

**KLÜVER & SCHULZ**  
[www.klueverundschulz.de](http://www.klueverundschulz.de)



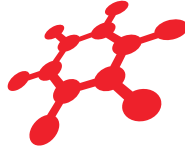
Naturwissenschaften gemeinsam Lehren und Lernen – *Seit über 30 Jahren!*

---

# Hauptkatalog Physik

---

**2018 / 2019**



KLÜVER & SCHULZ

4% Nachlass auf Online-Bestellungen!

www.klueverundschulz.de

Naturwissenschaften gemeinsam Lehren und Lernen – Seit über 30 Jahren!

So erreichen Sie uns:



Wir sind persönlich für Sie da:

Geschäftsführung

Herr Klüver 041 05 / 153 71 – 30

Vertrieb

info@klueverundschulz.de

Bestell- und Kundenservice:

Tel.: 041 05 / 153 71 – 0

Fax: 041 05 / 153 71 – 55

Herr Christensen 041 05 / 153 71 – 40

Frau Hilbring 041 05 / 153 71 – 51

Herr Hilbring 041 05 / 153 71 – 45

Buchhaltung

buchhaltung@klueverundschulz.de

Frau Wolff 041 05 / 153 71 – 50

Versand / Lager

info@klueverundschulz.de

Herr Seidl 041 05 / 153 71 – 60

Herr Oltopf 041 05 / 153 71 – 10



Einfach und bequem bestellen:



Bestellen Sie direkt in unserem Webshop und erhalten zusätzlich 4% Nachlass: www.klueverundschulz.de



Per Fax

Senden Sie uns Ihre Bestellung oder Anfrage per Fax: 041 05 / 153 71 – 55



Per Telefon

Teilen Sie uns Ihre Bestellung oder Anfrage per Telefon mit: 041 05 / 153 71 – 0



Per E-Mail

Senden Sie uns jederzeit Ihre Bestellung oder Anfrage bequem an: info@klueverundschulz.de



Per Post

Nutzen Sie bitte den Bestellschein am Ende des Katalogs und senden Sie diesen ausgefüllt an: Klüver & Schulz GmbH Glüsender Str. 76 · 21217 Seevetal/Glüsingen



Stöbern Sie online in unserem neuen Hauptkatalog für Chemie & Biologie!



Dr. Johannes Recht, Business Field Manager Natural Sciences

## Liebe Kundin, lieber Kunde,

begeistert Sie die Physik? Suchen Sie nach Möglichkeiten, Ihren Unterricht noch spannender zu gestalten? Möchten Sie sich auf Ihre Geräteausstattung verlassen können? Dann lassen Sie sich von diesem Katalog und den vielen Neuheiten inspirieren! Einige Highlights unseres stetig wachsenden Physiksortiments möchten wir Ihnen schon vorab vorstellen: Die hochwertigen Sets für Schülerexperimente haben wir um die folgenden Themenbereiche erweitert:

- Solarenergie
- Elektrik
- Ultraschallwellen
- Mechanische Schwingungen und Wellen

Alle Schülerexperimente enthalten selbstverständlich ausführliche Experimentieranleitungen sowohl für Lehrer als auch für Schüler.

Die Mechanik präsentiert sich mit einem preisgünstigen Reversionspendel sowie zwei neuen Experimenten zur Untersuchung elastischer Verformungen und zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls bzw. des Schermoduls. Auch das Kapitel zum Thema Schall und Ultraschall ist durch einige herausragende Neuheiten ergänzt worden:

- Das neue Kundt'sche Rohr mit darauf zugeschnittenen Peripheriegeräten
- Das Quincke'sche Resonanzrohr
- Die Gerätesätze „Schallausbreitung in Stäben“ und „Räumliches Hören“
- Die Ausstattung für Experimente zur Ultraschallcomputertomographie

Weitere Highlights sind die Kompaktlösung zum Millikan-Experiment, die neu hinzu genommene Pockels-Zelle sowie der Hall-Effekt an Metallen. Zudem sind die