Produits chimiques utilisés en photographie.....	553
Profil d'aile.....	266
Programmeur à cames STE 4/19/50.....	461
Protoboard II COM3LAB.....	496
Pycnomètre de Gay-Lussac, 10 ml.....	175, 641, 723
Pycnomètre de Gay-Lussac, 100 ml.....	175, 641, 723
Pycnomètre de Gay-Lussac, 25 ml.....	175, 641, 723
Pycnomètre de Gay-Lussac, 50 ml.....	175, 641, 723
Pyromètre à cadran D.....	288

**R**

Raccord 7...10 mm.....	646
Raccord 9...12 mm.....	646
Raccord à bague de serrage pour soupape de réglage de précision.....	661
Raccord angle à 90° avec douille, BST.....	454
Raccord angle à 90°, BST.....	454
Raccord de tuyaux, PP, droit, 4/15 mm Ø.....	646, 662, 715, 726, 729
Raccord dérivation en T avec douille, BST.....	454
Raccord dérivation en T, BST.....	454
Raccord droit avec 2 douilles, BST.....	454
Raccord droit avec douille, BST.....	453
Raccord droit BNC.....	363, 373
Raccord droit, 8 mm Ø, lot de 10.....	646
Raccord droit, BST.....	453
Raccord en PP, forme en T, 10/11 mm, avec olive.....	646
Raccord en PP, forme en T, 4/5 mm, avec olive.....	646
Raccord en PP, forme en T, 8/9 mm, avec olive.....	646
Raccord en PP, forme en Y, 10/11 mm, avec olive.....	646
Raccord en PP, forme en Y, 4/5 mm, avec olive.....	646
Raccord en PP, forme en Y, 6/7 mm, avec olive.....	646
Raccord en T BNC.....	363, 373
Raccord en verre, 2 x GL 18.....	715, 718, 729, 738, 739
Raccord fileté GL 18, lot de 10.....	653
Raccord olive pour tuyau, pour manodétendeur.....	660
Raccord PP droit, 4/8 mm Ø, avec olive.....	646
Raccord PP droit, 6/8 mm Ø, avec olive.....	646
Raccord PP en T, 8 mm Ø, lot de 10.....	646, 741
Raccord PP en Y, 8 mm Ø, avec olive.....	646
Raccord PP, en T, 6/7 mm, avec embout olivaire.....	646
Raccord réducteur avec embout olivaire.....	646
Raccords, collection de base BST.....	447
Radiomètre.....	302
Rail 1,5 m.....	197
Rail métallique de précision, 100 cm.....	206
Rallonge.....	518
Râtelier pour câbles.....	372
Réacteur pour la stœchiométrie.....	718
Reagenzglas Boro 3.3, 20 x 165 mm, RN19/26.....	648
Récepteur d'écoulement.....	250
Récepteur en verre pour le manoscope.....	246
Récepteur isolant.....	292
Réducteur avec olive.....	646
Réfractomètre de laboratoire.....	710
Réfractomètre portable universel.....	710
Réfrigérant à serpent de Dimroth, 250 mm.....	733
Règle avec curseurs.....	169
Règle métallique graduée, 0,5 m.....	168
Règle métallique, 1 m.....	168
Règle verticale.....	169
Réglotte en verre, 5 cm.....	559
Relais avec commutateur, STE 4/100.....	470
Relais avec commutateur, STE 4/50.....	470
Réseau à traits.....	540
Réseau à traits 1000/cm.....	540
Réseau à traits 3000/cm.....	540
Réseau à traits 6000/cm (Rowland).....	540
Réseau cristallin, diamant.....	631, 751
Réseau cristallin, glace.....	631, 751
Réseau cristallin, graphite 1.....	631, 751
Réseau cristallin, NaCl.....	631, 751
Réseau d'holographie 24000/cm.....	540
Réseau de graphite, modèle.....	631, 744
Réseau en croix tournant.....	577
Réseau et fentes pour expériences sur les ultrasons.....	244
Réseaux cristallins, jeu de 9.....	631, 751
Réseaux de Bravais, jeu de 14.....	630, 751

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Réservoir de gaz O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> .....	406	Résistance de mesure 1 Gohm.....	381
Résistance 0,1 ohm, STE 2/19.....	462	Résistance de mesure 1 kohm.....	381
Résistance 0,22 ohm, STE 2/19.....	462	Résistance de mesure 1 Mohm.....	381
Résistance 0,68 ohm, STE 2/19.....	462	Résistance de mesure 10 kohms.....	381
Résistance 1 Gohm, STE 2/19.....	463	Résistance de mesure 10 Mohms.....	381
Résistance 1 kohm, BST.....	449	Résistance de mesure 10 ohms.....	381
Résistance 1 kohm, STE 2/19.....	462	Résistance de mesure 100 kΩ.....	381
Résistance 1 kohm, STE 2/50.....	463	Résistance de mesure 100 Mohms.....	381
Résistance 1 Mohm, STE 2/19.....	463	Résistance de mesure 100 ohms.....	381
Résistance 1 Mohm, STE 2/50.....	463	Résistance de mesure 5 ohms.....	381
Résistance 1 ohm, STE 2/19.....	462	Résistance électrique, collection complémentaire BST.....	444
Résistance 1 ohm, STE 2/50.....	463	Résistance en métal précieux.....	395
Résistance 1,2 kohm, STE 2/19.....	462	Résistances de mesure 1 ohm.....	381
Résistance 1,5 kohm, STE 2/19.....	462	Ressort à boudin 2,7 N/m.....	183, 228
Résistance 1,5 kohm, STE 2/50.....	463	Ressort à boudin 3 N/m.....	183
Résistance 1,8 kohm, STE 2/19.....	462	Ressort à boudin 32 N/m.....	183
Résistance 10 Gohms, STE 2/19.....	463	Ressort à lame, BST.....	456
Résistance 10 kohms, BST.....	449	Ressort à lame, plaque de contact et bilame.....	469
Résistance 10 kohms, STE 2/19.....	462	Ressort de choc.....	197
Résistance 10 kohms, STE 2/50.....	463	Ressort de choc, souple.....	197, 205
Résistance 10 Mohms, STE 2/19.....	463	Ressort et butée.....	207
Résistance 10 ohms, STE 2/19.....	462	Ressort Slinky.....	184, 229
Résistance 10 ohms, STE 2/50.....	463	Ressorts à boudin 10 N/m, jeu de 2.....	183
Résistance 100 kohms, STE 2/19.....	463	Ressorts à boudin 25 N/m, jeu de 2.....	183
Résistance 100 kohms, STE 2/50.....	463	Ressorts à boudin longs, jeu de 6.....	183, 229
Résistance 100 Mohms, STE 2/19.....	463	Ressorts à boudin, paire.....	183
Résistance 100 ohms, BST.....	449	Ressorts à lame, jeu de 2.....	183
Résistance 100 ohms, STE 2/19.....	462	Rétroprojecteur Famulus alpha 250.....	664
Résistance 100 ohms, STE 2/50.....	463	Révélateur et fixateur pour film pour rayons X.....	597
Résistance 120 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 1 kohm, STE 2/19.....	464
Résistance 15 kohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 10 kohms, BST.....	449
Résistance 150 kohms, STE 2/19.....	463	Rhéostat 10 kohms, STE 2/19.....	464
Résistance 150 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 10 kohms, STE 2/50.....	464
Résistance 2,2 kohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 100 kohms, STE 2/19.....	464
Résistance 2,2 kohms, STE 2/50.....	463	Rhéostat 4,7 kohms, STE 2/19.....	464
Résistance 2,7 kohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 47 kohms, STE 2/19.....	464
Résistance 20 kohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 47 kohms, STE 2/50.....	464
Résistance 20 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat 470 kohms, STE 2/19.....	464
Résistance 200 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat à curseur 10 ohms.....	381
Résistance 22 kohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat à curseur 100 ohms.....	381
Résistance 22 kohms, STE 2/50.....	463	Rhéostat à curseur 1000 ohms.....	381
Résistance 22 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat à curseur 33 ohms.....	381
Résistance 22 ohms, STE 2/50.....	463	Rhéostat à curseur 330 ohms.....	381
Résistance 220 kohms, STE 2/19.....	463	Rhéostat à curseur 3300 ohms.....	381
Résistance 220 kohms, STE 2/50.....	463	Rhéostat, 100 kohms, STE 2/50.....	464
Résistance 220 ohms, STE 2/19.....	462	Rhéostat, 470 kohms, STE 2/50.....	464
Résistance 220 ohms, STE 2/50.....	463	Robinet à 1 voie, coudé.....	654
Résistance 27 kohms, STE 2/19.....	462	Robinet à 3 voies en T, robinet RN.....	654, 738
Résistance 3,3 kohms, STE 2/19.....	462	Robinet à boisseau sphérique pour le vide poussé DN 16 KF.....	260
Résistance 3,9 kohms, STE 2/19.....	462	Robinet à une voie, droit.....	654
Résistance 33 kohms, STE 2/19.....	462	Robinet à une voie, droit avec pointe.....	654
Résistance 330 kohms, STE 2/19.....	463	Robinet à une voie, RN, robinet capillaire.....	654
Résistance 330 ohms, STE 2/19.....	462	Rodage mâle RN 19/26, DN 16 KF.....	259
Résistance 39 kohms, STE 2/19.....	462	Rotor à aiguille aimantée MEE.....	440
Résistance 4,7 kohms, BST.....	449	Rotor à aimant MEE.....	440
Résistance 4,7 kohms, STE 2/19.....	462	Rotor aimanté STE.....	471
Résistance 4,7 kohms, STE 2/50.....	463	Rotor bipolaire MEE.....	440
Résistance 40,2 kohms, STE 2/19.....	462	Rotor bobiné STE.....	471
Résistance 47 kohms, BST.....	449	Rotor en tambour MEE.....	441
Résistance 47 kohms, STE 2/19.....	462	Rotor tripolaire MEE.....	440
Résistance 47 kohms, STE 2/50.....	463	Roue à rayons combinée.....	27, 198, 203, 208
Résistance 47 ohms, BST.....	449	Roue de Maxwell.....	212
Résistance 47 ohms, STE 2/19.....	462	Roue gyroscopique.....	218
Résistance 47 ohms, STE 2/50.....	463	Roue pour filtres avec diaphragme à iris.....	536, 571
Résistance 470 kohms, STE 2/19.....	463	Rouleau de treillis métallique en cuivre, 80 x 7,5 mm Ø.....	729-730
Résistance 470 kohms, STE 2/50.....	463	Roulement à billes.....	413, 470
Résistance 470 ohms, BST.....	449	Ruban en acier magnétisable.....	414
Résistance 470 ohms, STE 2/19.....	462		
Résistance 470 ohms, STE 2/50.....	463		
Résistance 5,1 ohms, STE 2/19.....	462	<b>S</b>	
Résistance 5,6 kohms, STE 2/19.....	462	Sac et boîte de développement.....	597
Résistance 510 ohms, STE 2/19.....	462	Saccharose D(+), 250 g.....	724
Résistance 56 ohms, STE 2/19.....	463	Scoponde, module de base 1.....	230
Résistance 6,8 kohms, STE 2/19.....	462	Scoponde, module de base 2.....	230
Résistance 62 ohms, STE 2/19.....	462	Séchoir à main.....	275
Résistance 68 kohms, STE 2/19.....	462	Sécurité électrique, collection complémentaire BST.....	446
Résistance 680 kohms, STE 2/19.....	463	Segment de plaque à réseau, STE.....	460, 700
Résistance 680 ohms, STE 2/19.....	462	Self 10 mH, STE 2/19.....	479
Résistance 80,6 kohms, STE 2/19.....	462	Self 3,3 µH, STE 2/19.....	479
Résistance 82 kohms, STE 2/19.....	463	Sels pour coloration de flamme, jeu de 9.....	555, 728
Résistance 82 ohms, STE 2/19.....	462	Sensor-CASSY 2.....	16, 283, 323, 348, 363, 679, 681, 696, 714, 732, 734
Résistance 820 ohms, STE 2/19.....	462	Sensor-CASSY 2 Starter.....	17, 53, 704
Résistance à semi-conducteur 5 kΩ.....	396	Séparation ZW 12.....	662



Désignation	Numéro de page
Séparation ZW 16.....	662
Séparation ZW 24.....	662
Séparations ZW 8.....	662
Septums, lot de 10.....	703, 704
Seringue à gaz 100 ml.....	253, 729, 738
Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 1 voie.....	253, 726
Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies.....	253, 718, 726, 729, 738
Seringue à gaz 25 ml.....	253
Seringue à gaz 50 ml.....	253
Seringue de 100 ml avec plateau.....	252
Seringue de 25 ml avec plateau.....	252
Seringue de dosage 1 ml.....	680, 703
Seringue microlitre 1 µl.....	704
Seringues à gaz avec support, jeu de 2.....	252
Set station météo radio-pilotée WS 300.....	319
Socle.....	162, 690, 711, 714, 728
Socle pour le compteur à scintillation.....	620
Socle transparent avec douille E10.....	380
Solution ammoniacale, 25 %, 250 ml.....	683, 705
Solution d'éluion.....	613
Solution de bleu de bromothymol, 0,1 %, 50 ml.....	707
Solution de potasse.....	332
Solution de sulfate de cuivre, env. 1 M (= 15 %), 500 ml.....	690
Solution tampon pH 4,00, 250 ml.....	711, 714
Solution tampon pH 7,00, 250 ml.....	711, 714
Sonde 100 MHz, 1:1/10:1.....	362, 373
Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, BST.....	450
Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/19.....	466
Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/50.....	466
Sonde à thermistance CTP 30 ohms, BST.....	450
Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/19.....	466
Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/50.....	466
Sonde B axiale S, ±0,3 mT.....	38, 349, 420
Sonde B axiale S, ±1000 mT.....	38, 349, 419
Sonde B combinée S.....	37, 349, 419
Sonde de champ électrique.....	501
Sonde de température CTN, 3 mm.....	43, 48, 285, 321, 734
Sonde de température CTN, 3 mm, longue.....	43, 48, 285, 321
Sonde de température NiCr-Ni à palette.....	43, 286
Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K.....	42, 280
Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K.....	42, 280
Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm.....	43, 285
Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K.....	42, 279, 715, 717, 731-732, 738
Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K.....	42, 279
Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K.....	42, 280
Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface.....	43, 286
Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K.....	42, 280
Sonde de température NiCr-Ni, étanche, type K.....	281
Sonde manométrique de Prandtl.....	265
Sonnette électrique.....	264
Sonomètre (monocorde).....	235
Sonomètre S.....	241
Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml.....	690, 707, 711, 714
Soude caustique 1 mol/l, 1 l.....	711
Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican.....	661, 681, 703, 715, 726, 729
Soupape de réglage de précision pour bouteille Minican, avec manomètre.....	661
Spatule à poudre, acier inoxydable, 150 mm.....	728
Spatule à poudre, acier inoxydable, 185 mm.....	683
Spatule cuillère PA, 150 mm.....	655
Spatule cuillère PA, 210 mm.....	655
Spatule cuillère, acier inox, 150 mm.....	655
Spatule cuillère, acier inoxydable, 120 mm.....	655, 736
Spatule cuillère, acier inoxydable, 180 mm.....	655, 718
Spatule cuillère, PP, 180 mm.....	655
Spatule double, acier inoxydable, 150 mm.....	655
SpectraLab.....	557
Spectromètre compact, complet.....	707, 708
Spectromètre compact, physique.....	556, 728
Spectromètre et goniomètre.....	554
Spectromètre UV compact, complet.....	708
Spectromètre UV compact, physique.....	556
Spectrophotomètre UV/Visible Lightwave.....	709
Spectroscope de poche avec échelle des longueurs d'onde.....	553
Spectroscope de poche, simple.....	553
Spectroscope scolaire.....	554, 710
Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse).....	174, 262, 728
Sphère à suspension pour pendule.....	225
Sphère creuse métallisée.....	392
Sphère pour l'axe de torsion.....	221
Sphère sur support isolant.....	392
Sphères conductrices, jeu de 3.....	391
Sphéromètre.....	170
Spot halogène 12 V/20 W.....	306

Désignation	Numéro de page
Stack de piles à combustible PEM, CPS.....	406, 696
Station météo radio-pilotée WS 550.....	320
Station météorologique d'extérieur.....	319
Stator STE 4/50.....	471
Sténopés, jeu de 4.....	539
Stroboscope.....	215
Sulfate d'ammonium, 500 g.....	683
Sulfate de cuivre (II) pentahydraté, 100 g.....	683, 686
Sulfate de cuivre (II), anhydre, 50 g.....	705, 729
Sulfate de zinc heptahydraté, 250 g.....	686
Support à hauteur variable.....	432
Support à quatre pieds.....	273
Support avec bobines de Helmholtz et dispositif de mesure.....	572
Support avec noix, réglable en hauteur, CPS.....	734, 739
Support CI 14 broches, STE 4/50.....	480
Support CI 16 broches, STE 4/50.....	480
Support d'aimant à rainures sur boîte en verre acrylique.....	418
Support de bobines.....	434
Support de boucle conductrice.....	423
Support de composants en guide d'ondes.....	501
Support de détecteur pour miroir concave.....	244
Support de rangement.....	528
Support de transistor tripolaire, STE 4/50.....	480
Support de tube compteur.....	608
Support enfichable STE.....	469
Support magnétique, taille 1, 9...11 mm.....	738
Support magnétique, taille 2, 11...14 mm.....	718-719, 731, 738
Support magnétique, taille 3, 18...22 mm.....	731
Support magnétique, taille 4, 27...29 mm.....	715, 721
Support magnétique, taille 5, 30...32 mm.....	718-719, 726, 729, 738
Support orientable pour tube compteur à fenêtre.....	614
Support piles, BST.....	448
Support pour aimant.....	414
Support pour ballon rond, 250 ml.....	175, 262
Support pour bec Bunsen, 1000 mm.....	166
Support pour bec Bunsen, hauteur 450 mm.....	166, 736
Support pour bec Bunsen, hauteur 750 mm.....	166, 704
Support pour bouteille de 2 l.....	660
Support pour capteur d'accélération.....	30, 204
Support pour cuves avec source lumineuse UV.....	557
Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige.....	544
Support pour éléments enfichables.....	475, 547
Support pour fibres.....	557, 728
Support pour filtre interférentiel.....	536, 570, 587
Support pour filtres, aimanté.....	513
Support pour four électrique tubulaire.....	303
Support pour objectifs avec filetage RMS.....	531
Support pour photomètre à immersion S.....	45, 675, 678, 705-706
Support pour plaques d'expérimentation RAD avec plaque d'expérimentation.....	617
Support pour plaques enfichables STE.....	460
Support pour poudre cristalline.....	594, 629
Support pour prisme à vision directe.....	533
Support pour roue à rayons combinée.....	198, 203
Support pour seringue à gaz.....	253
Support pour spectroscopes de poche.....	554
Support pour tube de Franck-Hertz au néon.....	582
Support pour tubes.....	576
Support pour tubes et bobines.....	241, 428
Support pour tubes spectraux.....	524
Support tournant.....	412, 470
Support universel pour récipients en verre, CPS.....	735
Support universel pour tubes et bobines.....	241
Support, acier inoxydable.....	277, 655
Support, CPS.....	715, 739
Supports pour plaques STE, paire.....	460
Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication.....	396, 634
Symboles enfichables, jeu de 10.....	482
Système de Lecher avec accessoires.....	500

T	
Table à coussin d'air.....	213
Table d'étude des forces.....	186
Table roulante pour pompe.....	261
Table tournante avec moteur d'entraînement.....	244
Tableau de spectres.....	555
Tableau magnétique.....	194
Tableau magnétique, 300 mm.....	715, 720, 726, 729
Tableau magnétique, 500 mm.....	718, 719, 731, 738
Tambourin.....	236
Tellurium.....	224
Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation.....	397, 635
Testeur de conductivité.....	689

Désignation	Numéro de page	Désignation	Numéro de page
Tête artificielle.....	52, 238, 504	Transformateur variable TBT.....	335
Tête de flacon laveur en verre avec tige droite.....	715, 726	Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V.....	334, 715
Tête de mesure RMN.....	585	Transformateur variable TBT, type S.....	334, 692
Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/19.....	465	Transformateur variable très basse tension D.....	335
Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/50.....	465	Transformateur variable, 0 ... 250 V.....	340
Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/19.....	465	Transformateurs variables, type S, jeu de 10.....	334
Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/50.....	465	Transistor (à effet de champ) BF 244, STE 4/50.....	477
Thermistance CTP 100 ohms, STE 2/19.....	465	Transistor (Darlington) TIP 162, STE 4/50.....	477
Thermistance CTP 150 ohms, STE 2/19.....	465	Transistor (Darlington) TIP162, STE 4/100.....	477
Thermite, 500 g.....	740	Transistor (MOSFET) BUZ 73, STE 4/50.....	477
Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide.....	285, 681	Transistor BC 140, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermocouples, jeu.....	505	Transistor BC 160, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre à contact.....	275	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/100.....	477
Thermomètre à gaz.....	255, 294, 730	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre à immersion partielle, 0 ... +120 °C/1 K.....	276	Transistor BC 550, NPN, ém. haut, STE 4/50.....	477
Thermomètre à immersion partielle, -10...+160 °C/1 K.....	276	Transistor BC 560, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K.....	277, 323	Transistor BC 560, PNP, ém. haut, STE 4/50.....	477
Thermomètre agitateur, -30...+110 °C, non gradué.....	275	Transistor BD 130, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre agitateur, -30...+110 °C/1 K.....	275, 718	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/100.....	477
Thermomètre chimique, -10...+110 °C/1 K.....	276	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre chimique, -10...+220 °C/1 K.....	276, 722	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/100.....	477
Thermomètre de Beckmann.....	276	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477
Thermomètre de démonstration, -60...+160 °C/5 K.....	275	Transistor BD 138, PNP, ém. haut, STE 4/50.....	477
Thermomètre de précision, -10...+105 °C/0,2 K.....	276	Transistor NPN, BST.....	452
Thermomètre de précision, -10...+50 °C/0,1 K.....	276	Transistor PNP, BST.....	452
Thermomètre électronique testo 925.....	280	Trépied pour caméra.....	205
Thermomètre médical.....	277	Trépied, 22 cm x 14 cm Ø.....	272
Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K.....	277, 323	Trépied, 24 cm x 14 cm Ø.....	272
Thermomètre numérique.....	281	Trépied, 26 cm x 14 cm Ø.....	272
Thermomètre numérique avec 4 entrées.....	282	Triac BT 137/800, STE 4/100.....	478
Thermomètre numérique mini-maxi.....	324	Triac BT 137/800, STE 4/50.....	478
Thermomètre pour basses températures, -110...+30 °C/1 K.....	276	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 50 mm.....	272
Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K.....	278, 311	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 60 mm.....	272
Thermomètre pour moteur à air chaud.....	278, 313	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 80 mm.....	272
Thermomètre, -10...+110 °C/0,2 K.....	276	Triode à gaz.....	398, 574
Thermomètre, -10...+150 °C/1 K.....	276	Triode de démonstration.....	398, 574
Thermomètre, -10...+250 °C/1 K.....	276	Trompe à eau.....	258, 729
Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K.....	276, 694	Trousse à outils.....	657
Thermomètre-hygromètre numérique.....	326	Tube à croix de Malte.....	575
Thermoplongeur.....	274, 292	Tube à décharge annulaire sur socle.....	499
Thermosiphon.....	299	Tube à décharge, rayons canaux.....	397, 573
Thyristor TYN 1012, STE 4/100.....	478	Tube à deux fenêtres.....	534, 561
Thyristor TYN 1012, STE 4/50.....	478	Tube à essais Boro 3.3 avec robinet.....	648
Tige 10 cm, 12 mm Ø.....	163	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 180 mm, Ø int. du col 19.....	648
Tige 100 cm, 12 mm Ø.....	163	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 180 mm, tubulure latérale.....	648
Tige 150 cm, 12 mm Ø.....	163	Tube à essais Boro 3.3, 30 x 200 mm.....	647
Tige 25 cm, 10 mm Ø.....	163, 711, 741	Tube à essais Boro 3.3, 30 x 200 mm, Ø int. du col 19.....	648
Tige 25 cm, 12 mm Ø.....	163, 690, 700, 714	Tube à essais DURAN, 10 x 100 mm, lot de 100.....	647
Tige 47 cm, 12 mm Ø.....	163, 730	Tube à essais DURAN, 12 x 100 mm, lot de 100.....	647
Tige 50 cm, 10 mm Ø.....	163, 726	Tube à essais DURAN, 16 x 160 mm, lot de 100.....	647
Tige 60 cm, 12 mm Ø.....	163	Tube à essais DURAN, 18 x 180 mm, lot de 100.....	647
Tige 75 cm, 12 mm Ø.....	163, 711, 721, 733	Tube à essais DURAN, 20 x 180 mm, lot de 100.....	647
Tige de raccordement.....	366	Tube à essais DURAN, 30 x 200 mm, lot de 50.....	647
Tige en équerre, 90°.....	164	Tube à essais DURAN, 30 x 200 mm, Ø int. du col 29.....	647
Tige perforée.....	163	Tube à essais Fiolax, 10 x 100 mm, lot de 100.....	648
Tige perforée.....	164	Tube à essais Fiolax, 12 x 100 mm, lot de 100.....	648
Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10.....	703, 714, 717, 722	Tube à essais Fiolax, 12 x 75 mm, lot de 10.....	647
Tige, isolante.....	164	Tube à essais Fiolax, 16 x 160 mm, lot de 10.....	648, 675
Tiges de liaison, jeu de 700.....	750	Tube à essais Fiolax, 16 x 160 mm, lot de 100.....	648
Tiges magnétisables, jeu de 4.....	414	Tube à essais Fiolax, 180 X 20 mm, lot de 100.....	648
Tiges métalliques, 1,5 m, jeu de 3.....	239	Tube à essais Fiolax, 200 x 30 mm, lot de 10.....	648, 705
Tiges, 45 x 10 Ø mm, jeu de 2.....	163	Tube à essais Supremax, 16 x 160 mm, lot de 10.....	648
Timbre pour sonnette.....	470	Tube à essais Supremax, 20 x 180 mm.....	648
Timer S.....	26	Tube à essais, 200 X 30 mm.....	647
Timer S (4x).....	54	Tube à faisceau électronique filiforme.....	572
Timer S (8x).....	55	Tube à luminescence.....	576
Tiroir pour l'appareil à rayons X.....	593	Tube à oscillations avec vase de Mariotte.....	295
Tiroir pour le module de tomodynamométrie.....	601	Tube à rayons X, Ag.....	593
Toile calorifuge, 120 mm x 120 mm.....	273	Tube à rayons X, Au.....	593
Toile calorifuge, 150 mm x 150 mm.....	273	Tube à rayons X, Cu.....	593
Toile calorifuge, 160 mm x 160 mm.....	273	Tube à rayons X, Fe.....	593
Toile calorifuge, 180 mm x 180 mm.....	273	Tube à rayons X, Mo.....	593
Toile calorifuge, 200 mm x 200 mm.....	273	Tube à rayons X, W.....	593
Tourillon.....	166	Tube à réaction DURAN, en V.....	691
Transducteur d'ultrasons 40 kHz.....	242	Tube à réaction en verre quartz, en V.....	691
Transformateur 2... 12 V, 120 W.....	333	Tube à réaction en verre quartz, en V, avec électrodes de charbon.....	691
Transformateur 6/12 V, 30 W.....	333, 667	Tube à réaction, quartz, GL 18.....	729-730
Transformateur à noyau de ferrite HF 1:2, STE 4/50.....	471	Tube à réaction, verre quartz, 300 x 20 mm Ø.....	719, 726
Transformateur BF 1:1, 40 mW, STE 4/50.....	471	Tube abducteur de gaz, coudé à 120°, 8 mm Ø.....	645
Transformateur d'impulsions 1:1, 400 mW, STE 4/50.....	471	Tube abducteur de gaz, coudé, 8 mm Ø.....	645
Transformateur de Tesla, équipement.....	498	Tube abducteur de vapeur d'eau.....	645
Transformateur pour travaux pratiques.....	437	Tube capillaire 300 mm x 8 mm, 1 mm Ø.....	645
Transformateur triphasé TBT.....	335	Tube capillaire 300 x 5 mm, 0,8 mm Ø.....	645

Désignation	Numéro de page
Tube capillaire 300 x 8 mm, 2 mm Ø	645
Tube capillaire 400 mm x 8 mm, 1 mm Ø	645
Tube capillaire 450 mm x 7 mm Ø	645
Tube compteur à fenêtre pour rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X avec câble	40, 607
Tube compteur à grande surface sensible	40, 608
Tube compteur GM S	39, 349, 608
Tube compteur pour rayonnement $\beta$ et $\gamma$	607
Tube coudé à 90°, 250/50 mm	645
Tube coudé à 90°, 50 x 50 mm	645
Tube cylindrique pour le frottement visqueux	251
Tube de Braun	578
Tube de Braun avec monture	578
Tube de Franck-Hertz au mercure	580
Tube de Franck-Hertz au néon	582
Tube de Jean Perrin	575
Tube de Kundt	239
Tube de Newton	262
Tube de résonance	239
Tube de Thiele	722
Tube de Venturi avec multimanoscope	266
Tube en U pour pont salin, 90 mm x 90 mm, 20 mm Ø	688
Tube en U, 160 x 22 mm, 2 tubulures latérales	719
Tube en U, 160 x 24 mm, 2 tubulures latérales	729
Tube en verre	385
Tube en verre à recourber, 500 mm, lot de 10	646
Tube en verre à recourber, 750 mm, 1 kg	646
Tube en verre avec chape	386
Tube en verre, 300 mm	646
Tube flash de recharge pour le stroboscope	215
Tube indicateur d'alcoolémie (alcootest), lot de 10	680
Tube indicateur d'O <sub>2</sub> , 5...23 vol. %, lot de 8	680
Tube indicateur d'O <sub>3</sub> , 0,005...1,4 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de CnHm, 0,002...0,3 vol. %, lot de 10	680
Tube indicateur de CO, 0,5...7,0 %, lot de 10	680
Tube indicateur de CO, 5...1000 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de CO <sub>2</sub> , 0,1...7 %, lot de 10	680
Tube indicateur de CO <sub>2</sub> , 10 ... 3000 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de CO <sub>2</sub> , 100 ... 3000 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de formaldéhyde, 0,2...2,5 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de NOx, 0,5...50 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de NOx, 10...300 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur de SO <sub>2</sub> , 1...25 ppm, lot de 10	680
Tube indicateur du benzène, 5 ... 500 ppm, lot de 10	680
Tube néon	498
Tube polarimétrique 100 mm	710
Tube polarimétrique 200 mm	710
Tube pour la diffraction d'un faisceau d'électrons	576
Tube spectral Ar	524
Tube spectral H <sub>2</sub>	524
Tube spectral H <sub>2</sub> O	524
Tube spectral He	524
Tube spectral Hg (avec Ar)	524
Tube spectral Kr	524
Tube spectral N <sub>2</sub>	524
Tube spectral Ne	524
Tube spectral O <sub>2</sub>	524
Tube, 1000 mm, 10 mm Ø	167
Tube, 1000 mm, 13 mm Ø	167
Tube, 150 mm, 13 mm Ø	167
Tube, 300 mm, 10 mm Ø	167
Tube, 400 mm, 13 mm Ø	167
Tube, 50 mm, 13 mm Ø	167
Tube, 500 mm, 13 mm Ø	167
Tube, 750 mm, 10 mm Ø	167, 729
Tube, 750 mm, 13 mm Ø	167
Tubes capillaires, jeu de 5	248
Tubes de manomètre, 150 et 200 mm	645
Tubes en plastique 250 x 25 mm Ø, jeu de 2	645
Tubes en plastique 440 x 12 mm Ø, jeu de 10	645
Tubes en verre, 80 mm, jeu de 10	645
Tubes pour la détermination du point de fusion, jeu de 100	722
Tubes, 450 mm, 10 mm Ø, jeu de 2	167
Tubulure de prolongement pour l'aspiration DN 16 KF, 62 cm	260
Tunnel aérodynamique	266
Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 0,5 m	273, 728, 738
Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 1 m	273, 652
Tuyau à gaz de sécurité, 1 m	273, 652
Tuyau à gaz de sécurité, 1,5 m	675
Tuyau à vide, 5 mm Ø	651
Tuyau à vide, 6 mm Ø	651
Tuyau caoutchouc, 1 m x 7 mm Ø	651, 741
Tuyau caoutchouc, 1 m x 8 mm Ø	651
Tuyau de dialyse, 1 m	725

Désignation	Numéro de page
Tuyau en caoutchouc 1 m x 12 mm Ø, DIN 12865	651
Tuyau en caoutchouc 1 m x 4 mm Ø, DIN 12865	651, 661, 726, 729
Tuyau en caoutchouc 1 m x 5 mm Ø, DIN 12865	651
Tuyau en caoutchouc, 1 m x 10 mm Ø	651
Tuyau en caoutchouc, 1 m x 3 mm Ø, DIN 12865	651
Tuyau en caoutchouc, 1 m x 7 mm Ø	651
Tuyau en matière plastique, 1 m x 8 mm Ø	652
Tuyau en matière plastique, 5 m x 6 mm Ø	652, 734
Tuyau en PVC, 10 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en PVC, 12 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en PVC, 6 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en PVC, 7 mm Ø, 1 m	652, 726, 731-732
Tuyau en PVC, 8 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en silicone, 10 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en silicone, 5 mm Ø, 1 m	652, 698
Tuyau en silicone, 6 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en silicone, 7 mm Ø, 1 m	652
Tuyau en silicone, 8 mm Ø, 1 m	652
Tuyau métallique DN 16 KF	260
Tuyau pour vide, 8 mm Ø	260, 651
Tuyau PVC, 3 mm Ø, 1 m	652
Tuyau PVC, 7 mm Ø, 1 m	652, 733
Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m	652, 696, 698
Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m	652, 681, 703, 704, 715
Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m	652, 694, 715, 718, 726
Tuyau souple en caoutchouc, 1 m x 6 mm Ø	651

**U**

Unité centrale COM3LAB (USB)	492
Unité d'entraînement	442
Unité de base pour machine	440
Unité de charge réglable	689
Unité de mesure pour le poste de travail Electrochimie	399, 692
Unité de mesure S	403, 701
Unité de réglage de la puissance	200

**V**

Vacuomètre de Pirani avec affichage	261
Valise « Environnement » avec photomètre PF-12	678
Valise à réactifs vide, avec insert préformé	706
Valise environnement I	676
Valise environnement II	676
Valise pour plusieurs Mobile-CASSY et capteurs	20
Valise universelle STE	481
Vanne d'aération DN 10 KF	257, 260
Vanne de dosage DN 16 KF	260
Vanne de régulation	408, 698, 704
Vanne pour cartouche de gaz	270
Varistance VDR STE 2/19	466
Varistance VDR, BST	450
Vase à trop-plein	173
Vase de décharge	250
Vase de Dewar, 250 ml	291, 312
Vase de Dewar, 500 ml	293, 717
Vase de Dewar, 500 ml, à fond plat	293
Vase de Dewar, démonstration	292
Vase de niveau, 250 ml	718
Vase poreux, 100 x 20 mm Ø	402, 687
Vase poreux, 150 x 60 mm Ø	402, 687
Vase tournant en verre	215
Vases communicants	245
Veine d'essais pour l'aérodynamique	264
Ventilateur aspirant/refoulant	264, 267
Verres pour l'expérience des anneaux colorés de Newton	549
Vessies de porc pour 667 403, jeu de 5	724
VidéoCom USB	204, 558
Viscosimètre à chute de bille d'Höppler	251, 723
Voltmètre 1,5/3/15 V	353
Voltmètre C.A 402	352

**W**

Wattmètre mono et triphasé, C.A 405	359
Wattmètre monophasé, C.A 404	359

**Z**

Zinc, granulés, 100 g	726
-----------------------	-----

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
<b>2</b>					
200 343	Dynamomètre 2,5 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 22	Règle verticale.....	169
200 344	Dynamomètre 5 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 23	Règle avec curseurs.....	169
200 345	Dynamomètre 10 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 27	Modèle de vernier.....	170
200 346	Dynamomètre 20 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 53	Pied à coulisse.....	170, 721
200 347	Dynamomètre 30 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 54	Pied à coulisse de précision.....	170
200 348	Dynamomètre 50 N, avec curseur de réglage du zéro.....	184	311 77	Mètre ruban 2 m.....	169
201 50	Machine à vapeur.....	315	311 78ET5	Mètres rubans, 1 m, jeu de 5.....	169
201 51	Baromètre.....	324	311 83	Palmer de précision.....	170
201 53	Pluviomètre.....	328	311 86	Sphéromètre.....	170
			311 87	Comparateur.....	171
<b>3</b>			311 902	Table tournante avec moteur d'entraînement.....	244
300 01	Pied en V, grand.....	162, 733	313 033	Chronomètre électronique P.....	172
300 02	Pied en V, petit.....	162, 700, 711, 714, 721, 729-730, 741	313 05	Chronomètre de table.....	171
300 11	Socle.....	162, 690, 711, 714, 728	313 07	Chronomètre mécanique manuel I.....	171
300 40	Tige 10 cm, 12 mm Ø.....	163	313 12	Chronomètre numérique manuel.....	171
300 41	Tige 25 cm, 12 mm Ø.....	163, 690, 700, 714	313 17	Chronomètre mécanique manuel II.....	172
300 42	Tige 47 cm, 12 mm Ø.....	163, 730	314 01	Dynamomètre de traction-compression 1,5 N.....	184
300 43	Tige 75 cm, 12 mm Ø.....	163, 711, 721, 733	314 02	Dynamomètre de traction-compression 3,0 N.....	184
300 44	Tige 100 cm, 12 mm Ø.....	163	314 04ET5	Crochets de suspension enfichables, jeu de 5.....	184
300 46	Tige 150 cm, 12 mm Ø.....	163	314 081	Dynamomètre de précision, 0,01 N.....	185
300 51	Tige en équerre, 90°.....	164	314 111	Dynamomètre de précision, 0,1 N.....	185, 721
300 59	Trépied pour caméra.....	205	314 141	Dynamomètre de précision, 1,0 N.....	185
300 75	Laborboy I (support élévateur).....	166, 732	314 151	Dynamomètre de précision, 2,0 N.....	185
300 76	Laborboy II (support élévateur).....	166, 721, 726, 729, 731, 733, 738	314 161	Dynamomètre de précision, 5,0 N.....	185
300 761	Cales, jeu de 6.....	167	314 171	Dynamomètre de précision, 10 N.....	185
301 01	Noix Leybold.....	164, 700, 726	314 181	Dynamomètre de précision, 20 N.....	185
301 03	Noix double à pinces tournantes.....	164	314 201	Dynamomètre de précision, 100 N.....	185
301 05	Pince de table avec goujon.....	163	314 212	Dynamomètre circulaire 2 N.....	185, 194
301 06	Pince de table.....	162	314 215	Dynamomètre circulaire 5 N.....	185, 194
301 07	Pince de table simple.....	163	314 263	Jeu de corps conducteurs.....	393
301 08	Noix avec crochet.....	165, 721	314 265	Support de boucle conductrice.....	423
301 09	Noix double S.....	165, 690, 703-704, 711, 717, 722, 726, 729, 733, 736, 741	314 44	Dynamomètre, 1 N.....	184
301 11	Noix avec pince.....	165, 730	314 45	Dynamomètre, 2 N.....	184
301 21	Embase multifonctionnelle MF.....	166	314 46	Dynamomètre, 5 N.....	184
301 23ET2	Embases, 2 paires.....	166	314 47	Dynamomètre, 10 N.....	184
301 25	Bloc de noix.....	166	315 011	Balance hydrostatique.....	179
301 26	Tige 25 cm, 10 mm Ø.....	163, 711, 741	315 05	Balance d'enseignement et de laboratoire 311.....	181
301 27	Tige 50 cm, 10 mm Ø.....	163, 726	315 06	Balance d'enseignement et de laboratoire T 310.....	181, 425
301 28ET2	Tiges, 45 x 10 Ø mm, jeu de 2.....	163	315 07	Balance monoplateau.....	180
301 29	Curseurs, paire.....	169	315 22	Balance de Roberval.....	179
301 300S2	Cadre d'expérimentation et de démonstration Équipement II (mécanique).....	196	315 23	Balance d'enseignement et de laboratoire 610 Tara.....	181
301 300S3	Cadre d'expérimentation et de démonstration III (optique).....	510	315 233	Balance électronique MAULTec S.....	182
301 300S6	Cadre d'expérimentation et de démonstration VI (MEE).....	438	315 24	Balance d'enseignement et de laboratoire T 610 TARA.....	181
301 301	Tableau magnétique.....	194	315 25	Masses additionnelles, jeu de 3.....	181
301 320	Support pour plaques enfichables STE.....	460	315 31	Jeu de masses marquées, de 10 mg à 200 g.....	179
301 322	Support pour plaques d'expérimentation RAD avec plaque d'expérimentation.....	617	315 34	Jeu de masses marquées, de 1 g à 1000 g.....	178
301 330	Embase aimantée à douille de 4 mm.....	192	315 36	Jeu de masses marquées, 0,1 kg à 2 kg.....	178
301 331	Embase aimantée à crochet.....	192	315 38	Masse marquée, 0,5 kg.....	178
301 332	Embase aimantée avec axe de 4 mm.....	193	315 39	Masse marquée, 1 kg.....	178
301 333	Embase aimantée avec noix.....	193	315 40	Masse marquée, 2 kg.....	178
301 335	Embase aimantée avec plate-forme.....	193	315 410	Plateau pour masses fendues 10 g, petit.....	177
301 336	Embase aimantée avec support de rail.....	193	315 412	Plateau pour masses fendues 50 g, petit.....	177
301 337	Bande magnétique.....	193	315 416	Masse fendue 10 g, rouge.....	177
301 338	Accessoires pour le tableau magnétique.....	194	315 418	Masse fendue 10 g, grise.....	177
301 340	Support universel pour tubes et bobines.....	241	315 424	Masse fendue 50 g, rouge.....	177
301 72	Pince de fixation universelle.....	168, 741	315 426	Masse fendue 50 g, grise.....	177
302 68	Anneau support avec manche, 130 mm Ø.....	168	315 450	Plateau pour masses fendues 50 g, grand.....	177
303 22	Brûleur à alcool, en métal.....	270	315 454	Masse fendue 50 g, polie.....	177
303 25	Thermoplongeur.....	274	315 456	Masse fendue 100 g, polie.....	177
303 28	Générateur de vapeur.....	274	315 458	Masse fendue 200 g, polie.....	177
305 01	Papier pour nettoyer les lentilles, 25 feuilles.....	528, 658	315 460	Masse fendue 500 g, polie.....	177
307 04	Tube capillaire 450 mm x 7 mm Ø.....	645	315 76	Grenaille de plomb, 200 g.....	293
307 64	Tuyau souple en caoutchouc, 1 m x 6 mm Ø.....	651	316 46	Aréomètres, jeu de 3.....	175
307 641ET5	Tuyau en matière plastique, 5 m x 6 mm Ø.....	652, 734	317 14	Baromètre à siphon.....	254, 324
307 65	Tuyau en caoutchouc, 1 m x 7 mm Ø.....	651	317 19	Baromètre anéroïde.....	253, 324
307 67	Tuyau en caoutchouc, 1 m x 10 mm Ø.....	651	331 22	Roue de Maxwell.....	212
307 70	Tuyau en matière plastique, 1 m x 8 mm Ø.....	652	331 661	Plateau tournant de Prandtl avec tabouret.....	218
309 42	Colorant.....	658	331 711	Roue gyroskopique.....	218
309 45ET10	Crayon universel, lot de 10.....	658	332 101	Balance de gravitation.....	223
309 48ET2	Fil de pêche, jeu de 2 bobines.....	659	332 11	Détecteur de position à infrarouge.....	223
309 50	Fil de démonstration.....	659	336 21	Aimant de maintien.....	210
309 83ET5	Entonnoirs, 40 mm Ø, jeu de 5.....	642	336 23	Plaque de contact, grande.....	210
310 02	Trousse à outils.....	657	336 25	Adaptateur pour aimant de maintien avec déclencheur.....	29, 208
310 04	Pince universelle.....	657	336 55	Appareil de jet.....	212
310 05	Pince téléphone.....	657	336 56	Appareil de jet, grand.....	211
311 02	Règle métallique, 1 m.....	168	336 60	Pendule balistique avec appareil de jet.....	212
311 09	Réglette en verre, 5 cm.....	559	337 00	Chariot de mesure 1.....	206
			337 03	Ressort et butée.....	207
			337 04	Masses d'entraînement, jeu.....	207

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
337 05	Masse additionnelle 100 g.....	207	347 531	Calotte hémisphérique.....	215
337 06	Bloc support à gradins.....	206	347 57	Vase tournant en verre.....	215
337 07	Chariot à entraînement électrique.....	209	347 731	Disque perforé avec porte-disque.....	235
337 110	Chariot pour rail.....	197	347 80	Axe de torsion.....	220
337 112	Ressort de choc.....	197	347 81	Cylindres pour l'axe de torsion, jeu.....	221
337 114	Masses additionnelles, paire.....	198	347 82	Sphère pour l'axe de torsion.....	221
337 115	Masses de Newton.....	197	347 83	Disque pour l'axe de torsion.....	221
337 116	Butoirs, paire.....	196	348 18	Gyroscope, grand.....	218
337 130	Rail 1,5 m.....	197	348 20	Gyroscope.....	219
337 130P1	Équipement « Rail à chariot ».....	196	348 21	Disque gyroscopique supplémentaire.....	219
337 14	Poulie de renvoi sur cavalier.....	207	352 051ET2	Ressorts à lame, jeu de 2.....	183
337 18	Enregistreur de temps sur cavalier.....	209	352 07ET2	Ressorts à boudin 10 N/m, jeu de 2.....	183
337 39	Papier métallisé, 5 rouleaux.....	208	352 08ET2	Ressorts à boudin 25 N/m, jeu de 2.....	183
337 46	Barrière lumineuse en U.....	28, 202, 211	352 10	Ressort à boudin 3 N/m.....	183
337 462	Barrière lumineuse combinée.....	27, 198, 202, 207	352 11	Ressort à boudin 2,7 N/m.....	183, 228
337 463	Support pour roue à rayons combinée.....	198, 203	352 12	Ressort à boudin 32 N/m.....	183
337 464	Roue à rayons combinée.....	27, 198, 203, 208	352 15	Ressorts à boudin, paire.....	183
337 465	Adaptateur pour la barrière lumineuse combinée.....	29, 208	352 512	Bille d'acier 20 mm, jeu de 6.....	209
337 466	Accessoires pour la mesure électronique de temps.....	29, 208	352 52	Billes d'acier de 30 mm, jeu de 6.....	209
337 468	Barrière lumineuse à réflexion.....	29, 220	352 521	Bille d'acier 15 mm, jeu de 12.....	209
337 4681	Compte-gouttes.....	45	352 522	Bille d'acier 10 mm, jeu de 12.....	209
337 471	Feuille réflectrice (catadioptré).....	205	352 53	Billes d'acier de 30 mm avec œillet, jeu de 5.....	210
337 472	Corps de chute.....	205	352 535	Bille d'acier 30 mm avec œillet.....	210
337 473	Ressort de choc, souple.....	197, 205	352 54	Bille d'acier 16 mm.....	209
337 47USB	VidéoCom USB.....	204, 558	361 03	Niveau à bulles.....	657
337 493	LIT: Banc à coussin d'air.....	199	361 051	Nivelé sphérique, 14 mm Ø.....	658
337 501	Banc à coussin d'air.....	199	361 10	Presse hydraulique.....	249
337 512	Générateur d'air.....	200	361 12	Éprouvettes cylindriques, jeu.....	249
337 52	Clapet d'étranglement.....	200	361 13	Billes Brinell avec loupe.....	249
337 53	Alimentation en air.....	200	361 14	Moules pour éprouvettes cubiques, jeu de 3.....	250
337 55	Mobile.....	201	361 151	Comparateur avec support.....	249, 288
337 561	Mobile à réaction avec dispositif de mesure de la poussée.....	201	361 25	Appareil de propagation de la pression.....	246
337 58	Lanceur pour banc à coussin d'air.....	201	361 30	Seringues à gaz avec support, jeu de 2.....	252
337 801	Table à coussin d'air.....	213	361 311	Presse hydraulique, modèle.....	250
337 81	Papier métallisé, 3 rouleaux.....	213	361 32	Seringue de 25 ml avec plateau.....	252
337 822	LIT: Table à coussin d'air, anglais.....	213	361 33	Seringue de 100 ml avec plateau.....	252
338 01	Fil à plomb.....	177	361 411	Vases communicants.....	245
338 31	Appareil pour l'étude de la stabilité.....	176	361 45	Appareil de distribution de la pression.....	247
338 32	Plaquettes « centre de gravité », jeu de 5.....	176	361 492	Appareil de Masson Pascal.....	245
340 811ET2	Axes enfichables, jeu de 2.....	189	361 57	Manoscope à membrane avec manomètre en U.....	246
340 831	Levier de 37,5 cm.....	189	361 575	Récipient en verre pour le manoscope.....	246
340 85	Masses marquées de 50 g, jeu de 6.....	177	361 61	Appareil pour montrer la pression hydrostatique.....	246
341 13	Dynamomètres pour parallélogramme des forces, jeu de 3.....	185	361 63	Cubes (2x) et sphère (1x).....	174
341 21	Plan incliné.....	192	362 01	Cylindre d'Archimède.....	247
341 65	Poulie.....	191	362 02	Cylindre d'Archimède.....	247
342 07	Noix avec palier.....	426, 435	362 025	Plongeur.....	176
342 10	Blocs en bois pour l'étude des frottements, paire.....	192	362 04	Vase à trop-plein.....	173
342 11	Tube cylindrique pour le frottement visqueux.....	251	362 05	Vase de décharge.....	250
342 23	Palan P.....	191	362 061	Récipient d'écoulement.....	250
342 25	Palan pour charges lourdes.....	191	362 13	Ludion, set.....	247
342 28	Palan D.....	190	362 28	Éléments de masse identique, jeu de 3.....	174
342 43	Roulement à billes.....	413, 470	362 281	Cylindres métalliques, jeu de 6.....	173
342 47ET2	Plateaux à étrier de suspension, jeu de 2.....	190	362 32	Bloc en aluminium.....	173
342 60	Levier, 1 m.....	189	362 41	Manomètre en U à échelle graduée.....	254
342 61	Masses marquées de 50 g, jeu de 12.....	177	366 12	Appareil d'écoulement.....	250
342 75	Poulie de transmission.....	190	367 14	Cuve cunéiforme.....	248
342 90	Table d'étude des forces.....	186	367 141	Cuve cunéiforme.....	248
342 901	Masses marquées pour la table pour l'étude des forces, jeu.....	186	367 16	Tubes capillaires, jeu de 5.....	248
343 001	Expériences de démonstration en mécanique, équipement de base.....	195	367 46	Dispositif de mesure de la tension superficielle.....	248, 721
343 012	LIT: La mécanique sur le tableau magnétique, anglais.....	195	371 051	Tube à oscillations avec vase de Mariotte.....	295
346 00	Pendule de Pohl.....	227	371 07	Appareil de résonance à colonne à gaz.....	295
346 03	Pendule à barre, paire.....	226	371 401	Chambre de pression pour mettre en évidence la température critique.....	298
346 111	Pendule réversible.....	225	371 56	Appareil pour l'étude de l'effet Joule-Thomson.....	296
346 20	Pendule composé.....	225	371 57	Appareil pour l'étude de la loi de Boyle et Mariotte.....	254, 294
346 39	Sphère à suspension pour pendule.....	225	372 51	Chambre à fumée.....	296
346 45	Pendule double.....	226	373 04	Ventilateur aspirant/refoulant.....	264, 267
346 51	Pendule à ressort de Wilberforce.....	183, 227	373 06	Veine d'essais pour l'aérodynamique.....	264
346 54	Modèle de résonance à ressorts à lame.....	228	373 071	Accessoires de mesure 1.....	265
346 55	Modèle de résonance mécanique.....	228	373 075	Chariot de mesure pour le tunnel aérodynamique.....	265, 267
347 15	Multiplicateur de vitesse.....	215	373 08	Accessoires de mesure 2.....	267
347 211	Bras de rotation entraîné par la force centrifuge.....	32, 217	373 091	Tube de Venturi avec multimanoscope.....	266
347 22	Appareil à force radiale.....	216	373 10	Manomètre de précision.....	265
347 23	Modèle de rotation.....	222	373 12	Tunnel aérodynamique.....	266
347 28	Excentrique.....	214	373 13	Sonde manométrique de Prandtl.....	265
347 35	Moteur d'expériences.....	214	373 14	Dynamomètre sectoriel 0,65 N.....	265, 267
347 36	Appareil de commande et de régulation pour le moteur d'expériences.....	214	373 70	Profil d'aile.....	266
347 41	Modèle de centrifugeuse.....	216	374 401	Ballon solaire.....	268
347 42	Anneau de déformation.....	216	374 403	Maquette de fusée.....	268
347 46	Pendule tournant.....	216	375 06	Pompe aspirante.....	252

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
375 111	Pompe aspirante/refoulante.....	252	388 02	Calorimètre en cuivre.....	310
375 56	Trompe à eau.....	258, 729	388 03	Calorimètre en aluminium.....	310
375 57	Pompe à membrane pour vide et compression.....	259	388 04	Calorimètre en aluminium, grand.....	311
375 58	Pompe manuelle pour vide.....	258, 730	388 05	Thermomètre pour calorimètre, +15...35 °C/0,2 K.....	278, 311
376 01	Appareil pour étudier la théorie cinétique des gaz.....	297	388 06	Câbles de connexion, paire.....	311
378 005	Élément en T DN 16 KF.....	259	388 176	Moteur à air chaud P.....	315
378 015	Élément en croix DN 16 KF.....	257, 259	388 178	Moteur à air chaud S.....	315
378 023	Rodage mâle RN 19/26, DN 16 KF.....	259	388 181	Pompe submersible.....	314
378 031	Embout DN 16 KF.....	259	388 182	Moteur à air chaud.....	313
378 040ET2	Anneaux de centrage DN 10/16 KF, jeu de 2.....	257, 260	388 182P	Équipement « Moteur à air chaud ».....	312
378 045ET2	Anneaux de centrage DN 16 KF, jeu de 2.....	257, 260	388 19	Thermomètre pour moteur à air chaud.....	278, 313
378 050	Anneau de serrage DN 10/16 KF.....	257, 259	388 21	Huile silicone, 20 ml.....	314
378 065	Bride pleine DN 16 KF.....	259	388 221	Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud.....	314
378 075	Tuyau métallique DN 16 KF.....	260	388 24	Masse marquée, 5 kg.....	178, 311
378 510	Manomètre à tube-ressort DN 16 KF.....	257, 262	388 352	LIT: Moteur à air chaud, anglais.....	314
378 5131	Vacuomètre de Pirani avec affichage.....	261	388 51	Moteur à quatre temps, modèle en coupe.....	317
378 561	Cloche pour pompe à vide, avec revêtement.....	263	388 512	Moteur à quatre temps, transparent.....	318
378 691	Huile spéciale pour pompe à vide, 1 l.....	257	388 54	Moteur à deux temps, modèle en coupe.....	317
378 701	Graisse Leybold pour vide poussé.....	260	388 542	Machine à deux temps, transparent.....	318
378 73	Pompe à vide à palettes S 1,5.....	256	388 55	Moteur diesel, modèle en coupe.....	317
378 752	Pompe à vide à palettes D 2,5 E.....	257	388 552	Moteur diesel, transparent.....	318
378 764	Filtre d'échappement AF 8.....	257-258	388 562	Moteur Wankel, transparent.....	318
378 771	Vanne d'aération DN 10 KF.....	257, 260	388 572	Machine à vapeur, transparent.....	316, 318
378 776	Vanne de dosage DN 16 KF.....	260	388 582	Moteur Stirling, transparent.....	316, 318
378 777	Robinet à boisseau sphérique pour le vide poussé DN 16 KF.....	260	388 611	Autocuseur avec instruments de mesure.....	298, 316
378 86	Poste de pompage 1 pour expériences dans le vide.....	255	389 031	Appareil d'Ingenhouz.....	301
378 88	Platine à vide avec cloche.....	263	389 10	Croix trimétallique.....	301
378 89	Platine d'expérience à vide.....	263	389 18	Thermosiphon.....	299
378 91	Poste de pompage 2 pour expériences dans le vide.....	256	389 20	Modèle de chauffage central.....	300
379 001	Tube de Newton.....	262	389 241	Miroir concave.....	244, 303
379 01	Crève-vessie.....	264	389 250	Émetteur infrarouge 230 V/150 W, E27.....	303, 379
379 04	Manomètre en U.....	261	389 261	Cube de Leslie avec agitateur.....	302
379 07	Sphère à 2 robinets (sphère de pesée gazeuse).....	174, 262, 728	389 29	Chambre calorimétrique.....	300
379 09	Hémisphères de Magdebourg, paire.....	263	389 30	Échantillons de matériaux de construction pour la chambre calorimétrique.....	301
379 10	Baroscope.....	263	389 43	Corps noir.....	303
379 202	Tubulure de prolongement pour l'aspiration DN 16 KF, 62 cm.....	260	389 491	Matériel pour l'étude des fondements de l'énergie solaire.....	304
379 27	Bidons métalliques, jeu de 3.....	262	389 50	Capteur solaire.....	304
381 01	Anneau de S' Gravesande.....	289	389 521	Pompe à chaleur.....	316
381 16	Appareil de Tyndall.....	289	389 86	Radiomètre.....	302
381 17	Boulons pour 381 16, jeu de 10.....	289	391 15	Liquide manométrique.....	266
381 311ET2	Bilames, jeu de 2.....	289	<b>4</b>		
381 32	Bilames, paire.....	288	401 01	Ressorts à boudin longs, jeu de 6.....	183, 229
381 341	Pyromètre à cadran D.....	288	401 012	Ressort Slinky.....	184, 229
382 00	Thermomètre à gaz.....	255, 294, 730	401 03	Appareil à ondes transversales.....	229
382 02	Modèle de thermomètre en verre.....	277, 290	401 193	LIT: Scoponde en version modulaire, français.....	231
382 15	Dilatomètre volumétrique.....	290	401 20	Scoponde, module de base 1.....	230
382 20	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C, non gradué.....	275	401 20P	Équipement Scoponde (simulateur d'ondes).....	230
382 21	Thermomètre agitateur, -30...+110 °C/1 K.....	275, 718	401 21	Scoponde, module de base 2.....	230
382 33	Thermomètre, -10...+150 °C/1 K.....	276	401 22	Module d'excitation pour le scoponde.....	231
382 34	Thermomètre, -10...+110 °C/0,2 K.....	276	401 23	Module amortisseur pour le scoponde.....	231
382 35	Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K.....	276, 694	401 24	Frein pour le scoponde.....	231
382 41	Thermomètre de démonstration, -60...+160 °C/5 K.....	275	401 493	LIT: Cuve à ondes D, français.....	232
382 50	Thermomètre, -10...+250 °C/1 K.....	276	401 501	Cuve à ondes D.....	232
382 90	Thermomètre médical.....	277	411 81	Diapason en métal léger.....	233
383 19	Thermomètre à minima et maxima, -30...+50 °C/1 K.....	277, 323	411 842	Diapasons, jeu de 8 (gamme de do majeur).....	234
383 191	Thermomètre numérique mini-maxi.....	324	411 844	Modèle de diapason.....	233
383 522	Altimètre barométrique.....	326	413 01	Tube de Kundt.....	239
383 541	Station météorologique d'extérieur.....	319	413 60	Appareil pour la vitesse du son.....	240
383 581	Anémomètre, électronique.....	327	413 651	Tiges métalliques, 1,5 m, jeu de 3.....	239
383 591	Girouette.....	328	413 71	Plaques vibrantes, paire.....	240
383 95	Planétaire de Baader®.....	224	414 01	Sonomètre (monocorde).....	235
383 99	Tellurium.....	224	414 32	Tambourin.....	236
384 161	Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml.....	291	414 42	Diapason de résonance.....	234
384 17	Piège à eau.....	294	414 72	Diapasons de résonance, paire.....	234
384 20	Couvercle pour vase de Dewar de 250 ml, avec chauffage.....	291, 312	414 76	Diapason avec stylet inscripteur.....	233
384 34	Étuve.....	293	414 97	Archet.....	235
384 35	Grenaille de cuivre, 200 g.....	293	415 04	Modèle d'interférence de Pohl.....	550
384 36	Billes de verre, 100 g.....	293	415 10	Tube de résonance.....	239
384 51	Récipient isolant.....	292	416 000	Transducteur d'ultrasons 40 kHz.....	242
384 52	Calorimètre en aluminium.....	292	416 000P	Équipement Ultrasons.....	242
384 60	Cylindres creux, jeu de 3.....	293	416 014	Générateur 40 kHz.....	242
385 16	Appareil à vapeur sous haute pression.....	298	416 015	Amplificateur CA.....	243
386 40	Vase de Dewar, démonstration.....	292	416 020	Support de détecteur pour miroir concave.....	244
386 48	Vase de Dewar, 250 ml.....	291, 312	416 021	Cadre avec support.....	244
387 62	Boules creuses à bouchon vissé, jeu de 5.....	290	416 030	Réseau et fentes pour expériences sur les ultrasons.....	244
387 79ET2	Hélices à 8 pales avec crapaudine, jeu de 2.....	299	416 031	Effet Doppler acoustique, accessoires.....	243
388 00	Appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.....	309	416 034	Diaphragme et disque pour expériences sur les ultrasons.....	243
388 00P	Équipement « Équivalent mécanique de la chaleur ».....	309	417 11	Générateur d'ultrasons 4 MHz.....	245
388 01	Calorimètre à eau.....	310			

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
430 012	Objectif achromatique DIN x4/0,10.....	531	460 021	Lentille dans monture f = +50 mm, sur tige en laiton.....	530
430 013	Objectif achromatique DIN x10/0,25.....	531	460 03	Lentille dans monture f = +100 mm.....	530
430 014	Objectif achromatique DIN x20/0,40.....	531	460 031	Lentille dans monture f = +100 mm.....	530
430 015	Objectif achromatique DIN x40/0,65.....	531	460 04	Lentille dans monture f = +200 mm.....	530
430 016	Objectif achromatique DIN x60/0,85.....	531	460 05	Lentille dans monture f = +500 mm.....	530
430 017	Objectif achromatique x100 (huile)/1,35.....	531	460 06	Lentille dans monture f = -100 mm.....	530
441 53	Écran, translucide.....	528	460 07	Lentille dans monture f = -500 mm.....	530
441 531	Écran.....	528	460 08	Lentille dans monture f = +150 mm.....	530
442 89ET2	Boîte de rangement, lot de 2.....	540	460 09	Lentille dans monture f = +300 mm.....	530
443 01	Ampoule halogène, 24V/150W, G 6, 35-15.....	379	460 10	Lentille dans monture f = +200 mm.....	530
450 511	Ampoules 6 V/ 30 W, E14, jeu de 2.....	379, 519	460 11	Lentille dans monture f = +500 mm.....	530
450 521	Ampoules 12 V/30 W, E14, jeu de 2.....	379, 519	460 12	Lentille dans monture f = +5 m.....	530
450 60	Carter de lampe avec câble.....	518	460 135	Oculaire avec échelle graduée.....	531, 587
450 63	Ampoule halogène 12 V/100 W, G6,35.....	379, 520	460 136	Oculaire avec micromètre.....	531
450 64	Lampe halogène, 12 V, 50/100 W.....	519	460 14	Fente réglable.....	538
450 651	Lampe de poche.....	521	460 15	Support de rangement.....	528
450 66	Passe-vues.....	520	460 20	Condenseur asphérique.....	519
450 68	Ampoule halogène 12 V/50 W, G6,35.....	379, 520	460 21	Support pour éléments enfichables.....	475, 547
450 71	Ampoule halogène 230 V, 1000 W, G6,35.....	379, 521	460 22	Monture-support avec pinces à ressort.....	527, 535
450 72	Lampe 1000 W, avec volets.....	521, 700	460 223	Porte-lentille.....	530
450 80	Lampe au xénon.....	520	460 224	Porte-lentille à auto-centrage.....	530
450 83	Alimentation pour lampe au xénon.....	521	460 227	Support pour objectifs avec filetage RMS.....	531
451 011	Lampe spectrale Ne.....	524	460 25	Plateau pour prisme.....	533
451 031	Lampe spectrale He.....	524	460 251	Support pour fibres.....	557, 728
451 041	Lampe spectrale Cd.....	524	460 26	Diaphragme à iris.....	538
451 062	Lampe spectrale Hg 100.....	524	460 27	Perles de verre formant un 1.....	527
451 071	Lampe spectrale Hg-Cd.....	524	460 28	Miroir plan articulé 14 cm x 9 cm.....	529
451 081	Lampe spectrale Tl.....	524	460 291	Miroir plan, 11,5 cm x 10 cm.....	529
451 111	Lampe spectrale Na.....	524	460 310	Banc d'optique, profil S1, 1 m.....	515
451 12	Lampe spectrale au cadmium, sur plaque support.....	586	460 311	Cavalier avec noix 45/65.....	515
451 13	Lampe de Balmer.....	526, 578	460 312	Cavalier avec noix 45/35.....	515
451 141	Alimentation pour lampe de Balmer.....	527, 579	460 313	Cavalier avec colonne de fixation.....	515
451 15	Lampe haute pression au mercure, dans boîtier.....	525	460 315	Charnière rotative avec échelle de lecture et colonne de fixation.....	515
451 151	Lampe haute pression au mercure dans boîtier, ouverte.....	525	460 316	Optique S 1, collection.....	514
451 16	Carter pour lampes spectrales.....	525	460 317	Banc d'optique, profil S1, 0,5 m.....	515
451 17	Douille E27, connecteur Europe.....	380	460 318	Banc d'optique, profil S1, 2 m.....	515
451 19	Douille E27, connecteur multiple.....	381, 526	460 32	Banc d'optique à profil normalisé, 1 m.....	516
451 195	Alimentation pour lampe haute pression au mercure.....	526	460 33	Banc d'optique à profil normalisé, 2 m.....	516
451 281	Stroboscope.....	215	460 335	Banc d'optique à profil normalisé, 0,5 m.....	516
451 292	Tube flash de recharge pour le stroboscope.....	215	460 341	Charnière rotative avec échelle.....	516
451 30	Bobine de self universelle 230 V, 50 Hz.....	525, 586	460 342	Entretoise en croix.....	517
451 41	Lampe de Balmer au deutérium.....	527, 579	460 370	Cavalier 60/34 pour l'optique.....	517
452 111	Rétroprojecteur Famulus alpha 250.....	664	460 373	Cavalier 60/50 pour l'optique.....	517
452 310	Pointeur laser.....	521	460 374	Cavalier 90/50 pour l'optique.....	517
458 100	Spot halogène 12 V/20 W.....	306	460 375	Cavalier 120/50 pour l'optique.....	517
458 110	Douille E10 sur écran.....	308	460 380	Bras d'optique.....	518
458 200	Porte-piles sur écran.....	306	460 381	Cavalier large à filetage.....	517, 563
458 210	Condensateur 1 F sur écran.....	307	460 382	Cavalier à colonne inclinable 90/50.....	517
458 300	Corps rayonnant sur écran.....	304, 307	460 383	Cavalier à déplacement latéral 90/50.....	517
458 310	Panneau solaire 2 V/150 mA sur écran.....	305, 307	460 385	Rallonge.....	518
458 400	Cuve sur écran.....	307	460 40	Articulation à échelle angulaire.....	509
458 410	Élément Peltier sur écran.....	307, 505	460 43	Petit banc d'optique.....	508
458 500	Générateur de vent.....	308	460 81	Rail métallique de précision, 100 cm.....	206
458 510	Éolienne.....	308	460 85	Connecteur de rails.....	206
459 01ET5	Ampoules (halogène) 12 V/ 20 W, jeu de 5.....	379	460 88	Pieds pour rails, paire.....	206
459 032	Lampe halogène 12 V/20 W.....	516, 543	460 97	Règle métallique graduée, 0,5 m.....	168
459 046	Lampe à 3 ampoules, 12 V/3 x 6 W.....	543	461 017	Microscope à réglage de précision.....	531
459 30	Porte-plaque sur tige.....	545	461 0231	Lunette de visée.....	532
459 31ET2	Porte-bougies, lot de 2.....	545	461 0251	Lunette autocollimatrice.....	532
459 33	Support pour diaphragmes et diapositives, sur tige.....	544	461 61	Diaphragmes pour l'étude des aberrations sphériques, jeu de 2.....	538
459 38ET2	Miroirs plans, 7,5 cm x 5 cm, jeu de 2.....	529	461 62	Diaphragmes à fentes, jeu de 2.....	538
459 60	Lentille sur tige, f = +50 mm.....	543	461 63	Diaphragmes avec différentes ouvertures, jeu de 4.....	539
459 61	Lentille sur tige, f = +75 mm.....	543	461 64	Sténopés, jeu de 4.....	539
459 62	Lentille sur tige, f = +100 mm.....	543	461 65	Diaphragme à iris sur tige.....	544
459 63	Lentille sur tige, f = +200 mm.....	543	461 66	Diapositives, jeu de 2.....	528
459 64	Lentille sur tige, f = +300 mm.....	543	461 68	Illusions d'optique, jeu de 12 diapositives.....	528
459 65	Lentille sur tige, f = +500 mm.....	543	463 12	Miroir convexe-concave.....	529
459 68	Lentille sur tige, f = -100 mm.....	543	463 20	Miroir de surface.....	529, 559
459 71	Miroir convexe-concave sur tige.....	544	463 51	Diaphragme à 5 fentes.....	538
459 80	Lentille, f = +50 mm, sans monture.....	530	463 52	Disque optique.....	508
459 81	Lentille, f = +75 mm, sans monture.....	530	463 702	Optique sur tableau magnétique, collection de base.....	510
459 82	Lentille, f = +100 mm, sans monture.....	530	463 712	Optique sur tableau magnétique, complément.....	511
459 83	Lentille, f = +200 mm, sans monture.....	530	463 761	Lampe multirayons.....	511
459 84	Lentille, f = +300 mm, sans monture.....	530	463 765	Support pour filtres, aimanté.....	513
459 85	Lentille, f = +500 mm, sans monture.....	530	463 771	Jeu de 3 corps opaques, aimantés.....	512
459 88	Lentille, f = -100 mm, sans monture.....	530	463 781	Miroir plan, aimanté.....	512
459 885	Lentille, f = -500 mm, sans monture.....	530	463 791	Modèle de miroir, convexe-concave, aimanté.....	512
460 01	Lentille dans monture, f = +5 mm.....	530	463 801	Lentille plan-concave, aimantée.....	513
460 02	Lentille dans monture f = +50 mm.....	530	463 811	Lentille plan-convexe, aimantée.....	513

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
463 821	Demi-cylindre, aimanté.....	512	470 010	Porte-laser pour laser He-Ne 5 mW.....	523
463 831	Plaque à faces planes et parallèles, aimantée.....	512	470 030	Panneau d'avertissement : laser.....	523
463 841	Prisme à angle droit, aimanté.....	512	471 04	Miroirs de Fresnel sur plaque.....	549
463 85	Prisme en verre flint sur aimant.....	513	471 05	Miroirs de Fresnel, réglable.....	548
464 20	Modèle de fibre optique.....	509	471 07	Plaque en mica.....	550
464 261	Appareil pour la réfraction et la réflexion.....	509	471 08	Plaque et lentille pour anneaux de Newton.....	549
465 11	Prisme en verre pressé.....	532	471 09	Biprisme.....	549
465 20	Prisme en verre artistique.....	532	471 111	Verres pour l'expérience des anneaux colorés de Newton.....	549
465 22	Prisme en Crown.....	532	471 221	Étalon de Fabry-Perot, dans monture.....	549, 587
465 25	Prisme étroit.....	533	471 23	Réseau à traits 6000/cm (Rowland).....	540
465 32	Prisme en verre flint.....	532	471 25	Réseau à traits 3000/cm.....	540
465 47	Prisme inverseur.....	534	471 26	Réseau à traits 1000/cm.....	540
465 51	Prisme creux.....	532	471 27	Réseau d'holographie 24000/cm.....	540
466 04	Support pour prisme à vision directe.....	533	471 51	Réseau à traits.....	540
466 05	Prisme à vision directe.....	533	471 71	Fente réglable sur tige.....	544
466 13	Prismes, jeu de 3.....	533	471 75	Accessoires d'optique, jeu.....	540
466 15	Appareil pour mélange soustractif des couleurs.....	537	471 791	Laser à diode, 635 nm, 1 mW.....	522
466 16	Appareil pour mélange additif des couleurs.....	537	471 821	Lampe torche laser He-Ne, 5 mW.....	522
466 201	Disque de couleurs avec porte-disque.....	537	471 825	Alimentation pour laser He-Ne 5 mW.....	523
467 02	Spectroscope de poche, simple.....	553	471 828	Lunettes de réglage pour laser He-Ne.....	523
467 112	Spectroscope scolaire.....	554, 710	471 830	Laser He-Ne à polarisation linéaire.....	522
467 23	Spectromètre et goniomètre.....	554	471 88	Lame séparatrice.....	529
467 250	SpectraLab.....	557	471 94	Élément photo-élastique.....	545
467 251	Spectromètre compact, physique.....	556, 728	471 95	Modèles photo-élastiques, jeu de 4.....	542
467 252	Spectromètre compact, complet.....	707-708	472 02	Cristal de calcite biréfringent.....	541
467 253	Support pour cuves avec source lumineuse.....	557	472 38	Filtre polarisant, sur tige.....	544
467 261	Spectromètre UV compact, physique.....	556	472 401	Filtre polarisant.....	541
467 262	Spectromètre UV compact, complet.....	708	472 410	Filtre polarisant pour rayonnement rouge.....	541, 590
467 263	Support pour cuves avec source lumineuse UV.....	557	472 59	Lame demi-onde.....	542
467 63	Tube spectral Hg (avec Ar).....	524	472 601	Lame quart d'onde, 140 nm.....	541
467 64	Tube spectral N2.....	524	472 611	Lame quart d'onde, 200 nm.....	541, 590
467 65	Tube spectral O2.....	524	472 615	Lame quart d'onde sur tige.....	545
467 66	Tube spectral H2.....	524	472 90	Cellule de Pockels.....	562
467 661	Tube spectral H2O.....	524	473 31	Cellule de Kerr.....	562
467 67	Tube spectral He.....	524	473 40	Plaque de base pour optique laser.....	550
467 68	Tube spectral Ar.....	524	473 411	Porte-laser.....	550
467 69	Tube spectral Ne.....	524	473 421	Pied pour optique.....	551
467 70	Tube spectral Kr.....	524	473 431	Porte-lame séparatrice.....	552
467 81	Support pour tubes spectraux.....	524	473 432	Lame séparatrice 50 %.....	551
467 95	Filtres colorés, couleurs primaires, jeu de 3.....	513, 535	473 435	Lame séparatrice variable.....	552
467 96	Filtres colorés, couleurs secondaires, jeu de 3.....	513, 535	473 441	Porte-film.....	552
468 000	Filtre pour raie spectrale 795 nm.....	536, 590	473 444	Produits chimiques utilisés en photographie.....	553
468 01	Filtre monochromatique, rouge foncé.....	535	473 446	Accessoires pour chambre noire.....	553
468 03	Filtre monochromatique, rouge.....	535	473 448	Film pour l'holographie, 3000 lignes/mm.....	553
468 05	Filtre monochromatique, jaune.....	535	473 451	Porte-objet.....	552
468 07	Filtre monochromatique, jaune-vert.....	535	473 461	Miroir plan à réglage précis.....	551
468 09	Filtre monochromatique, bleu-vert.....	535	473 471	Lentille sphérique f = 2,7 m.....	551
468 11	Filtre monochromatique, bleu-violet.....	535	473 48	Mécanisme de réglage de précision.....	551
468 13	Filtre monochromatique, violet.....	535	473 485	Chambre à vide.....	552
468 30	Filtre monochromatique, jaune.....	535	473 49	Filtre polarisant pour plaque de base pour optique laser.....	552
468 31	Filtre monochromatique, vert.....	535	476 301	Émetteur et récepteur de lumière.....	560
468 32	Filtre monochromatique, bleu.....	535	476 34	Corps en verre synthétique.....	534, 561
468 33	Filtre monochromatique, violet.....	535	476 35	Tube à deux fenêtres.....	534, 561
468 400	Filtre interférentiel, 644 nm.....	536, 570, 587	476 40	Miroir tournant.....	559
468 401	Filtre d'interférence, 578 nm.....	536, 570	476 50	Appareil de mesure de la vitesse de la lumière.....	559
468 402	Filtre d'interférence, 546 nm.....	536, 570	477 02	Cuve en verre, 100 x 50 x 50.....	534, 545
468 403	Filtre d'interférence, 436 nm.....	536, 570	477 03	Cuvette à faces parallèles en verre optique, 50 x 50 x 50 mm.....	534
468 404	Filtre d'interférence, 405 nm.....	536, 570	477 14	Cuvette à faces parallèles en verre optique, 50 x 50 x 20 mm.....	534
468 405	Filtre d'interférence, 633 nm.....	536, 570	477 20	Cuvette à faces parallèles 100 x 100 x 10 mm.....	534
468 406	Filtre d'interférence, 365 nm.....	536, 570	477 25	Cuvette à faces parallèles en verre optique, 100 x 80 x 25 mm.....	534
468 41	Support pour filtre interférentiel.....	536, 570, 587			
468 72	Écran au sulfure de zinc.....	537			
468 74	Filtre pour infrarouges.....	535			
468 75	Filtre d'arrêt pour infrarouges.....	535			
469 07	Lentille dans monture f = +150 mm.....	530			
469 79	Filtre pour ultraviolet.....	535			
469 82	Échantillons de couleurs fluorescentes.....	536			
469 84	Diaphragme à 3 fentes doubles.....	539			
469 85	Diaphragme à 4 fentes doubles.....	539			
469 86	Diaphragme à 5 fentes multiples.....	539			
469 87	Diaphragme à 3 réseaux, 20, 40, 80/cm.....	540			
469 88	Diaphragme à 2 réseaux croisés.....	540			
469 89	Diaphragme à 3 paires de trous et disques.....	539			
469 90	Diaphragme avec fente et trait.....	539			
469 91	Diaphragme à 3 fentes simples.....	539			
469 92	Diaphragme à 3 fentes doubles.....	539			
469 96	Diaphragme à 3 orifices de diffraction.....	539			
469 97	Diaphragme à 3 traits de diffraction.....	539			
469 98	Diaphragme à réseau à traits.....	540			
			5		
			500 400	Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, jaune/vert.....	370
			500 401	Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, rouge.....	370
			500 402	Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, bleu.....	370
			500 404	Câble d'expérimentation 19 A, 10 cm, noir.....	370
			500 410	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, jaune/vert.....	370
			500 411	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge.....	370
			500 412	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, bleu.....	370, 734
			500 414	Câble d'expérimentation 19 A, 25 cm, noir.....	370
			500 420	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, jaune/vert.....	370
			500 421	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge.....	370, 734
			500 422	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, bleu.....	370
			500 424	Câble d'expérimentation 19 A, 50 cm, noir.....	370, 734
			500 440	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, jaune/vert.....	370
			500 441	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge.....	370
			500 442	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, bleu.....	370
			500 444	Câble d'expérimentation 19 A, 100 cm, noir.....	370
			500 59	Cavaliers de sécurité, noirs, jeu de 10.....	375, 700



N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
500 591	Cavaliers de sécurité, verts/jaunes, jeu de 10.....	375	502 061	Boîte de jonction de sécurité avec mise à la terre.....	376
500 596	Cavaliers avec reprise arrière de sécurité, STE, jeu de 10.....	483	503 09	Pile plate 4,5 V.....	332
500 600	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, jaune/vert.....	369	504 321	Interrupteur.....	378
500 601	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, rouge.....	369	504 325	Commutateur.....	378
500 602	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, bleu.....	369	504 45	Interrupteur unipolaire.....	378
500 604	Câble d'expérimentation de sécurité, 10 cm, noir.....	369	504 46	Commutateur multiple.....	378
500 610	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, jaune/vert.....	369	504 48	Interrupteur va-et-vient.....	378
500 611	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, rouge.....	369	504 49	Commutateur en croix (utilisable comme inverseur de polarité).....	378
500 612	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, bleu.....	369	504 50	Interrupteur bipolaire.....	378
500 614	Câble d'expérimentation de sécurité, 25 cm, noir.....	369	504 52	Manipulateur Morse.....	378
500 620	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, jaune/vert.....	369, 680	505 05	Ampoules 7 V/0,1 A, E10, jeu de 10.....	379
500 621	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, rouge.....	369, 680	505 051	Ampoules 1,2 V/220 mA, E10, jeu de 10.....	379, 411, 699
500 622	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, bleu.....	369, 680	505 052	Ampoule halogène 2,8 V/2,4 W, E10.....	379, 411, 699
500 624	Câble d'expérimentation de sécurité, 50 cm, noir.....	369	505 06	Ampoules 3,7 V/0,3 A, E10, jeu de 10.....	379
500 640	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, jaune/vert.....	369	505 07	Ampoules 4 V/0,16 W, E10, jeu de 10.....	379
500 641	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, rouge.....	369	505 08	Ampoules 12 V/3 W, E10, jeu de 10.....	379
500 642	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, bleu.....	369	505 09	Ampoules 12 V/0,1 A, E10, jeu de 10.....	379
500 644	Câble d'expérimentation de sécurité, 100 cm, noir.....	369	505 10	Ampoules 3,8 V/0,27 W, E10, jeu de 10.....	379, 699
500 661	Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, rouge.....	369	505 11	Ampoules 2,5 V/0,25 W, E10, jeu de 10.....	379, 458
500 662	Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, bleu.....	369	505 12	Ampoules 3,5 V/0,2 A, E10, jeu de 10.....	379
500 664	Câble d'expérimentation de sécurité, 200 cm, noir.....	369	505 131	Ampoules 6 V/5 W, E10, jeu de 10.....	379
500 851	Câbles d'expérimentation de sécurité, 32 A, jeu de 32.....	369	505 14	Ampoules 6 V/3 W, E10, jeu de 10.....	379
500 95	Douilles d'adaptation de sécurité, rouges (6).....	374	505 15	Ampoules 6 V / 0,05 A, E10, jeu de 10.....	379, 458
500 96	Douilles d'adaptation de sécurité, bleues (6).....	374	505 171	Ampoules 6 V/1,1 W, E10, jeu de 10.....	379
500 98	Douilles d'adaptation de sécurité, noires (6).....	374	505 181	Ampoules 24 V/3 W, E10, jeu de 5.....	379
501 01	Câble HF, 0,25 m.....	362, 372	505 191	Ampoules 15 V/2 W, E10, jeu de 5.....	379
501 02	Câble HF, 1 m.....	362, 372	505 22ET5	Ampoules (gaz rare) 12 V/6 W, E10, jeu de 5.....	379
501 022	Câble HF, 2 m.....	362, 372	505 23	Ampoule 24 V / 5 W, E14.....	379
501 031	Câble de raccordement, blindé, 8 m.....	243, 372	505 272	Ampoules 230 V/40 W, E14, jeu de 2.....	379
501 05	Câble haute tension, 1 m.....	372	505 302	Lampe à halogène 230 V/ 46 W, E27.....	379
501 09	Adaptateur BNC/4 mm, unipolaire.....	363, 373	505 316	Lampe fluorescente 230 V/20 W, E27.....	379
501 091	Raccord en T BNC.....	363, 373	505 3181	Ampoule à économie d'énergie 230 V/11 W, E27.....	379
501 095	Adaptateur BNC/douille de sécurité de 4 mm, unipolaire.....	363, 373	505 3191	Ampoule de croissance pour plantes.....	379
501 10	Raccord droit BNC.....	363, 373	505 33ET2	Ampoules linolites 24 V/10 W, jeu de 2.....	379
501 11	Câble rallonge, à 15 pôles.....	34, 239, 421, 679	505 36ET10	Lampes à décharge 115 V, E10, jeu de 10.....	380
501 16	Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m.....	372	505 67	Douille E14 pour ampoule.....	380
501 20	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, rouge.....	368	505 68	Douille E14 pour ampoule.....	380
501 21	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, bleu.....	368	505 72	Socle transparent avec douille E10.....	380
501 23	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, noir.....	368	510 01	Aimant naturel.....	412
501 25	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, rouge.....	368	510 11	Barreau cylindrique aimanté.....	412
501 26	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, bleu.....	368	510 12	Barreaux cylindriques aimantés, paire.....	413
501 28	Câble d'expérimentation 32 A, 50 cm, noir.....	368	510 13	Barreau cylindrique aimanté, court.....	412
501 30	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, rouge.....	368	510 15	Aimant perforé.....	413
501 31	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, bleu.....	368	510 16	Aimant à palier et pôles en couleur.....	414
501 33	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir.....	368	510 17	Aimant perforé à pôles en couleur.....	413, 470
501 35	Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, rouge.....	368	510 21	Aimant en fer à cheval, avec joug.....	414
501 36	Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, bleu.....	368	510 22	Aimant en fer à cheval, grand, avec joug.....	414
501 38	Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, noir.....	368	510 23	Support pour aimant.....	414
501 40	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, jaune/vert.....	368	510 25	Billes aimantées, jeu de 10.....	413
501 41	Câble d'expérimentation 32 A, 25 cm, rouge/vert.....	368	510 321	Tiges magnétisables, jeu de 4.....	414
501 42	Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, jaune/vert.....	368	510 35	Ruban en acier magnétisable.....	414
501 43	Câble d'expérimentation 32 A, 200 cm, jaune/vert.....	368	510 48	Aimants, 35 mm Ø, paire.....	413, 441
501 44	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 683, 685, 696	510 50ET2	Aimants droits, jeu de 2.....	412, 458, 470
501 441	Câbles d'expérimentation 19 A, 25 cm, noirs, paire.....	371	510 51	Support tournant.....	412, 470
501 45	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 685-686, 680, 694, 696, 703-704, 715	510 53	Boussoles de traçage, paire.....	416
501 451	Câbles d'expérimentation 19 A, 50 cm, noirs, paire.....	371	510 54ET2	Barres magnétisables, jeu de 8.....	415, 457
501 46	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, rouge/bleu, paire.....	371, 692, 694	510 55	Boussole d'arpenteur démontable.....	416
501 461	Câbles d'expérimentation 19 A, 100 cm, noirs, paire.....	371	510 60	Jougs en fer, paire.....	412
501 471	Fil double.....	373, 480	513 511	Aiguille aimantée sur pied-support à pivot.....	416
501 48	Cavaliers STE 2/19, jeu de 10.....	375, 482	513 70	Boussole de poche.....	416
501 511	Cavaliers, noirs, jeu de 10.....	375	514 011	Indicateur de champ magnétique.....	416
501 512	Cavaliers de dérivation, noirs, jeu de 10.....	375	514 02	Boussole d'inclinaison et de déclinaison.....	417
501 521	Fiches de laboratoire, rouges, jeu de 6.....	374	514 04	Aiguille d'inclinaison.....	416
501 522	Fiches de laboratoire, bleues, jeu de 6.....	374	514 55	Appareil de base RSE.....	584
501 523	Fiches de laboratoire, vertes, jeu de 6.....	374	514 571	Alimentation RSE.....	583
501 524	Fiches de laboratoire, noires, jeu de 6.....	374	514 602	Alimentation RMN.....	585
501 525	Fiches de laboratoire, jaunes, jeu de 6.....	374	514 606	Tête de mesure RMN.....	585
501 531	Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 42.....	370	514 72ET5	Diffuseurs de limaille de fer, jeu de 5.....	415
501 532	Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 30.....	371	514 73	Limaille de fer, 250 g.....	415
501 533	Câbles d'expérimentation, 19 A, jeu de 10.....	371	516 01	Balance de torsion selon Schürholz.....	429
501 540	Câbles d'expérimentation, 32 A, jeu de 32.....	368	516 04	Échelle sur support.....	429
501 641	Douilles de raccordement, rouges, jeu de 6.....	374	516 20	Électrostatique, accessoires.....	429
501 644	Douilles de raccordement, noires, jeu de 6.....	374	516 21	Magnétostatique, accessoires.....	430
501 83	Pincés crocodiles isolées, jeu de 6.....	374	516 23	Loi de Biot et Savart, accessoires.....	430
501 84	Grippe-fils à pince.....	373	516 235	Conducteurs de courant, jeu de 4.....	427
501 861	Pincés crocodile nues, jeu de 6.....	374, 458, 685-686	516 241	Bobines à induction, jeu de 3.....	428
501 961	Râtelier pour câbles.....	372	516 242	Bobine à densité de spires variable.....	427
502 04	Multiprise.....	376	516 243	Bobine de champ, d = 90 mm.....	427
502 05	Boîtier de connexion.....	376	516 244	Bobine de champ, d = 120 mm.....	427

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
516 249	Support pour tubes et bobines.....	241, 428	524 044B4	Capteur de température S, CTN (4x).....	54
516 30	Bobine à induction et wattmètre.....	430	524 044B8	Capteur de température S, CTN (8x).....	55
516 31	Support à hauteur variable.....	432	524 045	Adaptateur de température NiCr-Ni/CTN.....	42, 284, 681, 734
516 32	Balance électrodynamique.....	431	524 0461	Connecteur adaptateur test des réactions S.....	51
516 32P	Balance électrodynamique, équipement.....	432	524 0471	Capteur fréquence du pouls S.....	48
516 33	Boucles conductrices pour la définition de l'ampère.....	431	524 0481	Capteur résistance de la peau S.....	48
516 34	Boucles conductrices pour la mesure de la force.....	423	524 049	Adaptateur ECG/EMG.....	49
516 36	Équipement pour faire de la balance de laboratoire une balance électrodynamique.....	425	524 0491	Connecteur adaptateur ECG/EMG S.....	49
516 37	Électrostatique avec la balance électrodynamique, accessoires.....	432	524 0501	Capteur pression artérielle S.....	49
516 40	Appareil à induction avec boucles conductrices.....	428	524 0511	Connecteur adaptateur lux S.....	38, 47, 547, 680-681
517 011	Bobine à haute inductance.....	497	524 0512	Capteur de puissance optique S.....	39
517 021	Condensateur 40 µF.....	383, 497	524 0521	Connecteur adaptateur oxygène S.....	46
521 210	Transformateur 6/12 V, 30 W.....	333, 667	524 054	Adaptateur électromètre.....	37
521 231	Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V.....	334, 715	524 056	Adaptateur spiromètre.....	50
521 25	Transformateur 2... 12 V, 120 W.....	333	524 057	Connecteur adaptateur météorologie.....	47, 284, 321, 679
521 291	Transformateur triphasé TBT.....	335	524 0572	Capteur d'humidité S.....	48, 327
521 35	Transformateur variable TBT, type S.....	334, 692	524 058	Adaptateur AMC.....	41, 617
521 35S1	Transformateurs variables, type S, jeu de 10.....	334	524 059	Microphone S.....	34, 238, 504
521 39	Transformateur variable TBT.....	335	524 059B4	Microphone S (4x).....	54
521 40	Transformateur variable, 0 ... 250 V.....	340	524 059B8	Microphone S (8x).....	55
521 45	Alimentation CC, 0 ... ±15 V.....	337	524 060	Capteur de forces S, ±1 N.....	33, 187, 349, 393, 423
521 485	Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V/3 A.....	336	524 0621	Capteur UIP S.....	26, 349, 358, 686, 703
521 485S1	Alimentations CA/CC 0...12 V/3 A, jeu de 10.....	336	524 0621B4	Capteur UIP S (4x).....	54
521 49	Alimentation CA/CC, 0 ... 12 V.....	336	524 0621B8	Capteur UIP S (8x).....	55
521 501	Alimentation CA/CC, 0 ... 15 V/0...5 A.....	337	524 064	Capteur de pression S, ±2 000 hPa.....	35, 314, 349
521 535	Alimentation CC, 2 x 0 ... 16 V / 2 x 0 ... 5 A.....	338, 681	524 065	Capteur de pression absolue S, 0...1500 hPa.....	35, 253, 325, 349
521 545	Alimentation CC, 0 ... 16 V, 0 ... 5 A.....	337	524 066	Capteur de pression S, ±70 hPa.....	35, 349
521 546	Alimentation CC 0...16 V/0...5 A.....	694, 715	524 067	Adaptateur chimie.....	43, 713
521 55	Alimentation à courant fort.....	338, 741	524 0671	Connecteur adaptateur conductivité S.....	44, 714
521 56	Alimentation en courant triangulaire.....	338	524 0671B4	Connecteur adaptateur conductivité S (4x).....	54
521 65	Alimentation pour tubes, 0 ... 500 V.....	339	524 0671B8	Connecteur adaptateur conductivité S (8x).....	55
521 68	Alimentation haute tension 1,5 kV.....	340, 619	524 0672	Connecteur adaptateur pH S.....	44, 711-712, 714, 734
521 70	Alimentation haute tension 10 kV.....	341	524 0672B4	Connecteur adaptateur pH S (4x).....	54
521 721	Alimentation haute tension 25 kV.....	341	524 0672B8	Connecteur adaptateur pH S (8x).....	55
522 27	Alimentation 450 V.....	339	524 0673	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S, type K.....	42, 279, 349, 715, 717, 731-732, 738
522 551	Générateur de fonctions 1 mHz ... 12 MHz, vobulable.....	344	524 0673B4	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (4x).....	54
522 561	Générateur de fonctions P.....	343	524 0673B8	Connecteur adaptateur NiCr-Ni S (8x).....	55
522 61	Amplificateur CA/CC 30 W.....	365	524 069	Appareil à force centrifuge S.....	32, 217, 349
522 621	Générateur de fonctions S 12.....	342	524 069	Photomètre à immersion S.....	45, 675, 678, 705-706
522 63	Générateur de fonctions de puissance.....	343	524 070	Capteur de déplacement à ultrasons S.....	31
522 71	Accumulateur au nickel-cadmium.....	332	524 073	Capteur de déplacement à laser S.....	30, 203, 349, 561
522 81ET4	Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Mignon AA), jeu de 4.....	333	524 074	Timer S.....	26
522 82ET2	Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Baby C), jeu de 2.....	333	524 074B4	Timer S (4x).....	54
522 83ET2	Accumulateurs Ni-MH 1,2 V (piles Mono D), jeu de 2.....	333	524 074B8	Timer S (8x).....	55
522 84	Accumulateur Ni-MH 9 V (bloc 9 V).....	333	524 080	Mesureur de champ électrique S.....	36, 349, 388
522 91	Solution de potasse.....	332	524 082	Capteur de rotation S.....	31, 220, 226, 227, 313, 349
524 0031	Dongle Bluetooth.....	19, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731	524 082B4	Capteur de rotation S (4x).....	54
524 004	Adaptateur USB - série.....	224, 367	524 082B8	Capteur de rotation S (8x).....	55
524 006	Pocket-CASSY.....	19	524 083	Capteur de CO2 S.....	48, 679
524 006B4	Pocket-CASSY (4x).....	54	524 085	Connecteur adaptateur seuil d'audition S.....	52, 237
524 006B8	Pocket-CASSY (8x).....	55	524 220	CASSY Lab 2.....	21, 497, 675, 679-681, 690, 696, 703, 705-706, 711, 714-715, 717, 731-732, 734
524 009	Mobile-CASSY®.....	20, 188	524 220H	CASSY Lab 2 Home.....	21
524 009A	Mobile-CASSY.....	278, 325, 358, 420, 706, 738	524 221FR	LIT: Guide utilisateur CASSY Lab 2, français.....	55
524 009B4	Mobile-CASSY (4x).....	54	528 101	Classmate PC d'Intel (ultra-portable).....	26
524 009B8	Mobile-CASSY (8x).....	55	528 11	Micro-CASSY Tension.....	25
524 010P1	Capteurs pour la physique, équipement de base.....	53	528 11B8	Micro-CASSY Tension (8x).....	55
524 010P2	Capteurs pour la physique, équipement complémentaire.....	54	528 12	Micro-CASSY Intensité du courant.....	25
524 011USB	Power-CASSY USB.....	17, 344, 690	528 12B8	Micro-CASSY Intensité du courant (8x).....	55
524 013	Sensor-CASSY 2.....	16, 283, 323, 348, 363, 679, 681, 696, 714, 732, 734	528 15	Micro-CASSY Température.....	25, 43
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter.....	17, 53, 704	528 15B8	Micro-CASSY Température (8x).....	55
524 018	Pocket-CASSY 2 Bluetooth.....	18, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731	528 18	Micro-CASSY pH.....	25, 714
524 018S	Pocket-CASSY 2 Bluetooth Starter.....	18, 53	528 18B8	Micro-CASSY pH (8x).....	55
524 019	Accu pour Pocket-CASSY 2 Bluetooth.....	19, 675, 680, 703, 705, 711, 715, 717, 731	529 034	Échelle g.....	28, 211
524 020USB	CASSY-Display USB.....	20, 284, 323, 347, 696	529 057	Capteur d'humidité.....	48, 321, 327, 679
524 031	Adaptateur source de courant.....	36	529 0591	Tête artificielle.....	52, 238, 504
524 033	Adaptateur GM.....	40	529 085	Casque audio.....	52
524 0331	Tube compteur GM S.....	39, 349, 608	529 422	Support pour capteur d'accélération.....	30, 204
524 034	Adaptateur timer.....	27	529 491	Marteau réflexe avec déclencheur.....	50
524 0381	Sonde B combinée S.....	37, 349, 419	529 492	Électrodes jetables pour ECG/EMG, lot de 30.....	50
524 0382	Sonde B axiale S, ±1000 mT.....	38, 349, 419	529 493	Électrodes réutilisables pour ECG/EMG.....	50
524 0383	Sonde B axiale S, ±0,3 mT.....	38, 349, 420	529 670	Capteur de conductivité.....	44, 714
524 040	Adaptateur µV.....	36	529 672	Capteur de pH, BNC.....	44
524 042	Capteur de forces S, ±50 N.....	33, 187, 349	529 676	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm, type K.....	42, 279, 715, 717, 731-732, 738
524 0421	Plaque de forces S.....	33, 349	531 090	Multimètre METRAMax 12.....	354
524 0422	Capteur d'accélération 3D S.....	30, 204, 349	531 11	Ampèremètre C.A 401.....	351
524 042B4	Capteur de forces S, ±50 N (4x).....	54	531 110	Multimètre LDanalog 10.....	350
524 042B8	Capteur de forces S, ±50 N (8x).....	55	531 12	Voltmètre C.A 402.....	352
524 043	Adaptateur 30 A.....	37	531 120	Multimètre LDanalog 20.....	350
524 044	Capteur de température S, CTN.....	42, 287, 349	531 13	Galvanomètre C.A 403.....	352

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
531 130	Multimètre LDanalogue 30.....	350	539 014	Résistance 47 kohms, BST.....	449
531 14	Wattmètre monophasé, C.A 404.....	359	539 015	Rhéostat 10 kohms, BST.....	449
531 15	Wattmètre mono et triphasé, C.A 405.....	359	539 019	Potentiomètre 220 ohms, BST.....	449
531 172	Multimètre numérique DMM120.....	357	539 020	Photorésistance LDR 05, BST.....	450
531 183	Multimètre numérique 3340.....	356	539 021	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, BST.....	450
531 191	Multimètre numérique MX 22.....	355	539 022	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, BST.....	450
531 192	Multimètre numérique MX 24B.....	356	539 023	Varistance VDR, BST.....	450
531 193	Multimètre numérique MX 26.....	356	539 024	Douille pour lampe, culot E10, BST.....	448
531 22	Modèle d'instrument à cadre mobile.....	352	539 025	Interrupteur à bascule, BST.....	448
531 2741	Multimètre numérique 3315.....	357	539 026	Commutateur, BST.....	449
531 282	Multimètre Metrahit Pro.....	354	539 027	Bouton-poussoir, contacteur, BST.....	449
531 303	Multimètre Metrahit X-tra.....	355	539 029	Condensateur électrolytique 100 µF, BST.....	451
531 57	Multimètre METRAport 3A.....	351	539 030	Condensateur électrolytique 470 µF, BST.....	451
531 583	Multimètre METRAport 40 S.....	351	539 031	Condensateur 1 µF, BST.....	451
531 67	Galvanomètre à cadre mobile.....	353	539 035	Diode 1N4007, BST.....	451
531 68	Voltmètre 1,5/3/15 V.....	353	539 037	Diode électroluminescente rouge, BST.....	451
531 69	Ampèremètre 0,03/0,3/3 A.....	353	539 038	Diode électroluminescente verte, BST.....	451
531 831	Joulemètre-wattmètre.....	360, 437	539 040	Diode électroluminescente pour fibres optiques, BST.....	451
531 832	Multimètre numérique P.....	360, 694	539 042	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A, BST.....	451
531 835	Instrument de mesure universel Physique.....	22, 187, 286, 349, 421, 424	539 043	Transistor NPN, BST.....	452
531 836	Instrument de mesure universel Chimie.....	23, 686, 712	539 044	Transistor PNP, BST.....	452
531 837	Instrument de mesure universel Biologie.....	24	539 047	Phototransistor pour fibres optiques, BST.....	452
531 900	Multimètre de démonstration.....	345	539 049	Haut-parleur, BST.....	452
531 905	Multimètre de démonstration (passif).....	346	539 050	Microphone, BST.....	452
531 93	Palpeur haute tension.....	346	539 052	Porte-bobine, BST.....	450
531 94	Ampèremètre-voltmètre.....	347	539 053	Support piles, BST.....	448
532 00	Amplificateur de mesure D.....	363	539 060	Connecteur adaptateur, BST.....	455
532 033	LIT: Amplificateur de mesure D.....	364	539 061ET10	Lames de contact, BST, jeu de 10.....	456
532 13	Microvoltmètre.....	364	539 062	Bilame, BST.....	456
532 14	Amplificateur électromètre.....	365	539 063	Conducteurs et isolants, BST, jeu.....	455
532 151	Collection Amplificateur électromètre.....	387	539 064	Ressort à lame, BST.....	456
532 152	Collection complémentaire Amplificateur électromètre.....	388	539 065	Cuve, BST.....	456
532 16	Tige de raccordement.....	366	539 066	Électrodes, BST, paire.....	456
536 02	Pont de Wheatstone.....	382	539 069	Plateau de rangement S33, BST.....	458, 663
536 101	Résistances de mesure 1 ohm.....	381	539 070	Circuit électrique simple, collection de base BST.....	443
536 111	Résistance de mesure 5 ohms.....	381	539 071	Interrupteurs pour circuit électrique, collection complémentaire BST.....	443
536 121	Résistance de mesure 10 ohms.....	381	539 072	Conducteurs et isolants, collection complémentaire BST.....	444
536 131	Résistance de mesure 100 ohms.....	381	539 073	Résistance électrique, collection complémentaire BST.....	444
536 141	Résistance de mesure 1 kohm.....	381	539 074	Électromagnétisme et induction, collection complémentaire BST.....	445
536 191	Résistance de mesure 10 kohms.....	381	539 075	Bases de l'électronique, collection complémentaire BST.....	445
536 201	Résistance de mesure 1 Mohm.....	381	539 076	Électronique à transistors, collection complémentaire BST.....	446
536 211	Résistance de mesure 10 Mohms.....	381	539 077	Raccords, collection de base BST.....	447
536 221	Résistance de mesure 100 Mohms.....	381	539 078	Câbles de connexion, collection de base BST.....	447, 455
536 231	Résistance de mesure 1 Gohm.....	381	539 080	Sécurité électrique, collection complémentaire BST.....	446
536 251	Résistance de mesure 100 kΩ.....	381	539 081	Câbles de connexion « Sécurité électrique », BST.....	448, 455
536 29	Décade de résistances 1 Ω...11 MΩ.....	382	539 086	Modèle prise de courant, BST.....	452
536 776	Décade de résistances 0...1 kΩ.....	382	539 087	Modèle fusible, BST.....	453
536 777	Décade de résistances 0...100 Ω.....	382	539 088	Consommateur avec boîtier, BST.....	453
536 778	Décade de résistances 0...10 Ω.....	382	539 089	Modèle corps humain, BST.....	453
536 779	Décade de résistances 0...1 Ω.....	382	539 090	Conducteurs PE, L, N, BST.....	453
537 32	Rhéostat à curseur 10 ohms.....	381	539 501EN	LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection de base, en anglais.....	268, 330, 506, 563
537 33	Rhéostat à curseur 33 ohms.....	381	539 502EN	LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, en anglais.....	330, 506, 564
537 34	Rhéostat à curseur 100 ohms.....	381	539 502en	LIT : Expériences de démonstration Physique, enseignement secondaire, collection complémentaire, en anglais.....	268
537 35	Rhéostat à curseur 330 ohms.....	381	539 506EN	LIT : Électricité et électronique avec les composants BST, pour la démonstration, anglais.....	459
537 36	Rhéostat à curseur 1000 ohms.....	381	539 507DE	LIT : Machines électriques d'enseignement S1, allemand.....	442
537 37	Rhéostat à curseur 3300 ohms.....	381	539 508EN	LIT : Sécurité électrique domestique, anglais.....	459
538 001	Condensateur 250 pF.....	383	540 091	Électroscope.....	385
538 011	Condensateur 1000 pF.....	383	540 10	Électromètre relatif.....	384
538 021	Condensateur 0,01 µF.....	383	540 10P	Électromètre relatif, équipement.....	385
538 031	Condensateur 0,1 µF.....	383	540 11	Équipement électrostatique 1.....	384
538 041	Condensateur 0,5 µF.....	383	540 12	Équipement électrostatique 2.....	384
538 051	Condensateur 1 µF.....	383	540 133	LIT : Électromètre relatif, français.....	384
538 061	Condensateur 2 µF.....	383	540 52	Isolateur pour l'expérimentation.....	391
538 071	Condensateur 5 µF.....	383	540 540	Accessoires pour le mesure de champ électrique S.....	389
538 311	Condensateur électrolytique 2200 µF.....	383	541 00	Bâtonnets de friction, PVC et plexiglas.....	385
539 000	Cavalier, BST.....	454	541 01	Tube en verre.....	385
539 001	Raccord droit, BST.....	453	541 02	Tube en verre avec chape.....	386
539 002	Raccord droit avec douille, BST.....	453	541 04	Bâtonnet en plastique.....	386
539 003	Raccord droit avec 2 douilles, BST.....	454	541 05	Bâtonnet en plastique avec chape.....	386
539 004	Raccord angle à 90°, BST.....	454	541 06	Équipement lignes de champ électrique.....	389
539 005	Raccord angle à 90° avec douille, BST.....	454	541 21	Peau de chamois.....	386
539 006	Raccord dérivation en T, BST.....	454	541 652	Machine à influence de Wimshurst.....	342
539 007	Raccord dérivation en T avec douille, BST.....	454	541 68	Électrostatique, collection.....	387
539 008	Résistance 47 ohms, BST.....	449	541 72	Générateur de Van de Graaf.....	342
539 009	Résistance 100 ohms, BST.....	449	542 51	Plaque à influence, 8 cm x 4 cm.....	391
539 010	Résistance 470 ohms, BST.....	449			
539 011	Résistance 1 kohm, BST.....	449			
539 012	Résistance 4,7 kohms, BST.....	449			
539 013	Résistance 10 kohms, BST.....	449			

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
542 52	Plaquette d'essai, 4 cm x 4 cm.....	391	554 895	Film pour rayons X.....	597
543 00	Sphères conductrices, jeu de 3.....	391	554 896	Film pour rayons X Agfa Dentus M2.....	597
543 01	Sphère creuse métallisée.....	392	554 8971	Révéléateur et fixateur pour film pour rayons X.....	597
543 021	Sphère sur support isolant.....	392	554 980EN	LIT : appareil à rayons X, en anglais.....	594
543 05	Hémisphères de Cavendish, paire.....	392	555 051	Adaptateur pour tubes de démonstration LD.....	577
543 071	Conducteur conique sur support isolant.....	392	555 300	Tube de Braun avec monture.....	578
544 02	Bouteille de Leyde.....	392, 498	555 302	Tube de Braun.....	578
544 22	Condensateur à plaques.....	390	555 571	Tube à faisceau électronique filiforme.....	572
544 23	Condensateur démontable.....	390	555 581	Support avec bobines de Helmholtz et dispositif de mesure.....	572
545 09	Cuve électrolytique.....	389	555 600	Support pour tubes.....	576
546 12	Cage de Faraday.....	391	555 604	Paire de bobines de Helmholtz.....	577, 584
546 282	Compteur Geiger à pointe avec adaptateur.....	606	555 610	Diode de démonstration.....	398, 573
546 311	Électrodes de zinc et à grille.....	392, 572	555 612	Triode de démonstration.....	398, 574
546 56	Armoire de rangement pour substances radioactives.....	610	555 614	Triode à gaz.....	398, 574
550 35	Fil résistif (cuivre), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 618	Tube à luminescence.....	576
550 361	Fil résistif (constantan), 0,3 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 620	Tube à croix de Malte.....	575
550 39	Fil résistif (laiton), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 622	Tube de Jean Perrin.....	575
550 40	Fil résistif (constantan), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 624	Déflectron.....	575
550 41	Fil résistif (constantan), 0,7 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 626	Support pour tube de Franck-Hertz d'un faisceau d'électrons.....	576
550 42	Fil résistif (constantan), 0,35 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 629	Réseau en croix tournant.....	577
550 43	Fil résistif (constantan), 0,4 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 81	Four électrique tubulaire, 230 V.....	303, 581
550 44	Fil résistif (constantan), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 84	Support pour four électrique tubulaire.....	303
550 443	Fil résistif (constantan), 0,7 mm Ø, 20 m.....	395, 457	555 854	Tube de Franck-Hertz au mercure.....	580
550 445	Fil résistif (constantan), 1,0 mm Ø, 20 m.....	395, 457	555 864	Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, connecteur DIN.....	581
550 45	Fil résistif (nickel-chrome), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 865	Douille de connexion pour tube de Franck-Hertz au mercure, fiches de 4 mm.....	581
550 46	Fil résistif (nickel-chrome), 0,25 mm Ø, 100 m.....	395, 457	555 870	Tube de Franck-Hertz au néon.....	582
550 47	Fil résistif (nickel-chrome), 0,35 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 871	Support pour tube de Franck-Hertz au néon.....	582
550 48	Fil résistif (nickel-chrome), 0,4 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 872	Câble de connexion FH-Ne, 6 pôles.....	583
550 49	Fil résistif (nickel-chrome), 0,5 mm Ø, 50 m.....	395, 457	555 880	Alimentation Franck-Hertz.....	580, 582
550 51	Fil résistif (fer), 0,2 mm Ø, 100 m.....	395, 457	557 01	Thermocouples, jeu.....	505
550 57	Appareil pour mesures de la résistance.....	394	557 36	Pile thermoélectrique de Moll.....	302, 505, 546
550 601	Conducteurs et isolants, jeu.....	394	558 74	Cellule photo-électrique dans élément enfichable.....	548, 571
550 64	Plaques métalliques, jeu de 5.....	415	558 77	Cellule photo-électrique pour la détermination de h.....	548, 570
554 161	Tube à décharge, rayons canaux.....	397, 573	558 79	Dispositif compact pour la détermination de h.....	571
554 581	Microscope à effet tunnel.....	567, 627	558 791	Monture pour cellule photo-électrique.....	570
554 583	Fil de rechange pour microscope à effet tunnel.....	627	558 792	Roue pour filtres avec diaphragme à iris.....	536, 571
554 584	Échantillon de MoS <sub>2</sub> .....	627	558 80	Piège de Paul.....	567
554 5841	Échantillon de TaS <sub>2</sub> .....	628	558 814	Alimentation pour le pompage optique.....	588
554 5842	Échantillon de TaSe <sub>2</sub> .....	628	558 823	Lampe au rubidium à haute fréquence.....	588
554 5844	Échantillon de WSe <sub>2</sub> .....	628	558 826	Bobines de Helmholtz sur cavalier.....	589
554 60	Microscope à émission de champ.....	566, 626	558 833	Chambre d'absorption avec cellule au rubidium.....	589
554 605	Plaque de connexion pour microscope à émission de champ.....	566, 626	558 835	Photodétecteur au silicium.....	547, 590
554 77	Cristal de LiF pour la réflexion de Bragg.....	594	558 836	Convertisseur I/U pour le photodétecteur au silicium.....	589
554 78	Cristal de NaCl pour la réflexion de Bragg.....	594	559 00	Tube compteur pour rayonnement β et γ.....	607
554 800	Appareil de base à rayons X.....	592	559 01	Tube compteur à fenêtre pour rayonnements α, β, γ et X avec câble.....	40, 607
554 801	Appareil à rayons X Mo, complet.....	592, 629	559 012	Tube compteur à grande surface sensible.....	40, 608
554 804	Tiroir pour l'appareil à rayons X.....	593	559 013	Support de tube compteur.....	608
554 820	Logiciel Tomodensitométrie Pro.....	603	559 07	Câble pour tubes compteurs, 100 cm de long.....	607
554 820P	Kit tomodensitométrie Pro.....	604	559 18	Collimateur avec pastilles d'absorption.....	614
554 821	Module de tomodensitométrie.....	601	559 22	Chambres de déflexion pour rayons nucléaires.....	615
554 824	Tiroir pour le module de tomodensitométrie.....	601	559 23	Support orientable pour tube compteur à fenêtre.....	614
554 825	Adaptateur LEGO®.....	601	559 412	Appareil de Millikan.....	568
554 826	Accessoires pour la tomodensitométrie.....	602	559 421	Alimentation pour l'appareil de Millikan.....	569
554 827	Lunettes en 3D rouge et cyan.....	602	559 435	Préparation de radium 226, 5 kBq.....	610
554 828	Capteur pour radiographie.....	597, 602	559 460	Préparation d'uranium 238/235, 0,2 kBq.....	611
554 829	Chariot de positionnement de précision du capteur pour radiographie.....	598, 603	559 52	Feuille d'aluminium dans monture.....	616, 621
554 831	Goniomètre.....	593	559 521	Feuille d'or et d'aluminium dans support.....	622
554 832	Lot de films d'absorption.....	596	559 54	Feuille d'or dans monture.....	616, 622
554 834	Accessoires pour l'absorption X-ray.....	595	559 56	Chambre à diffusion de Rutherford.....	616, 621
554 835	Accessoires HD X-ray.....	595	559 565	Chambre de spectroscopie alpha.....	622
554 836	Accessoires pour l'effet Compton X-ray.....	595	559 57	Chambre de Wilson selon Schürholz.....	605
554 8371	Accessoires pour l'effet Compton X-ray II.....	599	559 595	Préparation de radium 226 pour la chambre de Wilson, 5 kBq.....	605, 611
554 838	Porte-film X-ray.....	596, 630	559 800	Collection Diffusion Compton.....	623
554 839	Modèle de vaisseau sanguin pour produits de contraste.....	598	559 809	Préparation de césium 137, 3,7 MBq.....	613
554 8391	Modèle d'implant.....	598	559 8150Z	Générateur de radio-isotopes 137mCs/Ba, 370 kBq.....	613
554 840	Condensateur à plaques X-ray.....	596	559 816	Solution d'éluion.....	613
554 842	Support pour poudre cristalline.....	594, 629	559 821	Préparation d'américium 241, 74 kBq.....	611
554 844	Cibles fluorescence des raies K, jeu.....	600	559 825	Préparation d'américium 241, non scellée, 3,7 kBq.....	611
554 846	Cibles fluorescence des raies L, jeu.....	600	559 820Z	Préparation d'américium 241, 330 kBq.....	614
554 848	Cibles en alliages, jeu.....	600	559 835	Préparations, jeu de 3.....	612
554 861	Tube à rayons X, Mo.....	593	559 845	Mélange de radionucléides α, β, γ.....	612
554 862	Tube à rayons X, Cu.....	593	559 855	Préparation de cobalt 60, 74 kBq.....	612
554 863	Tube à rayons X, Fe.....	593	559 865	Préparation de sodium 22, 74 kBq.....	612
554 864	Tube à rayons X, W.....	593	559 88	Bécher de Marinelli.....	619
554 865	Tube à rayons X, Ag.....	593	559 885	Préparation d'étalonnage de césium 137, 5 kBq.....	613
554 866	Tube à rayons X, Au.....	593	559 89	Blindage du scintillateur.....	620
554 87	Cristal de LiF pour cliché de Laue.....	630	559 891	Socle pour le compteur à scintillation.....	620
554 88	Cristal de NaCl pour cliché de Laue.....	630	559 901	Compteur à scintillation.....	618
554 8931	Sac et boîte de développement.....	597	559 912	Module de sortie du détecteur.....	619

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
559 921	Détecteur semi-conducteur	620	575 451	Compteur P	367, 609
559 931	Préamplificateur de discriminateur	621	575 471	Compteur S	367, 609
559 938	Détecteur d'énergie de rayonnement X	599	575 48	Compteur numérique	366, 610
559 94	Jeu d'absorbants et de cibles	614	576 71	Segment de plaque à réseau, STE	460, 700
560 15	Équipement pour expériences d'électromagnétisme	422	576 74	Plaque à réseau A4, STE	460
560 31	Pièces polaires perforées, paire	434	576 75	Plaque à réseau A3, STE	460
560 315	Pièces polaires à grand perçage, paire	434, 587	576 77	Supports pour plaques STE, paire	460
560 32	Disque tournant en aluminium	426, 436	576 791	Symboles enfichables, jeu de 10	482
560 331	Compteur de courant alternatif	359, 436	576 86	Porte-pile Mono STE 2/50	332, 483
560 34	Pendule de Waltenhofen	426, 435	576 92	Boîtiers vides STE 2/19, jeu de 10	482
560 361	Loi de Lenz, kit	426	576 94	Boîtiers vides STE 4/50, jeu de 5	482
560 41	Diamagnétisme et ferromagnétisme, jeu de tiges	419	577 00	Résistance 100 Mohms, STE 2/19	463
560 482	Parallélépipède rectangle en flint avec support	563	577 02	Résistance 1 Gohm, STE 2/19	463
560 59	Bobines plates, paire	418	577 03	Résistance 10 Gohms, STE 2/19	463
560 61	Modèle d'aimants, cubique	418	577 087	Résistance 40,2 kohms, STE 2/19	462
560 62	Modèle d'aimants, hexagonal	418	577 096	Résistance 80,6 kohms, STE 2/19	462
560 630	Appareil pour l'étude des lignes de champ magnétique, 3 D	415	577 15	Résistance 0,1 ohm, STE 2/19	462
560 701	Jeu pour la démonstration du champ magnétique	417	577 16	Résistance 0,22 ohm, STE 2/19	462
560 702	Conducteur droit sur boîte en verre acrylique	417	577 18	Résistance 0,68 ohm, STE 2/19	462
560 703	Conducteur annulaire sur boîte en verre acrylique	417	577 19	Résistance 1 ohm, STE 2/19	462
560 704	Conducteur en forme de bobine sur boîte en verre acrylique	418	577 20	Résistance 10 ohms, STE 2/19	462
560 705	Support d'aimant à rainures sur boîte en verre acrylique	418	577 201	Résistance 10 ohms, STE 2/19	463
561 05	Sonnette électrique	264	577 21	Résistance 5,1 ohms, STE 2/19	462
561 071	Modèle de sonnette et de relais, matériel	438	577 23	Résistance 20 ohms, STE 2/19	462
562 11	Noyau en U avec joug	433	577 24	Résistance 22 ohms, STE 2/19	462
562 115	Noyau de fer en U avec joug	433	577 28	Résistance 47 ohms, STE 2/19	462
562 11P	Équipement de base : transformateur démontable	433	577 293	Résistance 56 ohms, STE 2/19	463
562 121	Agrafe d'assemblage avec pince à ressort	434	577 30	Résistance 62 ohms, STE 2/19	462
562 13	Bobine à 250 spires	433	577 32	Résistance 100 ohms, STE 2/19	462
562 131	Bobine à 480 spires, 10 A	433	577 321	Résistance 120 ohms, STE 2/19	462
562 14	Bobine à 500 spires	433	577 33	Résistance 82 ohms, STE 2/19	462
562 15	Bobine à 1000 spires	433	577 34	Résistance 150 ohms, STE 2/19	462
562 16	Bobine à 10 000 spires	433	577 35	Résistance 200 ohms, STE 2/19	462
562 17	Bobine à 23 000 spires	433	577 36	Résistance 220 ohms, STE 2/19	462
562 18	Bobine très basse tension, 50 spires	433	577 38	Résistance 330 ohms, STE 2/19	462
562 19	Bobine à 5 spires	436	577 40	Résistance 470 ohms, STE 2/19	462
562 20	Creuset annulaire	435	577 41	Résistance 510 ohms, STE 2/19	462
562 21	Bobine secteur à 500 spires	433	577 42	Résistance 680 ohms, STE 2/19	462
562 25	Garniture de pièces polaires	425, 435	577 43	Résistance 820 ohms, STE 2/19	462
562 31	Lames en fer blanc, jeu de 5	436	577 44	Résistance 1 kohm, STE 2/19	462
562 32	Cordon de soudure	435	577 45	Résistance 1,2 kohm, STE 2/19	462
562 33	Anneau métallique	435	577 46	Résistance 1,5 kohm, STE 2/19	462
562 34	Support de bobines	434	577 47	Résistance 1,8 kohm, STE 2/19	462
562 791	Adaptateur secteur 12 V CA	333, 366	577 48	Résistance 2,2 kohms, STE 2/19	462
562 793	Adaptateur secteur pour pendule de Pohl	227	577 486	Résistance 2,7 kohms, STE 2/19	462
562 801	Transformateur pour travaux pratiques	437	577 50	Résistance 3,3 kohms, STE 2/19	462
562 901	Maquette système d'allumage	317	577 51	Résistance 3,9 kohms, STE 2/19	462
563 091	Pièce polaire pour aimant MEE	441	577 52	Résistance 4,7 kohms, STE 2/19	462
563 101	Pièce polaire large pour bobine MEE	441	577 53	Résistance 5,6 kohms, STE 2/19	462
563 11	Bobine à 250 spires MEE	441	577 55	Résistance 6,8 kohms, STE 2/19	462
563 13	Balai MEE	441	577 56	Résistance 10 kohms, STE 2/19	462
563 16	Clé Allen	442	577 58	Résistance 15 kohms, STE 2/19	462
563 17	Disque de centrage MEE	442	577 59	Résistance 20 kohms, STE 2/19	462
563 18	Porte-balais MEE	441	577 60	Résistance 22 kohms, STE 2/19	462
563 19	Rotor à aimant MEE	440	577 606	Résistance 27 kohms, STE 2/19	462
563 22	Rotor bipolaire MEE	440	577 61	Résistance 33 kohms, STE 2/19	462
563 23	Rotor tripolaire MEE	440	577 62	Résistance 39 kohms, STE 2/19	462
563 24	Rotor en tambour MEE	441	577 64	Résistance 47 kohms, STE 2/19	462
563 28	Rotor à aiguille aimantée MEE	440	577 657	Résistance 68 kohms, STE 2/19	462
563 303	Entraînement manuel MEE	442	577 68	Résistance 100 kohms, STE 2/19	463
563 31	Huile, 100 ml, en flacon compte-gouttes	442	577 69	Résistance 82 kohms, STE 2/19	463
563 480	Collection de base MEE	439	577 70	Résistance 150 kohms, STE 2/19	463
563 481	Collection complémentaire MEE	439	577 71	Résistance 220 kohms, STE 2/19	463
565 623	LIT: Circuits en courant continu	489	577 73	Résistance 330 kohms, STE 2/19	463
565 633	LIT: Courants alternatifs T 2.3, français	489	577 74	Résistance 470 kohms, STE 2/19	463
565 713	LIT: Composants discrets et circuits de base de l'électronique T 6.1.1, français	489	577 75	Résistance 680 kohms, STE 2/19	463
565 722	LIT: Circuits logiques de base T 6.1.2, anglais	489	577 76	Résistance 1 Mohm, STE 2/19	463
567 18	Plaquette pour enroulement de fil	394, 456, 483	577 78	Résistance 10 Mohms, STE 2/19	463
571 26	Câbles adaptateurs de 2/4 mm, 30 cm, bleus, jeu de 5	700	577 79	Rhéostat 1 kohm, STE 2/19	464
571 401	Carte logique 1	490	577 80	Rhéostat 10 kohms, STE 2/19	464
571 402	Carte logique 2	491	577 81	Rhéostat 4,7 kohms, STE 2/19	464
575 212	Oscilloscope à deux canaux 400	361	577 82	Rhéostat 47 kohms, STE 2/19	464
575 230	Oscilloscope à mémoire numérique 722	361	577 83	Rhéostat 100 kohms, STE 2/19	464
575 231	Sonde 100 MHz, 1:1/10:1	362, 373	577 86	Rhéostat 470 kohms, STE 2/19	464
575 24	Câble de mesure BNC/4 mm	362, 373	577 90	Potentiomètre 220 ohms, STE 4/50	464
575 299	Oscilloscope à mémoire numérique 1522	362	577 91	Potentiomètre 470 ohms, STE 4/50	464
575 301	Oscilloscope numérique PT1200	361	577 92	Potentiomètre 1 kohm, STE 4/50	464
575 35	Adaptateur BNC/4 mm, bipolaire	363, 373	577 925	Potentiomètre 10 kohms, STE 4/50	464
575 355	Adaptateur BNC/douilles de sécurité de 4 mm, bipolaire	363, 373	577 93	Potentiomètre 1 kohm, 10 tours, STE 4/50	464

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
577 94	Potentiomètre 22 kohms, STE 4/50.....	464	578 69	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
577 945	Potentiomètre 47 kohms, STE 4/50.....	464	578 70	Transistor BC 560, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477
577 95	Potentiomètre 4,7 kohms, STE 4/50.....	464	578 71	Transistor BC 550, NPN, ém. haut, STE 4/50.....	477
577 96	Potentiomètre 100 kohms, STE 4/50.....	464	578 72	Transistor BC 560, PNP, ém. haut, STE 4/50.....	477
577 964	Potentiomètre 1 Mohm, STE 4/50.....	464	578 74	Transistor BD 138, PNP, ém. haut, STE 4/50.....	477
577 97	Décade de résistances 10 ohms...11,1 kohms, STE 4/50/100.....	465	578 755	Transistor (MOSFET) BUZ 73, STE 4/50.....	477
578 00	Varistance VDR STE 2/19.....	466	578 76	Transistor BC 140, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477
578 02	Photorésistance LDR 05, STE 2/19.....	466	578 761	Transistor BC 160, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477
578 03	Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/19.....	465	578 77	Transistor (à effet de champ) BF 244, STE 4/50.....	477
578 04	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/19.....	466	578 78	Transistor (Darlington) TIP 162, STE 4/50.....	477
578 05	Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/19.....	465	578 79	Thyristor TYN 1012, STE 4/50.....	478
578 06	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/19.....	466	578 811	Triac BT 137/800, STE 4/50.....	478
578 07	Thermistance CTP 100 ohms, STE 2/19.....	465	578 835	Barrière lumineuse en U, STE 4/50.....	475
578 09	Condensateur 22 nF, STE 2/19.....	467	578 85	Amplificateur opérationnel LM 741, STE 4/50.....	478
578 10	Condensateur 10 nF, STE 2/19.....	467	578 86	Amplificateur opérationnel (de puissance), STE 4/50.....	478
578 11	Condensateur 47 nF, STE 2/19.....	467	578 87	Transformateur à noyau de ferrite HF 1:2, STE 4/50.....	471
578 12	Condensateur 10 µF, STE 2/50.....	468	578 88	Transformateur d'impulsions 1:1, 400 mW, STE 4/50.....	471
578 13	Condensateur 0,22 µF, STE 2/19.....	467	578 89	Transformateur BF 1:1, 40 mW, STE 4/50.....	471
578 15	Condensateur 1 µF, STE 2/19.....	467	578 92	Pont redresseur B250/C3700, STE 4/50.....	476
578 16	Condensateur 4,7 µF, STE 2/19.....	467	578 95	Condensateur variable 500 pF, STE 4/50.....	468, 479
578 182	Condensateur 4,7 pF, STE 2/19.....	467	578 961	Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/50.....	479
578 19	Condensateur 10 pF, STE 2/19.....	467	578 99	Amplificateur d'antenne, STE 4/50.....	480
578 20	Condensateur 22 pF, STE 2/19.....	467	579 00	Self 3,3 µH, STE 2/19.....	479
578 21	Condensateur 47 pF, STE 2/19.....	467	579 004	Self 10 mH, STE 2/19.....	479
578 22	Condensateur 100 pF, STE 2/19.....	467	579 02	Inductance à noyau en forme de coupelle 33 mH, STE 2/19.....	479
578 23	Condensateur 220 pF, STE 2/19.....	467	579 03	Bobine haute fréquence 2,2 µH, STE 2/19.....	479
578 24	Condensateur 470 pF, STE 2/19.....	467	579 031	Bobine haute fréquence 150 µH, STE 2/19.....	479
578 25	Condensateur 1 nF, STE 2/19.....	467	579 05	Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/19.....	461
578 252	Condensateur 1,5 nF, STE 2/19.....	467	579 06	Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/19.....	411, 461, 699
578 26	Condensateur 2,2 nF, STE 2/19.....	467	579 07	Support de transistor tripolaire, STE 4/50.....	480
578 262	Condensateur 3,3 nF, STE 2/19.....	467	579 08	Support CI 14 broches, STE 4/50.....	480
578 27	Condensateur 4,7 nF, STE 2/19.....	467	579 09	Support CI 16 broches, STE 4/50.....	480
578 28	Condensateur 10 nF, STE 2/19.....	467	579 10	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/19.....	460
578 31	Condensateur 0,1 µF, STE 2/19.....	467	579 11	Bouton poussoir (rupteur), STE 2/19.....	460
578 33	Condensateur 0,47 µF, STE 2/19.....	467	579 13	Interrupteur à bascule, STE 2/19.....	461
578 34	Condensateur électrolytique 22 µF, STE 2/19.....	467	579 14	Commutateur bipolaire, STE 4/50.....	461
578 35	Condensateur 1 µF, STE 2/19.....	467	579 15	Commutateur STE 2/50.....	461
578 36	Condensateur 2,2 µF, STE 2/19.....	467	579 18	Programmeur à cames STE 4/19/50.....	461
578 37	Condensateur électrolytique 10 µF, STE 2/19.....	467	579 21	Relais avec commutateur, STE 4/50.....	470
578 38	Condensateur électrolytique 47 µF, STE 2/19.....	467	579 220	Pompe à eau STE 2/50.....	304, 472
578 39	Condensateur électrolytique 100 µF, STE 2/19.....	467	579 271	Microphone STE 4/50.....	478
578 392	Condensateur électrolytique 100 µF, bipolaire, STE 2/19.....	467	579 28	Haut-parleur avec transducteur, STE 4/50.....	479
578 40	Condensateur électrolytique 470 µF, STE 2/19.....	467	579 29	Écouteur.....	479
578 41	Condensateur électrolytique 220 µF, bipolaire, STE 2/19.....	467	579 30	Contact de réglage STE 2/19.....	469
578 42	Condensateur électrolytique 1000 µF, STE 2/50.....	468	579 31	Palette vibrante STE 2/50.....	469
578 43	Diode électroluminescente rouge, 220 ohms, STE 2/19.....	473	579 32	Timbre pour sonnette.....	470
578 44	Diode BY 255, STE 2/19.....	476	579 331	Support enfichable STE.....	469
578 45	Diode Zener 3,9, 2 W, STE 2/19.....	476	579 332ET	Ressort à lame, plaque de contact et bilame.....	469
578 46	Diode Zener 6,2, 2 W, STE 2/19.....	476	579 36	Moteur CC avec réducteur, STE 4/19/50.....	472
578 47	Diode électroluminescente jaune, STE 2/19.....	473	579 37	Micromoteur STE 2/19.....	411, 472
578 48	Diode électroluminescente rouge, STE 2/19.....	473	579 42	Moteur avec levier oscillant, STE 2/19.....	472
578 483	Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/19.....	474	579 43	Moteur CC et génératrice tachymétrique, STE 4/19/50.....	471
578 487	Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/19.....	474	579 44	Fibres optiques, jeu de 2.....	458, 475, 510
578 49	Diode infrarouge, émission latérale, STE 2/19.....	473	579 45	Stator STE 4/50.....	471
578 50	Diode AA 118, germanium, STE 2/19.....	476	579 46	Rotor bobiné STE.....	471
578 51	Diode 1N 4007, STE 2/19.....	476	579 47	Couronne porte-balais STE.....	471
578 52	Diode varicap BB 212, STE 4/50.....	479	579 48	Rotor aimanté STE.....	471
578 53	Diode Zener 3,3, STE 2/19.....	476	579 60	Thermistance CTP 150 ohms, STE 2/19.....	465
578 54	Diode Zener 9,1, STE 2/19.....	476	580 10	Plaque à réseau A2, STE.....	460
578 55	Diode Zener 6,2, STE 2/19.....	476	580 15	Boîtiers vides STE 2/50, jeu de 5.....	482
578 553	Diode Zener 5,6, STE 2/19.....	476	580 16	Boîtiers vides STE 4/100, jeu de 5.....	482
578 554	Diode Zener 8,2, STE 2/19.....	476	580 37	Résistance 10 kohms, STE 2/50.....	463
578 56	Diode Zener 18, STE 2/19.....	476	580 40	Résistance 100 kohms, STE 2/50.....	463
578 57	Diode électroluminescente verte, STE 2/19.....	473	580 49	Résistance 1 ohm, STE 2/50.....	463
578 58	Diode électroluminescente rouge, émission latérale, STE 2/19.....	473	580 50	Résistance 10 ohms, STE 2/50.....	463
578 59	Diac D 3202 Y, STE 2/19.....	478	580 54	Résistance 22 ohms, STE 2/50.....	463
578 60	Diode SKN 2,5/0,8, STE 2/19.....	476	580 58	Résistance 47 ohms, STE 2/50.....	463
578 61	Phototransistor, latéral, STE 2/19.....	474	580 62	Résistance 100 ohms, STE 2/50.....	463
578 611	Phototransistor STE 2/19.....	474	580 66	Résistance 220 ohms, STE 2/50.....	463
578 612	Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/19.....	475	580 70	Résistance 470 ohms, STE 2/50.....	463
578 613	Phototransistor pour fibre optique, STE 4/50.....	475	580 74	Résistance 1 kohm, STE 2/50.....	463
578 615	Photodiode pour fibre optique, STE 2/19.....	474	580 76	Résistance 1,5 kohm, STE 2/50.....	463
578 62	Cellule solaire STE 2/19.....	473, 546	580 78	Résistance 2,2 kohms, STE 2/50.....	463
578 622	Cellule solaire 0,5 V/0,3 A.....	305, 473	580 82	Résistance 4,7 kohms, STE 2/50.....	463
578 623	Panneau solaire 4,5 V/0,1 A.....	305, 473, 700	580 90	Résistance 22 kohms, STE 2/50.....	463
578 63	Panneau solaire 2 V/0,3 A, STE 4/100.....	305, 473	580 94	Résistance 47 kohms, STE 2/50.....	463
578 65	Transistor BD 130, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477	581 01	Résistance 220 kohms, STE 2/50.....	463
578 67	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/50.....	477	581 04	Résistance 470 kohms, STE 2/50.....	463
578 68	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/50.....	477	581 06	Résistance 1 Mohm, STE 2/50.....	463

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
581 10	Rhéostat 10 kohms, STE 2/50.....	464	587 56	Système de Lecher avec accessoires.....	500
581 12	Rhéostat 47 kohms, STE 2/50.....	464	587 66	Plaque réfléchissante.....	243
581 13	Rhéostat, 100 kohms, STE 2/50.....	464	587 800	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre :	
581 16	Rhéostat, 470 kohms, STE 2/50.....	464		entendre, toucher, goûter, sentir.....	666
581 40	Potentiomètre 220 ohms, STE 4/100.....	464	587 801	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : voir.....	667
581 42	Potentiomètre 1 kohm, STE 4/100.....	464	587 802	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre :	
581 46	Potentiomètre 100 kohms, STE 4/100.....	464		sur les traces du monde miniature.....	668
581 53	Photorésistance LDR 05, STE 2/50.....	466	587 803	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : soleil, Terre, lune.....	669
581 54	Thermistance CTN 150 ohms, STE 2/50.....	465	587 804	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : température et chaleur.....	670
581 55	Sonde à thermistance CTN 4,7 kohms, STE 2/50.....	466	587 805	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : mon corps, ma santé...671	
581 57	Thermistance CTN 2,2 kohms, STE 2/50.....	465	587 806	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les matières dans notre quotidien.....	672
581 59	Sonde à thermistance CTP 30 ohms, STE 2/50.....	466	587 807	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : les appareils dans notre quotidien.....	673
581 65	Élément chauffant 100 ohms, 2 W, STE 2/50.....	463, 466	587 808	Kit d'expérimentation Sciences de la Vie et de la Terre : le sol.....	674
581 81	Condensateur 0,1 µF, STE 2/50.....	468	588 333	LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.4 - Circuits électriques de base, français.....	488
581 83	Condensateur 0,47 µF, STE 2/50.....	468	588 343	LIT: Science Kit Advanced Électricité 3.5 - Électromagnétisme et induction, français.....	488
581 85	Condensateur 1 µF, STE 2/50.....	468	588 423	LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.1 - Circuits électroniques de base, français.....	488
581 86	Condensateur 4,7 µF, STE 2/50.....	468	588 432	LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.2 - Applications à transistor, anglais.....	488
581 87	Condensateur électrolytique 10 µF, STE 2/50.....	468	588 443	LIT: Science Kit Advanced Électronique 4.3 - Optoélectronique, français.....	489
581 88	Condensateur électrolytique 47 µF, STE 2/50.....	468	588 48EN	LIT: STM Radioactivité 6.1, anglais.....	617
581 89	Condensateur électrolytique 100 µF, STE 2/50.....	468	588 836S	Collection Énergie Avanced Science Kit.....	306
581 90	Condensateur électrolytique 470 µF, STE 2/50.....	468	588 837S	Collection EN 2 Science Kit Advanced.....	405
581 98	Diode électroluminescente rouge, STE 2/50.....	473	588 855S	Collection RAD 1 Science Kit Advanced.....	616
581 995	Photodiode pour fibre optique, STE 2/50.....	474	588 875S	Collection ELI 1 Science Kit Advanced.....	485
581 996	Phototransistor pour fibre optique, sans base, STE 2/50.....	475	588 876S	Collection ELI 2 Science Kit Advanced.....	486
581 997	Phototransistor pour fibre optique, STE 4/100.....	475	590 011	Fiche de fixation.....	374, 482
581 998	Diode électroluminescente pour fibre optique, STE 2/50.....	474	590 021	Double pince à ressort.....	376
581 999	Diode infrarouge pour fibre optique, STE 2/50.....	474	590 02ET2	Fiches à ressort, petites, jeu de 2.....	167, 375, 483
582 06	Diode AA 118, germanium, STE 2/50.....	476	590 06	Bécher en plastique.....	644
582 07	Diode 1N 4007, STE 2/50.....	476	590 08ET2	Éprouvettes graduées, 100 ml, SAN, jeu de 2.....	173, 643
582 10	Diode Zener 9,1, STE 2/50.....	476	590 13	Tige perforée.....	164
582 11	Diode Zener 6,2, STE 2/50.....	476	590 14	Tige, isolante.....	164
582 17	Diode électroluminescente verte, STE 2/50.....	473	590 27	Jeu de masses marquées, de 1 g à 50 g.....	178
582 25	Transistor BC 550, NPN, ém. bas, STE 4/100.....	477	590 33	Corps pesants, jeu de 2.....	174
582 28	Transistor BD 137, NPN, ém. bas, STE 4/100.....	477	590 48	Thermoplongeur.....	292
582 29	Transistor BD 138, PNP, ém. bas, STE 4/100.....	477	590 50	Couvercle chauffant pour le calorimètre en aluminium.....	292
582 30	Transistor (Darlington) TIP162, STE 4/100.....	477	590 821	Bobine à 250 spires, STE 2/50.....	469
582 41	Thyristor TYN 1012, STE 4/100.....	478	590 83	Bobine à 500 spires, STE 2/50.....	457, 469
582 43	Triac BT 137/800, STE 4/100.....	478	590 84	Bobine à 1000 spires, STE 2/50.....	457, 469
582 51	Barrière lumineuse en U STE 4/100.....	475	590 85	Noyau de fer.....	468
582 581	Circuit oscillant LC à ondes moyennes, STE 4/100.....	479	590 86	Bobine à 50 spires, STE 2/50.....	469, 479
582 60	Relais avec commutateur, STE 4/100.....	470	590 89	Bobine à 300 spires, STE 2/50.....	469
582 70	Douille à vis E10, sur la face supérieure, STE 2/50.....	461	591 21	Fiche à ressort, grande.....	167, 375, 683
582 72	Douille à vis E10, sur le côté, STE 2/50.....	461	591 501	Électrochimie, collection.....	401, 693
582 73	Ampoule linolite 24 V/10 W STE 2/50.....	461, 484	591 51	Cuve plate / Cuve à électrolyse.....	401
582 76	Bouton-poussoir (contacteur), STE 2/50.....	460	591 53	Électrodes de cuivre en plaque, jeu de 10.....	401, 686, 688
582 79	Interrupteur à bascule, STE 2/50.....	461	591 54	Électrodes de zinc en plaque, jeu de 10.....	401, 686, 688
582 81	Commutateur STE 4/50.....	461	591 55	Électrodes de fer en plaque, jeu de 10.....	401, 688
582 82	Disjoncteur différentiel STE 4/100.....	484	591 56	Électrodes de nickel en plaque, jeu de 5.....	401, 688
582 82P	Équipement Sécurité électrique.....	484	591 57	Électrodes d'aluminium en plaque, jeu de 10.....	401, 688
582 83	Coupe-circuit automatique 0,5 A, STE 4/100.....	484	591 591	Électrodes de plomb en plaque, jeu de 2.....	401, 688
582 84	Modèle de prise femelle STE 4/100.....	484	591 61	Électrodes de charbon en plaque, jeu de 5.....	401, 688
582 85	Modèle de corps humain.....	484	593 21	Noyau de transformateur, décomposable.....	457, 468
583 10	Collection BEL-D STE.....	485	593 22	Noyau de fer, décomposable.....	468
583 16	Collection ELO 1-D STE.....	486	597 310FR	CD : Document Center, TP de physique, en français.....	330, 506, 564, 624, 635
583 17	Collection ELO 2-D STE.....	487	597 312EN	LIT: Fiches d'expériences de physique, P2 - chaleur, Anglais.....	330
583 18	Collection ELO 3-D STE.....	487	597 315EN	LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P5 - optique, anglais.....	564
584 022	LIT: Sécurité électrique (VDE 0100), en anglais.....	485	597 316EN	LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P6 - physique atomique et nucléaire, anglais.....	624
586 26	Microphone universel.....	34, 238, 504	597 317EN	LIT : LD Fiches d'expériences de physique, P7 - physique des solides, anglais.....	635
586 281	Microphone universel pour PC.....	34, 239	597 5151EN	LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P1 - mécanique, anglais.....	268
586 291	Microphone.....	238, 504	597 5153EN	LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P3 - électricité, anglais.....	506
586 80	Résistance en métal précieuse.....	395	597 5154EN	LIT: LD Fiches d'expériences de physique, P4 - électronique, anglais.....	506
586 81	Appareil pour l'étude de l'effet Hall (argent).....	632	598 131	Table roulante pour pompe.....	261
586 821	Résistance à semi-conducteur 5 kΩ.....	396	598 141	Connecteur multiple sur support métallique.....	261
586 84	Appareil pour l'étude de l'effet Hall (tungstène).....	632	598 151	Chariot.....	163
586 850	Appareil de base pour l'étude de l'effet Hall.....	633			
586 851	GE non dopé sur carte imprimée.....	633			
586 852	Ge dopé p sur carte imprimée.....	633			
586 853	Ge dopé n sur carte imprimée.....	634			
587 07	Haut-parleur d'aigus.....	236, 503	602 000	Tube à essais DURAN, 10 x 100 mm, lot de 100.....	647
587 08	Haut-parleur à large bande.....	236, 503	602 001	Tube à essais DURAN, 12 x 100 mm, lot de 100.....	647
587 09	Oscillateur.....	228, 237, 503	602 002	Tube à essais DURAN, 16 x 160 mm, lot de 100.....	647
587 191	Haut-parleur à chambre de pression.....	237, 503	602 003	Tube à essais DURAN, 18 x 180 mm, lot de 100.....	647
587 251	Élément piézo-électrique.....	502	602 004	Tube à essais DURAN, 20 x 180 mm, lot de 100.....	647
587 41	Tube à décharge annulaire sur socle.....	499	602 005	Tube à essais DURAN, 30 x 200 mm, lot de 50.....	647
587 44	Tube néon.....	498	602 010	Bécher Boro 3.3, 150 ml, forme haute.....	640
587 451	Transformateur de Tesla, équipement.....	498	602 011	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme haute.....	640
587 46	Éclateur.....	498	602 012	Bécher Boro 3.3, 600 ml, forme haute.....	640
587 54	Dipôles dans cuve d'eau, jeu.....	500	602 013	Bécher Boro 3.3, 800 ml, forme haute.....	640
587 551	Émetteur d'ondes décimétriques.....	499	602 014	Bécher Boro 3.3, 2000 ml, forme haute.....	640
			602 020	Bécher Boro 3.3, 25 ml, forme basse.....	640
			602 021	Bécher Boro 3.3, 50 ml, forme basse.....	640

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
602 022	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme basse.....	640, 683	604 431	Tuyau en silicone, 5 mm Ø, 1 m.....	652, 698
602 023	Bécher Boro 3.3, 150 ml, forme basse.....	640	604 432	Tuyau en silicone, 6 mm Ø, 1 m.....	652
602 024	Bécher Boro 3.3, 800 ml, forme basse.....	640, 729	604 433	Tuyau en silicone, 7 mm Ø, 1 m.....	652
602 025	Bécher Boro 3.3, 2000 ml, forme basse.....	640	604 434	Tuyau en silicone, 8 mm Ø, 1 m.....	652
602 032	Bécher DURAN, 150 ml, forme haute.....	640	604 435	Tuyau en silicone, 10 mm Ø, 1 m.....	652
602 038	Bécher DURAN, 2000 ml, forme haute.....	640	604 440	Pince pour tuyaux 4,5 mm.....	651
602 043	Bécher DURAN, 150 ml, forme basse.....	640	604 441	Pince pour tuyaux 6 mm.....	651
602 049	Bécher DURAN, 2000 ml, forme basse.....	640	604 442	Pince pour tuyaux 10 mm.....	651
602 061	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 2000 ml, col étroit.....	638	604 443	Pince pour tuyaux 14 mm.....	651
602 069	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 25 ml, col large.....	638	604 451	Pince pour tuyaux Q-Fix, 1 ... 5 mm.....	701
602 070	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 50 ml, col large.....	638	604 460	Collier de serrage 8...12 mm.....	651, 731-733
602 071	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col large.....	638	604 461	Colliers de serrage 12...20 mm.....	651
602 073	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 2000 ml, col large.....	638	604 480	Tuyau en caoutchouc, 1 m x 3 mm Ø, DIN 12865.....	651
602 074	Fliale Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col large.....	638	604 481	Tuyau en caoutchouc 1 m x 4 mm Ø, DIN 12865.....	651, 661, 726, 729
602 086	Fliale Erlenmeyer DURAN, 2000 ml, col étroit.....	638	604 482	Tuyau en caoutchouc 1 m x 5 mm Ø, DIN 12865.....	651
602 089	Fliale Erlenmeyer DURAN, 25 ml, col large.....	638	604 484	Tuyau en caoutchouc 1 m x 12 mm Ø, DIN 12865.....	651
602 095	Fliale Erlenmeyer DURAN, 2000 ml, col large.....	638	604 490	Tuyau à vide, 5 mm Ø.....	651
602 099	Fliale Erlenmeyer, 500 ml, col large, Ø int. du col 45.....	639	604 491	Tuyau à vide, 6 mm Ø.....	651
602 110	Fliale Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 250 ml, col large, RN 29/32.....	639	604 500	Tuyau en PVC, 6 mm Ø, 1 m.....	652
602 111	Fliale Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 300 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639	604 501	Tuyau en PVC, 7 mm Ø, 1 m.....	652, 726, 731-732
602 112	Fliale Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 500 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639	604 502	Tuyau en PVC, 8 mm Ø, 1 m.....	652
602 113	Fliale Erlenmeyer DURAN, tubulure latérale, 1000 ml, col large, Ø int. du col 29.....	639	604 503	Tuyau en PVC, 10 mm Ø, 1 m.....	652
602 345	Flacon de laboratoire selon DIN, 100 ml, GL 45.....	707	604 504	Tuyau en PVC, 12 mm Ø, 1 m.....	652
602 420	Flacon laveur 100 ml, avec filtre.....	729	604 510	Raccord de tuyaux, PP, droit, 4/15 mm Ø.....	646, 662, 715, 726, 729
602 641	Éprouvette 400 ml, bord rodé.....	642	604 511	Raccord 7...10 mm.....	646
602 642	Éprouvette 600 ml, bord rodé.....	642	604 512	Raccord 9...12 mm.....	646
602 645	Éprouvette 500 ml, rodage plan.....	642	604 520	Raccord réducteur avec embout olivaire.....	646
602 670	Entonnoir Boro 3.3, 60 mm Ø.....	642	604 521	Réducteur avec olive.....	646
602 671	Entonnoir Boro 3.3, 150 mm Ø.....	642	604 530	Raccord en PP, forme en Y, 4/5 mm, avec olive.....	646
602 672	Entonnoir Boro 3.3, 200 mm Ø.....	642	604 531	Raccord en PP, forme en Y, 6/7 mm, avec olive.....	646
602 700	Robinet à une voie, droit avec pointe.....	654	604 533	Raccord en PP, forme en Y, 10/11 mm, avec olive.....	646
602 701	Robinet à une voie, droit.....	654	604 540	Raccord en PP, forme en T, 4/5 mm, avec olive.....	646
602 702	Robinet à une voie, RN, robinet capillaire.....	654	604 541	Raccord PP, en T, 6/7 mm, avec embout olivaire.....	646
602 725	Coupelle de laboratoire Boro 3.3, 140 x 75 mm Ø, 900 ml.....	722	604 542	Raccord en PP, forme en T, 8/9 mm, avec olive.....	646
602 780	Baguette de verre, 200 mm x 3 mm Ø.....	644	604 543	Raccord en PP, forme en T, 10/11 mm, avec olive.....	646
602 781	Baguette en verre, 200 mm x 4 mm Ø.....	644	604 5671	Microspatule double, acier, 130 mm.....	655
602 782	Baguette en verre, 200 mm x 5 mm Ø.....	644	604 5672	Microspatule double, acier, 150 mm.....	655
602 783	Baguette en verre, 200 mm x 6 mm Ø.....	644	604 5681	Spatule à poudre, acier inoxydable, 150 mm.....	728
602 784	Baguette en verre, 200 mm x 7 mm Ø.....	644	604 5682	Spatule à poudre, acier inoxydable, 185 mm.....	683
602 821	Pycnomètre de Gay-Lussac, 10 ml.....	175, 641, 723	604 570	Spatule cuillère PA, 150 mm.....	655
602 822	Pycnomètre de Gay-Lussac, 25 ml.....	175, 641, 723	604 571	Spatule cuillère PA, 210 mm.....	655
602 823	Pycnomètre de Gay-Lussac, 100 ml.....	175, 641, 723	604 580	Pince brucelles PMP, 115 mm, pointue.....	656
602 950	Éprouvette graduée Boro 3.3, 10 ml, pied en verre.....	644	604 811	Marteau de serrurier.....	657
602 951	Éprouvette graduée Boro 3.3, 25 ml, pied en verre.....	644	604 830	Kit de soudage.....	658
602 952	Éprouvette graduée Boro 3.3, 50 ml, pied en verre.....	644	605 030	Adaptateur secteur pour balances de la série CS.....	182
602 953	Éprouvette graduée Boro 3.3, 100 ml, pied en verre.....	644	606 020	Thermomètre électronique testo 925.....	280
602 954	Éprouvette graduée Boro 3.3, 250 ml, pied en verre.....	644, 733	606 023	Sonde de température, NiCr-Ni, étanche, type K.....	281
602 955	Éprouvette graduée Boro 3.3, 500 ml, pied en verre.....	644	606 044	Set station météo radio-pilotée WS 300.....	319
602 956	Éprouvette graduée Boro 3.3, 1000 ml, pied en verre.....	644	606 046	Station météo radio-pilotée WS 550.....	320
603 030	Canule, 0,6 mm Ø, lot de 10.....	680	607 020	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 0,5 m.....	273, 728, 738
604 160	Entonnoir PP, 120 mm Ø.....	641	607 025	Tuyau à gaz de sécurité, 1,5 m.....	675
604 161	Entonnoir PP, 150 mm Ø.....	641	607 070	Plaque chauffante Ceran®, 1800 W.....	274
604 200	Éprouvette graduée TPX, 50 ml.....	643	607 105	Mini-agitateur magnétique.....	711, 714
604 201	Éprouvette graduée TPX, 100 ml.....	643	608 010	Trépiéd, 24 cm x 14 cm Ø.....	272
604 202	Éprouvette graduée TPX, 250 ml.....	643	608 020	Support à quatre pieds.....	273
604 203	Éprouvette graduée TPX, 500 ml.....	643	608 040	Tige 60 cm, 12 mm Ø.....	163
604 204	Éprouvette graduée TPX, 1000 ml.....	643	608 050	Tube, 300 mm, 10 mm Ø.....	167
604 210	Bécher gradué PP, 500 ml.....	644	608 051	Tube, 750 mm, 10 mm Ø.....	167, 729
604 211	Bécher gradué PP, 1000 ml.....	644	608 052	Tube, 1000 mm, 10 mm Ø.....	167
604 212	Bécher gradué PP, 2000 ml.....	644	608 053	Tube, 500 mm, 13 mm Ø.....	167
604 220	Pelle doseuse, PP, 5 ml.....	656	608 054	Tube, 1000 mm, 13 mm Ø.....	167
604 221	Pelle doseuse, PP, 10 ml.....	656	608 060	Noix double, aluminium.....	165
604 222	Pelle doseuse, PP, 50 ml.....	656	608 063	Demi-noix avec tourillon.....	165
604 360	Bouchon en caoutchouc plein, 4 - 8 mm Ø.....	649	608 0651	Noix double à pinces tournantes.....	164
604 361	Bouchon en caoutchouc plein, 11 - 15 mm Ø.....	649	608 080	Pince pour réfrigérant.....	168
604 362	Bouchon en caoutchouc plein, 22 - 27 mm Ø.....	649	608 100	Anneau support avec noix, 70 mm Ø.....	168
604 363	Bouchon en caoutchouc plein, 31 - 38 mm Ø.....	649	608 120	Toile calorifuge, 120 mm x 120 mm.....	273
604 364	Bouchon en caoutchouc plein, 38 - 45 mm Ø.....	649	608 121	Toile calorifuge, 150 mm x 150 mm.....	273
604 365	Bouchon en caoutchouc plein, 49 - 54 mm Ø.....	649	608 122	Toile calorifuge, 180 mm x 180 mm.....	273
604 370	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 11 - 15 mm Ø.....	650	608 123	Toile calorifuge, 200 mm x 200 mm.....	273
604 371	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 22 - 27 mm Ø.....	650	608 150	Pince de Hofmann, 12 mm.....	651, 700, 704
604 372	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 31 - 38 mm Ø.....	650	608 151	Pince de Hofmann, 50 mm.....	651
604 373	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 38 - 45 mm Ø.....	650	608 160	Pince de Mohr, 50 mm.....	650
604 374	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 46 - 54 mm Ø.....	650	608 161	Pince de Mohr, 70 mm.....	650
604 380	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 19 - 24 mm Ø.....	650	609 001	Brosse à recurer de laboratoire.....	654
604 381	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 22 - 27 mm Ø.....	650	609 020	Porte-tubes à essais, en plastique, pour 60 tubes de 26 mm de Ø, empilable.....	647
604 382	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 31 - 38 mm Ø.....	650	609 021	Porte-tubes à essais, en plastique, pour 40 tubes de 20 mm de Ø, empilable.....	647
604 383	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 38 - 45 mm Ø.....	650	609 090	Tube indicateur de CO2, 100 ... 3000 ppm, lot de 10.....	680
604 384	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 50 - 60 mm Ø.....	650	609 091	Tube indicateur de CO2, 10 ... 3000 ppm, lot de 10.....	680



N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
609 095	Tube indicateur du benzène, 5 ... 500 ppm, lot de 10.....	680	661 088	Sels pour coloration de flamme, jeu de 9.....	555, 728
610 010	Lunettes de protection pour laboratoire Focomax.....	671, 674	661 091	Pierres d'ébullition.....	731-733
648 01	Boîte de rangement S8-FN.....	662	661 122	Échantillons de substances synthétiques dans plateau, jeu de 50.....	736
648 02	Séparations ZW 8.....	662	661 125	Lot de produits chimiques pour l'électrochimie.....	400
648 03	Boîte de rangement S12-FN.....	662	661 167	Flacon cylindro-cônique en verre brun, 250 ml, col étroit, bouchon en verre.....	733
648 04	Séparation ZW 12.....	662	661 243	Pissette en PE, 500 ml.....	711
648 05	Boîte de rangement S16-FN.....	662	661 361	Agitateur à turbine.....	734
648 06	Séparation ZW 16.....	662	661 366	Coupleur d'agitateur.....	734
648 07	Boîte de rangement S24-FN.....	662	661 367	Fermeture d'agitateur.....	734
648 08	Séparation ZW 24.....	662	661 540	Expérience du soudage par aluminothermie (thermite).....	740
649 11	Casier de rangement, 86 x 86 x 26 mm, lot de 6.....	662	661 541	Modèle de haut-fourneau.....	741
649 12	Casier de rangement, 86 x 172 x 26 mm, lot de 6.....	662	661 542	Corps en verre (cheminée) pour le modèle de haut-fourneau.....	741
649 13	Casier de rangement, 86 x 258 x 26 mm, lot de 6.....	662	661 543	Joints d'étanchéité, fibre céramique, jeu de 5.....	741
649 16	Casier de rangement, 86 x 518 x 26 mm, lot de 3.....	662	662 014	Ciseaux à dissection, bouts pointus, 110 mm.....	658
649 22	Casier de rangement, 172 x 172 x 26 mm, lot de 3.....	662	662 025	Pince brucelles, pointue, 100 mm.....	656
649 23	Casier de rangement, 172 x 258 x 26 mm, lot de 3.....	662	662 026	Ciseaux à dissection, un bout arrondi, 130 mm.....	658
649 42	Plateau de rangement 552 mm x 197 mm x 48 mm.....	662	662 029	Brucelles de préhension pour lamelles couvre-objets, 105 mm.....	656
649 43	Plateau de rangement, 552 mm x 284 mm x 48 mm.....	662	662 034	Pince brucelles, émoussée, 100 mm.....	656
649 45	Plateau de rangement, 552 mm x 459 mm x 48 mm.....	662, 694	662 1031	Chargeur universel pour accus NiCd et NiMH.....	332
649 502	Boîte de rangement.....	664	662 1034	Chargeur d'accus avec affichage.....	333
650 65	Plateau de rangement, vide, S33.....	663	662 112	Gel conducteur pour électrode.....	50
650 66	Plateau de rangement, petit matériel.....	663	662 148	Commande à main.....	51
650 67	Plateau S33, STE.....	481, 663	662 149	Commande à pied.....	51
650 671	Plateau S24, STE.....	481, 663	662 2861	Pompe d'aquarium 100 l/h.....	703
656 016	Bec Bunsen, multigaz.....	271, 675, 738	662 2862	Pompe d'aquarium 250 l/h.....	704
656 017	Bec Teclu, multigaz.....	271, 728	662 327	Biosphère.....	679
657 5901	Lampe au sodium pour polarimètre.....	542, 710	662 3812	Embout buccal pour le spiromètre, lot de 40.....	50
657 5902	Tube polarimétrique 100 mm.....	710	662 3813	Filtre antibactérien pour le spiromètre, lot de 30.....	50
657 5903	Tube polarimétrique 200 mm.....	710	662 383	Accessoires pour le spiromètre.....	51
657 591	Polarimètre.....	542, 709	662 403	Appareil à osmose.....	724
660 764	Modèle moléculaire compact, P, tétraédrique.....	743	662 431	Diapason 440 Hz.....	233
660 765	Modèle moléculaire compact, pour organo-phosphates.....	743	662 432	Diapason 435 Hz.....	233
660 766	Modèle moléculaire compact, groupe SO2.....	743	663 615	Connecteur multiprise 5 prises à contact de protection.....	377, 734
660 770	Modèle moléculaire compact, métal, plan, covalent.....	743	664 0201	Vase poreux, 100 x 20 mm Ø.....	402, 687
660 773	Modèle moléculaire compact, métal, octaédrique, ionogène.....	743	664 0211	Vase poreux, 150 x 60 mm Ø.....	402, 687
660 776	Modèle moléculaire compact, Al.....	743	664 039	Tube à essais Fiolax, 12 x 75 mm, lot de 10.....	647
660 783	Modèles moléculaires compacts C, assortiment.....	742	664 040	Tube à essais Fiolax, 10 x 100 mm, lot de 100.....	648
660 980	Soupape de réglage de précision pour bouteille de gaz comprimé Minican.....	661, 681, 703, 715, 726, 729	664 041	Tube à essais Fiolax, 12 x 100 mm, lot de 100.....	648
660 9801	Soupape de réglage de précision pour bouteille Minican, avec manomètre.....	661	664 042	Tube à essais Fiolax, 16 x 160 mm, lot de 100.....	648
660 9802	Raccord à bague de serrage pour soupape de réglage de précision.....	661	664 043	Tube à essais Fiolax, 16 x 160 mm, lot de 10.....	648, 675
660 9803	Détendeur avec manomètre pour bouteilles Minican.....	661	664 044	Tube à essais Fiolax, 180 X 20 mm, lot de 100.....	648
660 9804	Adaptateur pour seringues.....	661	664 045	Tube à essais Fiolax, 200 x 30 mm, lot de 10.....	648, 705
660 984	Bouteille de gaz comprimé Minican, hélium.....	661	664 047	Tube à essais Supremax, 16 x 160 mm, lot de 10.....	648
660 985	Bouteille de gaz comprimé Minican, néon.....	661	664 048	Tube à essais Supremax, 20 x 180 mm.....	648
660 987	Bouteille de gaz comprimé Minican, méthane.....	661	664 049	Tube à essais, 200 X 30 mm.....	647
660 988	Bouteille de gaz comprimé Minican, éthane.....	661, 703	664 051	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 180 mm, Ø int. du col 19.....	648
660 989	Bouteille de gaz comprimé Minican, n-butane.....	661, 703	664 052	Tube à essais Boro 3.3, 30 x 200 mm.....	647
660 994	Bouteille de gaz comprimé Minican, éthylène.....	661	664 054	Tube à essais Boro 3.3, 30 x 200 mm, Ø int. du col 19.....	648
660 997	Bouteille de gaz comprimé Minican, hydrogène.....	661, 729	664 057	Tube à essais DURAN, 30 x 200 mm, Ø int. du col 29.....	647
660 998	Bouteille de gaz comprimé Minican, oxygène.....	661, 715, 726	664 058	Tube à essais Boro 3.3, 20 x 180 mm, tubulure latérale.....	648
660 999	Bouteille de gaz comprimé Minican, dioxyde de carbone.....	661, 681	664 061	Reagenzglas Boro 3.3, 20 x 165 mm, RN19/26.....	648
661 000	Bouteille de gaz comprimé Minican, azote.....	661	664 063	Tube à essais Boro 3.3 avec robinet.....	648
661 0010	Bouteille de gaz comprimé Minican, argon.....	661	664 072	Tube à réaction DURAN, en V.....	691
661 0011	Bouteille de gaz comprimé Minican, i-butane.....	661	664 077	Tube à réaction, verre quartz, 300 x 20 mm Ø.....	719, 726
661 0012	Bouteille de gaz comprimé Minican, krypton.....	661	664 0771	Tube à réaction, quartz, GL 18.....	729-730
661 0013	Bouteille de gaz comprimé Minican, hexafluorure de soufre (SF6).....	661	664 079	Rouleau de treillis métallique en cuivre, 80 x 7,5 mm Ø.....	729-730
661 0014	Bouteille de gaz comprimé Minican, xénon.....	661	664 085	Tube à réaction en verre quartz, en V, avec électrodes de charbon.....	691
661 0080	Bouteille de gaz comprimé, hydrogène, 2 l.....	660	664 086	Tube en U, 160 x 22 mm, 2 tubulures latérales.....	719
661 010	Bouteille de gaz, hydrogène, 10 l.....	659	664 089	Tube à réaction en verre quartz, en V.....	691
661 011	Bouteille de gaz, oxygène, 10 l.....	659	664 091	Double tube en U, 160 mm, avec 2 éléments frittés G4.....	683
661 012	Bouteille de gaz, dioxyde de carbone, 10.....	659	664 093	Tube en U, 160 x 24 mm, 2 tubulures latérales.....	729
661 013	Bouteille de gaz, azote, 10 l.....	659	664 097	Réacteur pour la stœchiométrie.....	718
661 014	Bouteille de gaz, hélium, 10 l.....	659	664 100	Bécher DURAN, 50 ml, forme basse.....	640
661 015	Manodétendeur pour hydrogène.....	660	664 101	Bécher DURAN, 100 ml, forme basse.....	640
661 016	Manodétendeur pour oxygène.....	660	664 103	Bécher DURAN, 250 ml, forme basse.....	640, 714, 718, 724, 736
661 017	Manodétendeur pour dioxyde de carbone.....	660	664 104	Bécher DURAN, 400 ml, forme basse.....	640
661 018	Manodétendeur pour azote.....	660	664 105	Bécher DURAN, 600 ml, forme basse.....	640, 717
661 0186	Raccord olive pour tuyau, pour manodétendeur.....	660	664 107	Bécher DURAN, 1000 ml, forme basse.....	640
661 019	Chariot pour 1 bouteille de gaz.....	660	664 109	Bécher DURAN, 25 ml, forme basse.....	640
661 020	Chariot pour 2 bouteilles de gaz.....	660	664 110	Bécher DURAN, 50 ml, forme haute.....	640
661 021	Support pour bouteille de 2 l.....	660	664 111	Bécher DURAN, 100 ml, forme haute.....	640, 686, 736
661 050	Cartouches d'extraction 80 x 26 mm Ø, jeu de 25.....	733	664 113	Bécher DURAN, 250 ml, forme haute.....	640
661 0771	Mentions d'avertissement selon le SGH.....	732	664 114	Bécher DURAN, 400 ml, forme haute.....	640
661 081	Feuille d'aluminium, 1 rouleau.....	732	664 115	Bécher DURAN, 600 ml, forme haute.....	640
661 082	Graisse pour rodages, 60 g.....	731-733	664 117	Bécher DURAN, 1000 ml, forme haute.....	640
661 083ET20	Bâtonnet en bois, lot de 200.....	659	664 120	Bécher PP, 50 ml, forme basse.....	639
661 085	Tubes pour la détermination du point de fusion, jeu de 100.....	722	664 121	Bécher PP, 100 ml, forme basse.....	639
			664 123	Bécher PP, 250 ml, forme basse.....	639
			664 124	Bécher PP, 400 ml, forme basse.....	639

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
664 125	Bécher PP, 600 ml, forme basse.....	639	664 398	Pile Leclanché.....	402, 687
664 127	Bécher PP, 1000 ml, forme basse.....	639	664 401	Électrochimie, jeu d'accessoires.....	685
664 128	Bécher PP, 2000 ml, forme basse.....	639	664 403	Cuve à électrolyse.....	685
664 130	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme basse.....	640, 683, 690, 711	664 405	Diaphragmes papier.....	685
664 131	Bécher Boro 3.3, 400 ml, forme basse.....	640	664 406	Unité de charge réglable.....	689
664 132	Bécher Boro 3.3, 600 ml, forme basse.....	640	664 4071	Appareil de démonstration Électrochimie, CPS.....	683, 684
664 133	Bécher Boro 3.3, 1000 ml, forme basse.....	640	664 412	Électrode standard à hydrogène HydroFlex.....	686
664 134	Bécher TPX, 3000 ml.....	247, 639	664 416	Cellule d'électrolyse, 76 x 40 mm, jeu de 5.....	401, 688
664 136	Bécher Boro 3.3, 50 ml, forme haute.....	640	664 420	Électrodes à maillage de platine, 55 x 40 mm, jeu de 2.....	688
664 137	Bécher Boro 3.3, 100 ml, forme haute.....	640	664 421	Électrodes d'argent en plaque, 55 x 40 mm, jeu de 2.....	688
664 138	Bécher Boro 3.3, 250 ml, forme haute.....	640	664 422	Électrode de laiton en plaque, 76 x 40 mm, jeu de 10.....	401, 688
664 139	Bécher Boro 3.3, 1000 ml, forme haute.....	640	664 423	Électrode d'aluminium-zinc en plaque 65 x 40 mm.....	688
664 175	Cristallisoir Boro 3.3, 95 mm Ø, 55 mm, haut.....	721	664 430	Éolienne sur socle.....	702
664 197	Cloche en verre.....	727	664 431	Panneau solaire 10 V/0,3 A.....	305, 410, 702
664 212	Éprouvette à pied, 100 ml, rodage plan.....	642	664 432	Cellule d'électrolyse.....	410, 695, 702
664 213	Éprouvette à pied, 300 ml, bord rodé.....	642	664 433ET2	Électrodes droites de carbone, avec bouchon, jeu de 2.....	690, 692
664 214	Éprouvette à pied, 200 ml, rodage plan.....	642	664 434	Électrode droite de cuivre, avec bouchon.....	690
664 215	Éprouvette à pied, 400 ml, à rodage plan.....	175, 642	664 435	Électrode droite de nickel, avec bouchon.....	690
664 216	Éprouvette à pied, 450 ml, à rodage plan.....	642	664 436	Électrode droite d'aluminium, avec bouchon.....	690
664 220	Éprouvette à pied, 2000 ml, bord rodé.....	642	664 437	Électrode droite de plomb, avec bouchon.....	690
664 221	Éprouvette à pied, 100x400 mm.....	642	664 438	Électrode droite de zinc, avec bouchon.....	690
664 230	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 25 ml, col étroit.....	638	664 439	Électrode droite de fer, avec bouchon.....	690
664 231	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 50 ml, col étroit.....	638	664 470	Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm.....	707, 709
664 232	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 100 ml, col étroit.....	638	664 471	Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm.....	709
664 233	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 250 ml, col étroit.....	638	664 474	Cuve rectangulaire, 10 x 10 mm, lot de 100.....	709
664 234	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 500 ml, col étroit.....	638	664 479	Cuve rectangulaire en plastique, pour mesure du rayonnement UV, lot de 100.....	709
664 235	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 1000 ml, col étroit.....	638	664 480	Porte-cuves rectangulaires.....	709
664 236	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 1000 ml, col large.....	638	664 568	Clé plate pour raccord à olive.....	660
664 238	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 250 ml, col large.....	638	664 569	Clé plate pour bouteilles de gaz comprimé.....	660
664 239	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 500 ml, col large.....	638	664 700	Dévidoir.....	736
664 240	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 50 ml, col large.....	638	664 701	Filière.....	737
664 241	Fiolle Erlenmeyer, 100 ml, col étroit, Ø int. du col 19.....	638, 732	664 703	Mini-presse plastique.....	737
664 242	Fiolle Erlenmeyer, 100 ml, col large, Ø int. du col 29.....	638	664 704	Dispositif de coulée.....	737
664 243	Fiolle Erlenmeyer, 250 ml, col étroit, Ø int. du col 29.....	638	664 752	Petit compresseur électrique.....	741
664 244	Fiolle Erlenmeyer, 250 ml, col large, Ø int. du col 45.....	638	664 800	Flacon laveur, corps.....	715, 726
664 245	Fiolle Erlenmeyer, 500 ml, col étroit, Ø int. du col 25.....	638	664 805	Tête de flacon laveur en verre avec tige droite.....	715, 726
664 246	Fiolle Erlenmeyer DURAN, 100 ml, col large.....	638	664 812	Compte-bulles à tube droit, H = 100 mm.....	407, 704
664 247	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 25 ml, col étroit.....	638	664 813	Compte-bulles à tube droit, h = 85 mm.....	407
664 248	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 50 ml, col étroit.....	638	664 814	Compte-bulles avec dispositif anti-retour.....	407, 703
664 249	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit.....	638	665 002	Entonnoir Boro 3.3, 35 mm Ø.....	642
664 250	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit.....	638	665 003	Entonnoir Boro 3.3, 55 mm Ø.....	642
664 251	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col étroit.....	638	665 004	Entonnoir Boro 3.3, 80 mm Ø.....	642, 729
664 252	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col étroit.....	638	665 005	Entonnoir Boro 3.3, 100 mm Ø.....	642, 733
664 253	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col large.....	638	665 008	Entonnoir PP, 50 mm Ø.....	641
664 254	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col large.....	638	665 009	Entonnoir PP, 75 mm Ø.....	641
664 255	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit, RN 29/32.....	639	665 010	Entonnoir PP, 100 mm Ø.....	641
664 256	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit, RN 29/32.....	639	665 195	Tube capillaire 300 x 5 mm, 0,8 mm Ø.....	645
664 257	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 500 ml, col étroit, RN 29/32.....	639	665 196	Tube capillaire 300 x 8 mm, 2 mm Ø.....	645
664 258	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 100 ml, col étroit, RN 19/26.....	639	665 201	Tubes en verre, 80 mm, jeu de 10.....	645
664 259	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 250 ml, col étroit, RN 19/26.....	639	665 202	Tube en verre à recourber, 500 mm, lot de 10.....	646
664 260	Fiolle Erlenmeyer Boro 3.3, 1000 ml, col étroit, RN 29/32.....	639	665 203	Tube en verre à recourber, 750 mm, 1 kg.....	646
664 300	Ballon à fond rond Boro 3.3, 100 ml, RN 19/26.....	731	665 204	Tube en verre, 300 mm.....	646
664 301	Ballon à fond rond Boro 3.3, 250 ml, RN 19/26.....	731, 733	665 205	Tube capillaire 300 mm x 8 mm, 1 mm Ø.....	645
664 347	Adaptateur pour électrodes.....	734	665 213	Baguette en verre 300 mm x 8 mm Ø.....	644
664 350	Électrolyseur en U.....	410, 694	665 217	Baguette d'agitation en verre 500 mm x 8 mm Ø, lot de 10.....	644, 683
664 352	Vase de niveau, 250 ml.....	718	665 222ET10	Raccord droit, 8 mm Ø, lot de 10.....	646
664 355	Élément en verre pour l'électrolyseur en U.....	410, 694	665 223ET10	Raccord PP en T, 8 mm Ø, lot de 10.....	646, 741
664 356	Kit Corrosion.....	686	665 225	Raccord PP en Y, 8 mm Ø, avec olive.....	646
664 358	Pile à combustible.....	687	665 226	Raccord PP droit, 6/8 mm Ø, avec olive.....	646
664 359	Électrodes droites au charbon, extra longues, avec bouchon, jeu de 2.....	691	665 227	Raccord PP droit, 4/8 mm Ø, avec olive.....	646
664 368	Électrode droite en toile métallique au nickel, avec bouchon.....	690	665 229	Tube abducteur de vapeur d'eau.....	645
664 369	Électrodes droites, lame platine, jeu de 2.....	410, 683, 690, 695	665 230	Tube abducteur de gaz, coudé, 8 mm Ø.....	645
664 370	Électrodes droites au charbon, jeu de 2.....	690	665 231	Tube coudé à 90°, 250/50 mm.....	645
664 372	Électrodes droite de tungstène, avec bouchon, jeu de 2.....	690	665 232	Tube coudé à 90°, 50 x 50 mm.....	645
664 373	Porte-électrodes.....	690	665 233	Tube abducteur de gaz, coudé à 120°, 8 mm Ø.....	645
664 374	Électrodes droites de cuivre, jeu de 2.....	690	665 234	Tubes de manomètre, 150 et 200 mm.....	645
664 378	Électrodes droites de zinc, jeu de 2.....	690	665 237	Buse en verre droite, 8 mm Ø.....	645, 729
664 381	Couvercle transparent, PVC.....	399, 404, 692, 702	665 238	Buse en verre, coudé à 90°.....	645
664 382	Électrodes de cuivre en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688	665 240ET2	Tubes en plastique 250 x 25 mm Ø, jeu de 2.....	645
664 383	Électrodes de zinc en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688	665 241ET10	Tubes en plastique 440 x 12 mm Ø, jeu de 10.....	645
664 385	Électrodes de fer en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 10.....	688	665 250	Robinet à 1 voie, coudé.....	654
664 387	Électrodes de charbon en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 5.....	688	665 255	Robinet à 3 voies en T, robinet RN.....	654, 738
664 388	Électrodes à maillage de nickel, 43 x 28 mm, jeu de 5.....	688	665 338	Pont à distiller de Claisen, 250 mm.....	731
664 389	Électrodes d'argent en plaque, 43 x 28 mm, jeu de 2.....	688	665 391ET10	Pince en plastique pour rodage, RN 19/26, jeu de 10.....	731, 733
664 390	Électrodes à maillage de platine, 43 x 28 mm, jeu de 2.....	688	665 392ET10	Pincen en plastique pour rodage, RN 29/32, jeu de 10.....	733
664 391ET4	Pierres ponces, jeu de 4.....	685	665 422	Réfrigérant à serpentin de Dimroth, 250 mm.....	733
664 394	Unité de mesure pour le poste de travail Électrochimie.....	399, 692	665 453	Extracteur de Soxhlet, 70 ml.....	733
664 395	Poste de travail Électrochimie.....	399, 692	665 568	Microcapillaires.....	645
664 397	Pile Daniell.....	402, 687	665 580	Chromatographe à gaz LD 1.....	703-704

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
665 5801	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcanes	705	666 180	Thermomètre mural, -40...+50 °C/1 K	277, 323
665 5802	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour la séparation des alcools	705	666 185	Mini-thermomètre, -50 ... +150 °C	287
665 5803	Chromatographe à gaz LD 1, kit pour l'analyse de l'air	704-705	666 1851	Mini-thermomètre, -50 ... + 250 °C	288
665 581	Détecteur à conductivité thermique	704	666 1855	Hygromètre	326
665 582	Capteur d'hydrocarbures	703-704	666 190	Thermomètre numérique	281
665 5831	Colonne de séparation avec de l'huile de silicone OV101	703-704	666 193	Sonde de température NiCr-Ni, 1,5 mm	43, 285
665 584	Colonne de séparation avec Porapak P	704	666 194	Gaines de protection pour sondes de température, jeu de 5	286, 731, 732
665 585	Colonne de séparation avec tamis moléculaire 5Å	704	666 209	Thermomètre numérique avec 4 entrées	282
665 587	Colonne de séparation, vide	704	666 212	Sonde de température CTN, 3 mm	43, 48, 285, 321, 734
665 588	Plaque de base pour le chromatographe à gaz LD 1, CPS	704	666 2121	Sonde de température CTN, 3 mm, longue	43, 48, 285, 321
665 589	Septums, lot de 10	703-704	666 216	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface	43, 286
665 617	Seringue microlitre 1 µl	704	666 217	Thermocouple NiCr-Ni à réponse rapide	285, 681
665 647	Générateur de gaz selon Maey	726-727	666 217	Sonde de température NiCr-Ni à palette	43, 286
665 751	Éprouvette graduée 10 ml, pied en plastique	173, 643	666 2315	Sonomètre S	241
665 752	Éprouvette graduée 25 ml, pied en plastique	173, 643, 683	666 243	Capteur lux	39, 47, 48, 322, 547, 679
665 753	Éprouvette graduée 50 ml, pied en plastique	173, 643, 683, 718, 736	666 244	Capteur UV-A	39, 47
665 754	Éprouvette graduée 100 ml, pied en plastique	173, 643, 683, 686, 724	666 245	Capteur UV-B	39, 47
665 755	Éprouvette graduée 250 ml, pied en plastique	173, 643, 694	666 246	Capteur UV-C	39, 47, 680
665 756	Éprouvette graduée 500 ml, pied en plastique	173, 643	666 247	Capteur IR	39, 47
665 757	Éprouvette graduée 1000 ml, pied en plastique	173, 643	666 248	Capteur IR-CO2	39, 47, 329, 681
665 768	Éprouvette graduée, PP, 10 ml	643	666 2600	Photométrie - assortiment 1 de réactifs (avec valise et accessoires)	675, 677, 706
665 769	Éprouvette graduée, PP, 25 ml	643	666 2601	Photométrie - assortiment 2 de réactifs (avec valise et accessoires)	677, 706
665 770	Éprouvette graduée, PP, 50 ml	643	666 2602	Valise à réactifs vide, avec insert préformé	706
665 771	Éprouvette graduée, PP, 100 ml	643	666 2603	Photométrie - assortiment de réactifs 1	706
665 772	Éprouvette graduée, PP, 250 ml	643	666 2604	Photométrie - assortiment de réactifs 2	706
665 773	Éprouvette graduée, PP, 500 ml	643	666 2605	Support pour photomètre à immersion S	45, 675, 678, 705-706
665 774	Éprouvette graduée, PP, 1000 ml	643	666 2605	Kit d'expérimentation UV, IR, VIS	328, 680-681
665 791	Fiole jaugée, Boro 3.3, 25 ml	641	666 2651	Kit d'expérimentation IR-CO2	329, 681-682
665 792	Fiole jaugée, Boro 3.3, 50 ml	641, 705	666 270	Thermomètre-hygromètre numérique	326
665 793	Fiole jaugée, Boro 3.3, 100 ml	641, 705, 707	666 278	Baromètre numérique de poche	326
665 794	Fiole jaugée, Boro 3.3, 250 ml	641, 724	666 307	Tube indicateur d'O3, 0,005...1.4 ppm, lot de 10	680
665 795	Fiole jaugée, Boro 3.3, 500 ml	641	666 308	Tube indicateur d'alcoolémie (alcootest), lot de 10	680
665 796	Fiole jaugée, Boro 3.3, 1000 ml	641	666 309	Tube indicateur de CnHm, 0,002...0,3 vol. %, lot de 10	680
665 816	Entonnoir pour burette, plastique, 25 mm Ø	641, 711, 714	666 310	Détecteur de gaz	679
665 845	Burette en verre clair, 25 ml, robinet latéral (PTFE)	711, 714	666 311	Tube indicateur de CO2, 0,1...7 %, lot de 10	680
665 893	Cloche gazométrique graduée, 600 ml	727	666 312	Tube indicateur de CO, 5...1000 ppm, lot de 10	680
665 895	Embout à robinets, pour cloche gazométrique	727	666 313	Tube indicateur de NOx, 0,5...50 ppm, lot de 10	680
665 906	Viscosimètre à chute de bille d'Höppler	251, 723	666 314	Tube indicateur de SO2, 1...25 ppm, lot de 10	680
665 910	Seringue à gaz 25 ml	253	666 316	Tube indicateur d'O2, 5...23 vol. %, lot de 8	680
665 911	Seringue à gaz 50 ml	253	666 317	Tube indicateur de formaldéhyde, 0,2...2,5 ppm, lot de 10	680
665 912	Seringue à gaz 100 ml	253, 729, 738	666 318	Tube indicateur de NOx, 10...300 ppm, lot de 10	680
665 913	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 1 voie	253, 726	666 319	Tube indicateur de CO, 0,5...7,0 %, lot de 10	680
665 914	Seringue à gaz 100 ml avec robinet à 3 voies	253, 718, 726, 729, 738	666 360	Catalyseur de gaz d'échappement	738
665 918	Support pour seringue à gaz	253	666 3801	Valise environnement I	676
665 936	Manomètre à tube plongeur	718-719, 729	666 3811	Valise environnement II	676
665 953	Compte-gouttes 150 x 7 mm, jeu de 10	724	666 389	Valise pour plusieurs Mobile-CASSY et capteurs	20
665 954	Poire en caoutchouc, jeu de 10	724	666 410	Bioréacteur, montage de base, CPS	734
665 957	Seringue de dosage 1 ml	680, 703	666 411	Capteur d'éthanol pour le bioréacteur, CPS	734, 735
665 960	Canules 0,45 mm Ø, jeu de 10	703	666 413	Dispositif de dosage pour le bioréacteur, CPS	734, 735
665 975	Pipette jaugée Boro 3.3, 10 ml	714	666 416	Bague de ventilation	735
665 992	Pipette graduée, 0,1 ml	642	666 421	Support universel pour récipients en verre, CPS	735
665 994	Pipette graduée, 1 ml	642	666 425	Cadre profilé C 50 à 2 étages, CPS	683, 696, 704, 718, 731-732, 738
665 995	Pipette graduée, 2 ml	642, 705	666 428	Cadre profilé C 100 à 2 étages, CPS	715, 726, 729
665 996	Pipette graduée, 5 ml	642, 705, 707, 736	666 429	Calorimètre pour solides et liquides, CPS	715
665 997	Pipette graduée, 10 ml	642, 675, 705, 711	666 438	Flacon de Woulff avec manomètre, CPS	739
665 998	Pipette graduée, 25 ml	642	666 441	Support, CPS	715, 739
666 003	Poire à pipeter	675, 705, 707, 711, 714, 736	666 445	Extracteur de Soxhlet, CPS	733
666 095	Minuterie	172	666 446	Électrolyseur, CPS	695
666 0953	Minuterie numérique	377	666 447	Distillation du pétrole, CPS	732
666 096	Minuteur électronique	172	666 464	Plaque vierge 100 mm, CPS	696, 734
666 100	Cubes, jeu de 8	174	666 4659	Tableau magnétique, 500 mm	718-719, 731, 738
666 101	Aréomètre, 0,7...2,0 g/ml	175	666 4660	Tableau magnétique, 300 mm	715, 720, 726, 729
666 102	Aréomètres, 0,6...2,0 g/ml, jeu de 7	175	666 4661	Support magnétique, taille 1, 9...11 mm	738
666 1261	Sonde de température NiCr-Ni à réponse rapide, type K	42, 280	666 4662	Support magnétique, taille 2, 11...14 mm	718-719, 731, 738
666 1262	Sonde de température NiCr-Ni à piquer, type K	42, 280	666 4663	Support magnétique, taille 3, 18...22 mm	731
666 1263	Sonde de température NiCr-Ni, 3 mm, type K	42, 279	666 4664	Support magnétique, taille 4, 27...29 mm	715, 721
666 1264	Sonde de température NiCr-Ni, pour mesure de surface, type K	42, 280	666 4665	Support magnétique, taille 5, 30...32 mm	718-719, 726, 729, 738
666 1265	Sonde de température NiCr-Ni, extra longue, type K	42, 280	666 467	Plaque vierge 200 mm, CPS	734
666 141	Alcoomètre	175	666 468	Plaque vierge 300 mm, CPS	734
666 145	Pycnomètre de Gay-Lussac, 50 ml	175, 641, 723	666 470	Support avec noix, réglable en hauteur, CPS	734, 739
666 156	Thermomètre à immersion partielle, 0 ... +120 °C/1 K	276	666 471	Alimentation en tension, commutable, CPS	340, 734
666 157	Thermomètre pour basses températures, -110...+30 °C/1 K	276	666 472	Plateau pour l'électrochimie, CPS	683, 684
666 160	Thermomètre chimique, -10...+110 °C/1 K	276	666 479	Accumulateur à hydruure métallique, CPS	704
666 161	Thermomètre chimique, -10...+220 °C/1 K	276, 722	666 4794	Compte-bulles, CPS	407, 696, 697
666 169	Support, acier inoxydable	277, 655	666 4795	HydroStik PRO, CPS	408, 696-697, 720
666 171	Thermomètre à immersion partielle, -10...+160 °C/1 K	276	666 4796	HydroStik PRO	408, 696-697, 704
666 173	Thermomètre de Beckmann	276	666 4797	Vanne de régulation	408, 698, 704
666 176	Thermomètre de précision, -10...+50 °C/0,1 K	276	666 4798	HydroFill PRO	409, 696, 698, 704, 720
666 179	Thermomètre de précision, -10...+105 °C/0,2 K	276	666 4812	Stack de piles à combustible PEM, CPS	406, 696

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
666 482	Pompe d'aération pilotable CPS.....	409, 734, 736	666 946	Goupillon pour tubes à essais et flacons.....	654
666 4831	Charges électriques, CPS.....	407, 696, 699	666 947	Goupillon pour pipettes et burettes.....	654
666 484	Électrolyseur PEM, CPS.....	409	666 948	Goupillon pour béchers.....	654
666 486	Adaptateur enfichable avec deux paires de douilles de 4 mm.....	411	666 949	Brosse articulée.....	654
666 487	Micromoteur avec hélice.....	411, 700	666 960	Microcuillère à poudre.....	655
666 502	Support pour bec Bunsen, hauteur 450 mm.....	166, 736	666 961	Microspatule double, acier inoxydable, 185 mm.....	655, 675
666 503	Plaque de base pour le support pour bec Bunsen, 13 cm x 21 cm.....	703	666 962	Spatule double, acier inoxydable, 150 mm.....	655
666 504	Support pour bec Bunsen, hauteur 750 mm.....	166, 704	666 963	Spatule cuillère, acier inoxydable, 120 mm.....	655, 736
666 506	Support pour bec Bunsen, 1000 mm.....	166	666 966	Spatule cuillère, PP, 180 mm.....	655
666 523	Tige support 450 mm, 12 mm Ø, filetage M10.....	703, 714, 717, 722	666 967	Spatule cuillère, acier inox, 150 mm.....	655
666 543	Noix de serrage perpendiculaire, 0...16 mm.....	165, 714	666 968	Spatule cuillère, acier inoxydable, 180 mm.....	655, 718
666 546	Anneau support avec noix, 100 mm Ø.....	168	666 970	Pelle doseuse, PP, 25 ml.....	656
666 547	Anneau support avec noix, 130 mm Ø.....	168	666 9881	Nacelle de combustion en porcelaine, émaillée.....	726
666 551	Pince de serrage universelle 0...25 mm.....	168	667 000	Couteau à verre.....	656
666 555	Pince de serrage universelle 0...80 mm.....	168, 703-704, 711, 714, 717, 722, 726, 729, 733	667 002	Couteau de rechange.....	656
666 556	Pince de serrage universelle 0...80 mm, articulée.....	168	667 003	Coupe-verre à diamant.....	656
666 559	Porte-burette pour 1 burette, à rouleaux.....	711, 714	667 013	Coupe-tube pour verre.....	656
666 572	Anneau support avec tige, 70 mm Ø.....	168	667 016	Ciseaux, 200 mm, bouts pointus.....	658
666 573	Anneau support avec tige, 100 mm Ø.....	168	667 017	Ciseaux, 125 mm, bouts arrondis.....	658
666 583	Laborboy III (support élévateur de laboratoire).....	166	667 018ET10	Couteau de laboratoire, lot de 10.....	658
666 605	Tube, 50 mm, 13 mm Ø.....	167	667 019ET5	Feutre noir, pointe moyenne, lot de 5.....	659
666 606	Tube, 150 mm, 13 mm Ø.....	167	667 021	Perce-bouchons, lot de 6.....	649
666 607	Tube, 400 mm, 13 mm Ø.....	167	667 022	Aiguiseur pour perce-bouchons.....	649
666 608	Tube, 750 mm, 13 mm Ø.....	167	667 026	Pince brucelles, pointue, 130 mm.....	656, 732
666 609ET2	Tubes, 450 mm, 10 mm Ø, jeu de 2.....	167	667 027	Pince brucelles, émoussée, 130 mm.....	656, 718, 733, 736
666 613	Tourillon.....	166	667 031ET10	Pinces en bois pour tube à essais, 20 mm Ø, jeu de 10.....	675
666 615	Noix universelle.....	165	667 032	Pince en bois pour tubes à essais jusqu'à 40 mm Ø.....	648
666 618	Pince à ressort, 22 mm.....	167	667 033	Pince brucelles, PMP, pointue, 145 mm.....	656
666 619	Pince à ressort, 32 mm.....	167	667 034	Pince brucelles, émoussée, 200 mm.....	656
666 6221	Plateau d'expérimentation.....	726	667 035	Pince pour creuset, 200 mm.....	654
666 623	Baguette en équerre.....	726	667 038	Pince pour béchers et ballons.....	655
666 626	Tige perforée.....	163	667 050	Porte-tubes à essais en plastique, pour 9 tubes, 18 mm Ø.....	647, 675
666 6522	Chauffe-ballon 250 ml.....	731	667 052	Porte-tubes à essais en bois, pour 12 tubes, 18 mm Ø, 6 tiges d'égouttage.....	647
666 6523	Chauffe-ballon 250 ml, réglable.....	733	667 053	Porte-tubes à essais en bois, pour 10 tubes, 22 mm Ø.....	647
666 6533	Chauffe-ballon 500 ml, réglable.....	732	667 054	Porte-tubes à essais en bois, pour 10 tubes, 32 mm Ø.....	647, 705
666 659	Pince de fixation pour chauffe-ballons.....	732	667 055	Porte-tubes à essais en bois, pour 6 tubes, 22 mm Ø, 6 tiges d'égouttage.....	647
666 681	Trépied, 22 cm x 14 cm Ø.....	272	667 059	Plaque de contraste.....	647
666 683	Trépied, 26 cm x 14 cm Ø.....	272	667 072	Support pour ballon rond, 250 ml.....	175, 262
666 685	Toile calorifuge, 160 mm x 160 mm.....	273	667 0831	Fil de platine.....	555
666 686	Plaque calorifuge en vitrocéramique Ceran®.....	273	667 086	Conducteur de gaz carbonique.....	679
666 687	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 50 mm.....	272	667 089	Plaque à gouttes, 17 mm Ø.....	728
666 688	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 60 mm.....	272	667 104	Plaque calorifuge en fibres céramiques, 500 mm x 500 mm.....	741
666 689	Triangle en fil métallique avec tubes d'argile, 80 mm.....	272	667 172	Pince de Mohr, 60 mm.....	650
666 692	Brûleur à alcool, en verre.....	270	667 175	Pince de Hofmann, 20 mm.....	651
666 693	Bec Bunsen, gaz propane.....	271	667 176	Pince de Hofmann, 30 mm.....	651, 741
666 6941	Bec Bunsen, gaz propane.....	271	667 180	Tuyau caoutchouc, 1 m x 7 mm Ø.....	651, 741
666 695	Bec Bunsen, gaz naturel.....	271	667 183	Tuyau caoutchouc, 1 m x 8 mm Ø.....	651
666 6961	Bec Bunsen, gaz naturel.....	271	667 184	Colliers de serrage 10...16 mm, jeu de 10.....	273, 651
666 6971	Bec Bunsen, gaz naturel.....	271	667 186	Tuyau pour vide, 8 mm Ø.....	260, 651
666 6972	Bec Bunsen, gaz propane.....	271	667 187	Tuyau à gaz de sécurité avec manchon terminal, 1 m.....	273, 652
666 6975	Bec Bunsen, gaz naturel.....	271	667 192	Tuyau PVC, 3 mm Ø, 1 m.....	652
666 6976	Bec Bunsen, gaz propane.....	271	667 193	Tuyau PVC, 7 mm Ø, 1 m.....	652, 733
666 7031	Bec Teclu, gaz propane.....	271	667 194	Tuyau silicone, 7 mm Ø, 1 m.....	652, 694, 715-718, 726
666 7051	Bec Teclu, gaz naturel.....	271	667 197	Tuyau silicone, 4 mm Ø, 1 m.....	652, 681, 703-704, 715
666 7061	Bec Teclu, gaz naturel.....	271	667 198	Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m.....	652, 696, 698
666 7062	Bec Teclu, gaz propane.....	271	667 199	Tuyau de dialyse, 1 m.....	725
666 708	Brûleur de sécurité, gaz propane.....	272	667 241	Poire en caoutchouc, simple.....	680
666 7089	Brûleur de sécurité, multigaz.....	272	667 251	Bouchon en caoutchouc plein, 9 - 13 mm Ø.....	649
666 709	Brûleur de sécurité, gaz naturel.....	272	667 252	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 4 mm, 9 - 13 mm Ø.....	650
666 714	Brûleur à cartouche, modèle DIN.....	270, 726, 729, 740	667 253	Bouchon en caoutchouc plein, 14 - 18 mm Ø.....	649
666 715	Cartouche de gaz.....	270, 726, 729	667 254	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 14 - 18 mm Ø.....	650
666 716	Vanne pour cartouche de gaz.....	270	667 255	Bouchon en caoutchouc plein, 16 ... 21 mm Ø.....	649, 683
666 724	Buse large en éventail.....	272, 729	667 256	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 16 - 21 mm Ø.....	650
666 729	Tuyau à gaz de sécurité, 1 m.....	273, 652	667 257	Bouchon en caoutchouc plein, 19 ... 24 mm Ø.....	649, 729
666 731	Allume-gaz, mécanique.....	272, 726, 728, 740	667 258	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 19 ... 24 mm Ø.....	650
666 7321	Pierres-pour allume-gaz, lot de 3.....	272	667 260	Bouchon en caoutchouc plein, 25 - 31 mm Ø.....	649
666 733	Allume-gaz, piézo-électrique.....	272	667 261	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
666 735	Séchoir à main.....	275	667 262	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
666 767	Plaque chauffante, 1500 W.....	274	667 263	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 18 mm, 25 - 31 mm Ø.....	650
666 819	Agitateur à filetage GL 32.....	715-716	667 264	Bouchon en caoutchouc plein, 28 - 34 mm Ø.....	649
666 821	Moteur d'agitation.....	734	667 265	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 28 - 34 mm Ø.....	650
666 839	Agitateur magnétique chauffant.....	274	667 266	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 28 - 34 mm Ø.....	650
666 8392	Thermomètre à contact.....	275	667 267	Bouchon en caoutchouc plein, 42 - 49 mm Ø.....	649
666 8471	Agitateur magnétique à plaque chauffante.....	717, 722	667 268	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 42 - 49 mm Ø.....	650
666 850	Barreau aimanté, 15 mm x 5 mm Ø.....	275	667 269	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 42 - 49 mm Ø.....	650
666 851	Barreau aimanté, 25 mm x 6 mm Ø.....	275	667 270	Bouchon en caoutchouc plein, 34 - 41 mm Ø.....	649
666 854	Barreau aimanté, 50 mm x 8 mm Ø.....	275	667 271	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 34-41 mm Ø.....	650
666 942	Goupillon pour tubes à essais, bout pinceau, 10 mm Ø.....	654	667 272	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 34 - 41 mm Ø.....	650
666 943	Goupillon pour tubes à essais, 20 mm Ø.....	654	667 273	Bouchons en caoutchouc, assortiment de 13 bouchons.....	648

667 275	Bouchon en caoutchouc, 1 trou de 7 mm, 26 - 35 mm Ø.....	650	667 759	Modèle de l'ADN.....	751
667 276	Bouchon en caoutchouc, 2 trous de 7 mm, 26 - 35 mm Ø.....	650	667 760	Réseaux de Bravais, jeu de 14.....	630, 751
667 280	Bouchons en caoutchouc, assortiment de 60 bouchons.....	648	667 763	Réseaux cristallins, jeu de 9.....	631, 751
667 281	Bouchons en liège, assortiment de 100 bouchons.....	649, 732	667 765	Réseau cristallin, graphite 1.....	631, 751
667 295	Joints en silicone GL 18/8, jeu de 10.....	653, 731	667 766	Réseau cristallin, diamant.....	631, 751
667 296	Joint en silicone GL 18/10, lot de 10.....	653	667 767	Réseau cristallin, NaCl.....	631, 751
667 297	Joints en silicone GL 25/8, jeu de 10.....	653, 683	667 769	Réseau cristallin, glace.....	631, 751
667 300	Capuchon à vis GL 14.....	653	667 7977	Balance compacte 200 g : 0,01 g.....	683, 686, 705, 707, 715, 724, 733
667 301	Capuchon GL 14 avec trou.....	653	667 7988	Balance d'analyse ABS 80-4, 83 : 0,0001 g.....	718, 726
667 302	Capuchon GL 25 avec trou.....	653	667 818	Alimentation pour éclateur.....	341, 680
667 303	Capuchon GL 32 avec trou.....	653	667 823	Unité de réglage de la puissance.....	200
667 304	Capuchon à vis GL 18.....	653	667 827	Transformateur variable très basse tension D.....	335
667 305	Capuchon à vis GL 18 avec trou.....	653, 731	667 917	Anémomètre.....	327
667 306	Joint en silicone, GL 18/6, lot de 10.....	653	667 9183	Compteur de Geiger avec ticker.....	606
667 307	Joints en silicone, GL 18, sans trou, jeu de 10.....	653, 722	667 922	Intensité de champ, instrument de mesure numérique.....	422
667 308	Raccord fileté GL 18, lot de 10.....	653	668 081	LIT : Biotechnologie.....	734
667 3091	Capuchon à vis GL 25.....	653	668 08FR	LIT : Biotechnologie.....	736
667 3093	Capuchon à vis GL 45.....	653	668 13FR	LIT : Expériences de démonstration en électrochimie, français.....	685
667 3095	Capuchon à vis GL 45 avec trou.....	653	668 422	LIT : Travaux pratiques d'électrochimie, pour l'élève, anglais.....	400
667 3100	Joint en silicone, GL 14/6, lot de 10.....	653	668 42FR	LIT : Poste de travail Électrochimie, en français.....	400, 693
667 3102	Joint en silicone, GL 25/12, lot de 10.....	653	668 46FR	LIT : Poste de travail Pile à combustible, français.....	404, 702
667 312	Raccord en verre, 2 x GL 18.....	715, 718, 729, 738, 739	669 040	Dynamomètre de précision 50 N.....	185
667 319	Vase de Dewar, 500 ml, à fond plat.....	293	670 2020	Charbon actif, granulés, 500 g.....	741
667 320	Vase de Dewar, 500 ml.....	293, 717	670 2400	Aluminium, feuille, 1 rouleau.....	718
667 321	Couvercle pour le vase de Dewar de 500 ml.....	293	670 3600	Solution ammoniacale, 25 %, 250 ml.....	683, 705
667 322	Calorimètre pour la mesure du froid dû à l'évaporation.....	717	670 4010	Chlorure d'ammonium, 250 g.....	402
667 325	Calorimètre pour les solides et les liquides.....	716	670 4910	Sulfate d'ammonium, 500 g.....	683
667 326	Calorimètre pour gaz.....	716	670 9990	Alcool à brûler, 1 l.....	270
667 332	Support pour spectromètres de poche.....	554	671 0800	Solution de bleu de bromothymol, 0,1 %, 50 ml.....	707
667 339	Spectroscope de poche avec échelle des longueurs d'onde.....	553	671 2000	Calcium, copeaux, 25 g.....	718
667 348	Spectrophotomètre UV/Visible Lightwave.....	709	671 6600	Dichlorométhane (chlorure de méthylène), 250 ml.....	680
667 357	Réfractomètre portable universel.....	710	671 8810	Minéral de fer (hématite), 250 g.....	741
667 359	Réfractomètre de laboratoire.....	710	671 9560	Acide acétique, 0,1 mol/l, 500 ml.....	711
667 360	Balance mécanique de précision 150-73.....	180	671 9720	Éthanol, solvant, 1 l.....	733
667 401	Pile à combustible PEM.....	406	671 9740	Éthanol, solvant, 250 ml.....	721
667 404	Poste de travail Pile à combustible.....	403	672 0110	Fuorescéine, 25 g.....	509
667 4041	Unité de mesure S.....	403, 701	672 1000	Laine de verre, 10 g.....	741
667 4042	Pile à combustible PEM S.....	404, 700	672 1200	Glycérine, 99 %, 100 ml.....	732
667 4043	Électrolyseur PEM S.....	404, 700	672 2000	Hexaméthylènediamine, 50 g.....	736
667 4044	Pile à combustible PEM réversible.....	405, 696, 701	672 2210	n-hexane, 250 ml.....	736
667 4045	Réservoir de gaz O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> .....	406	672 2490	Charbon de bois, petits morceaux, 500 g.....	741
667 4047	Plaque de base pour les piles à combustible.....	406	672 7000	Perganganate de potassium, 100 g.....	683
667 4048	Poste de travail Pile à combustible.....	700	672 9600	Sulfate de cuivre (II) pentahydraté, 100 g.....	683, 686
667 417	Électrode de pH combinée.....	399	672 9660	Solution de sulfate de cuivre, env. 1 M (= 15 %), 500 ml.....	690
667 4172	Électrode de pH à gaine en plastique, BNC.....	44, 711, 713-714	672 9700	Sulfate de cuivre (II), anhydre, 50 g.....	705, 729
667 4182	Électrode de pH à membrane conique, BNC.....	44	673 0840	Bâton de magnésie, lot de 25.....	555, 728
667 4192	Électrode de pH à membrane plate, BNC.....	44	673 1000	Magnésium, ruban, 25 g.....	718, 726
667 4242	Électrode de pH à gaine en verre, BNC.....	44, 734	673 2210	Dioxyde de manganèse, (pyrolusite), 500 g.....	402
667 429	Testeur de conductivité.....	689	673 6010	Dihydrogénophosphate de sodium, 250 g.....	707
667 430	Culot de lampe E14 et E10.....	689	673 6710	Hydrogénophosphate de disodium.....	707
667 433	Petit moteur.....	689	673 8410	Soude caustique 0,1 mol/l, 500 ml.....	690, 707, 711, 714
667 451	Lot d'accessoires pour l'électrode à oxygène.....	46	673 8421	Soude caustique 1 mol/l, 1 l.....	711
667 455	Tube en U pour pont salin, 90 mm x 90 mm, 20 mm Ø.....	688	674 0820	Paraffine, épaisse, 1 l.....	722
667 457	Appareil pour la migration des ions selon Nernst.....	691	674 4640	Solution tampon pH 4,00, 250 ml.....	711, 714
667 458	Électrode à oxygène.....	46	674 4670	Solution tampon pH 7,00, 250 ml.....	711, 714
667 4781	Ph-mètre numérique 201.....	707	674 5810	Pétrole brut, 500 ml.....	732
667 489	Pinces crocodile, lot de 2.....	374, 680	674 5840	Pétrole brut, artificiel, 1 L.....	732
667 495	Appareil de diffusion des gaz.....	297, 725	674 6060	Saccharose D(+), 250 g.....	724
667 500	Tube de Thiele.....	722	674 6210	Acide salicylique, 100 g.....	722
667 501	Échelle graduée pour le grand appareil pour la démonstration de l'osmose.....	724	674 6691	Acide nitrique 1 mol/l, 1 l.....	683
667 503ET5	Vessies de porc pour 667 403, jeu de 5.....	724	674 6810	Acide chlorhydrique, 10 %, 1 l.....	718
667 505	Appareil pour l'étude des anomalies de l'eau.....	290, 731	674 6920	Acide chlorhydrique env. 2 mol/l, 500 ml.....	726
667 509	Appareil pour démonstration de l'osmose, petit.....	297, 724	674 6950	Acide chlorhydrique 0,1 mol/l, 500 ml.....	707, 714, 728
667 510	Tube capillaire 400 mm x 8 mm, 1 mm Ø.....	645	674 6970	Acide chlorhydrique 0,5 mol/l, 500 ml.....	726
667 512	Membrane semi-perméable pour 662 403, lot de 5.....	724	674 7860	Acide sulfurique, 95-98 %, 500 ml.....	675
667 513	Membrane perméable aux cations pour 667 403, lot de 2.....	724	674 7920	Acide sulfurique, dilué, env. 2 N (= 10 %), 500 ml.....	694
667 550	Supraconducteur, kit d'expérimentation pour la fabrication.....	396, 634	674 8100	Dichlorure de sébacyle, 50 ml.....	736
667 551	Effet Meissner-Ochsenfeld, kit d'expérimentation.....	396, 634	675 0430	Thermite, 500 g.....	740
667 552	Température de transition et résistance électrique, kit d'expérimentation.....	397, 635	675 3400	Eau, pure, 1 l.....	700, 721
667 605	Écran de protection.....	718, 732	675 3500	Peroxyde d'hydrogène, 30 %, 250 ml.....	683
667 630	Poignée de protection.....	656	675 4200	Alliage de Wood, 50 g.....	299
667 633	Pince à mercure.....	654	675 4800	Zinc, granulés, 100 g.....	726
667 7061	Carte des nucléides.....	618	675 5410	Sulfate de zinc heptahydraté, 250 g.....	686
667 7063	LIT : Carte des nucléides, brochure.....	618	683 01	Bâton de matériau explosif (pyrotechnique), lot de 50 (dans boîte).....	740
667 7101	Tableau de spectres.....	555	683 10	Masse marquée, 0,1 kg.....	178
667 750	Modèles moléculaires en kit pour élèves.....	750	683 11	Masse marquée, 0,2 kg.....	178
667 751	Tiges de liaison, jeu de 700.....	750	683 41	Aimant de maintien pour rail.....	202
667 753	Modèles moléculaires en kit pour structures minérales et organiques.....	750	683 62	Plongeurs en verre, paire.....	247
667 754	Modèles moléculaires en kit pour structures biochimiques.....	750	683 70	Particules réfléchissantes, 10 g.....	567

N° de cat.	Désignation	Numéro de page	N° de cat.	Désignation	Numéro de page
684 07	Bandes de papier indicateur de la température .....	301	ML10260	Modèle C60 Fullerène, kit .....	747
684 23	Cordes pour sonomètre (monocorde), jeu de 3 .....	235	ML1055	Modèle chlorure de polyvinyle (PVC), kit .....	748
684 255	Marteau pour diapason et 2 masselottes d'accord .....	234	ML1085	Modèle polypropylène (PP), kit .....	748
685 05ET2	Combustible sec « Esbit », 2 x 20 comprimés .....	315	ML1093	Modèle polystyrène (PS), kit .....	748
685 431ET5	Piles de 1,5 V (Micro AAA), jeu de 5 .....	332	ML1102	Modèle térylène (polyester, PE), kit .....	748
685 44ET4	Piles de 1,5 V (Mignon AA), jeu de 4 .....	332	ML1112	Modèle nylon 6.6, kit .....	748
685 45ET5	Piles de 9 V (monobloc), jeu de 5 .....	332	ML113	Modèle savon, kit .....	748
685 47ET5	Piles 1,5 V Baby (C), jeu de 5 .....	332, 458	ML114	Modèle graisse, kit .....	748
685 48ET5	Piles de 1,5 V (Mono D), jeu de 5 .....	332, 483	ML116	Modèle saccharose, kit .....	748
685 58	Courroie de rechange pour générateur de Van de Graaf .....	342	ML1183	Modèle amidon, kit .....	748
685 75	Atomiseur d'huile pour appareil Millikan .....	569	ML1205	Modèle polypeptide, kit .....	748
685 78	Huile, 50 ml, pour appareil Millikan .....	569	ML1207	Modèles acides aminés, jeu de 7 .....	748
686 56ET2	Fil de soie, 20 m, lot de 2 .....	659	ML12120	Modèles d'acides aminés, jeu de 20 .....	748
686 60ET2	Fiches rallonges, jeu de 2 .....	546	ML12326	Modèle glace, kit .....	747
688 161	Adaptateur secteur de voyage .....	377	ML12436	Modèle chlorure de sodium, kit .....	747
688 162	Blocs avec cuve, paire .....	693	ML12545	Modèle sphalérite (blende), kit .....	747
688 163	Diaphragme en papier, lot .....	693	ML12666	Modèle carbonate de calcium (calcite) .....	747
688 168	Pincettes et câbles de rechange pour 664395 .....	693	ML12727	Modèle chlorure de sodium, kit .....	747
697 71	Ampoule de rechange 12 V/55 W, P14, 5s .....	511	ML130	Modèles tensioactif, kit .....	748
698 501	Assortiment de fusibles dans classeur de rangement .....	376	ML13230	Modèle fluorure de calcium (fluorite), kit .....	747
<b>7</b>			ML13330	Modèle chlorure de césium, kit .....	747
700 00USB	Unité centrale COM3LAB (USB) .....	492	ML13766	Modèle dioxyde de silicium, kit .....	747
700 11	Cours COM3LAB : technique du courant continu I .....	493	ML13840	Modèles cuivre, fer, zinc, kit .....	747
700 12	Cours COM3LAB : Technique du courant continu II .....	493	ML14024	Modèle cage de zéolithe, kit .....	747
700 13	Cours COM3LAB : Technique du courant alternatif I .....	494	ML9004	Modèles d'orbitales, kit 2 .....	748
700 14	Cours COM3LAB : Technique du courant alternatif II .....	494	ML90114	Modèles d'orbitales, kit 1 .....	748
700 17	Cours COM3LAB : technique numérique I .....	495	MLDNA-060-12	Modèle molécule d'ADN, kit avec 12 paires de bases .....	748
700 18	Cours COM3LAB : technique numérique II .....	495	MLDNA-060-22	Modèle molécule d'ADN, kit avec 22 paires de bases .....	748
700 91	Proto-board II COM3LAB .....	496	MLRNA-12	Modèle molécule d'ARN, kit avec 12 bases .....	748
724 733	Porte-câbles mobile .....	372	<b>OHCS</b>		
726 21	Plate-forme pour appareils, 350 mm .....	715	OHCS-2000E	Balance Compact CS2000E .....	182
726 50	Plaque à réseau 297 mm x 300 mm, STE .....	460	OHCS-200E	Balance Compact CS200E .....	182
726 54	Plaque à réseau 634 mm x 400 mm, STE .....	460	OHCS-5000E	Balance Compact CS5000E .....	182
727 585	Valise universelle STE .....	481	<b>SATE</b>		
727 81	Unité de base pour machine .....	440	SATE2101	Balance électronique de précision TE2101 .....	182
727 88	Unité d'entraînement .....	442	SATE412	Balance électronique de précision TE412 .....	182
737 01	Oscillateur Gunn .....	500	SATE601	Balance électronique de précision TE601 .....	182
737 020	Alimentation Gunn avec amplificateur .....	501	SATE612	Balance électronique de précision TE612 .....	182
737 15	Support de composants en guide d'ondes .....	501	<b>ZE</b>		
737 21	Grande antenne à cornet .....	501	ZE12007	Orbitales pour la démonstration, grand coffret .....	744
737 27	Physique Accessoires micro-ondes I .....	502	ZE12008	Associations et liaisons hydrogène .....	743
737 275	Physique Accessoires micro-ondes II .....	502	ZE12009	Géométrie cristalline I, structure des métaux .....	743
737 276	Prisme en PVC .....	502	ZE12010	Géométrie cristalline II, structure des sels .....	743
737 35	Sonde de champ électrique .....	501	ZE12012	Orbitales pour la démonstration, coffret .....	744
738 998	Pompe à pied de suppression .....	258	ZE12013	Kit modèles moléculaires, standard .....	632, 743
738 9991	Pince ampèremétrique CC / CA .....	345	ZE14002	Cristal de sel de table, modèle .....	744
<b>CE</b>			ZE14003	Diamant, modèle .....	744
CE18474	Kit modèles moléculaires 1 .....	749	ZE14004	Cristal de glace, modèle .....	744
CE31764	Coffret de kits modèles moléculaires 1 .....	749	ZE14006	Réseau de graphite, modèle .....	631, 744
CE31810	Kit modèles moléculaires 2 .....	750	ZE14020	Hélice alpha, structure des protéines .....	744
CE36685	Coffret de kits modèles moléculaires 3 .....	750	ZE14021	Benzène, modèle moléculaire .....	744
CE42880	Coffret de kits modèles moléculaires 2 .....	749	ZE14026	Fullerène, grand .....	745
<b>KI</b>			ZE14027	Modèles d'orbitales, 8 états de base .....	744
KI6049	Ampoule halogène 24 V/250 W, G6,35-15 .....	379	ZE14028	Éthane, modèle des orbitales .....	744
<b>LD</b>			ZE14029	Éthylène, modèle des orbitales .....	744
LDS00001	Chronomètre numérique manuel .....	171	ZE14030	Acétylène, modèle des orbitales .....	744
<b>MA</b>			ZE14031	Eau, modèle des orbitales .....	744
MA914303	Valise « Environnement » avec photomètre PF-12 .....	678	ZE14032	Ammoniac, modèle des orbitales .....	744
<b>MI</b>			ZE14033	Méthane, modèle des orbitales .....	744
MIK74703	Caméra vidéo et USB BMS EcoCam III .....	664	ZE14034	Modèle de table de l'ADN .....	744
MIK76007	Microscope BMS 100 FL 7-LED CIS .....	669			
<b>ML</b>					
ML001	Coffret modèles moléculaires pour élèves, kit d'initiation .....	745			
ML003	Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour l'enseignant .....	746			
ML004	Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour l'enseignant .....	746			
ML007	Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour l'enseignant .....	746			
ML008	Coffret modèles moléculaires pour la chimie organique, pour les élèves .....	745			
ML009	Coffret modèles moléculaires pour la chimie inorganique et organique, pour les élèves .....	745			
ML010	Coffret modèles moléculaires pour la biochimie, pour les élèves .....	747			
ML051	Coffret modèles moléculaires pour la stéréochimie .....	747			
ML10030	Modèle diamant, kit .....	747			
ML10145	Modèle graphite, kit .....	747			

# LEYBOLD®



BRANDS OF THE LD DIDACTIC GROUP

LEYBOLD® Feedback **ELWE**® TECHNİK

PHYSIQUE

CHIMIE  
BIOLOGIE

INGÉNIERIE



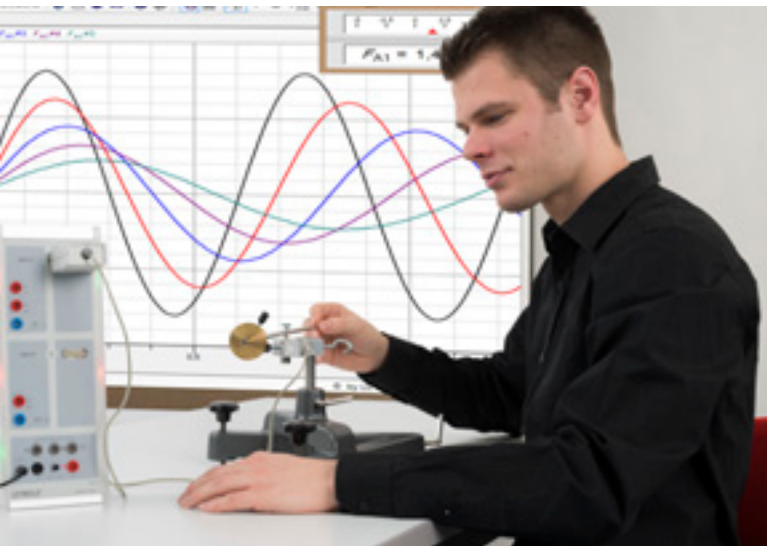
## CONTACT

### ALLEMAGNE

LD DIDACTIC GmbH  
Leyboldstr. 1  
50354 Huerth, Allemagne  
Tel.: +49 2233 604 0  
Fax: +49 2233 604 222  
E-Mail: [info@ld-didactic.de](mailto:info@ld-didactic.de)  
[www.ld-didactic.com](http://www.ld-didactic.com)

### FRANCE & BELGIQUE WALLONIE

Systèmes Didactiques s.a.r.l  
Savoie Hexapole - Actipole 3, Rue Maurice Herzog  
F 73420 Viviers du Lac  
Tél: +33 (0)4 56 42 80 70  
Fax: +33 (0)4 56 42 80 71  
E-Mail: [xavier.granjon@systemes-didactiques.fr](mailto:xavier.granjon@systemes-didactiques.fr)  
[www.systemes-didactiques.fr](http://www.systemes-didactiques.fr)



[WWW.LD-DIDACTIC.COM](http://WWW.LD-DIDACTIC.COM)

BRANDS OF THE LD DIDACTIC GROUP

LEYBOLD® Feedback ELWE® TECHNIK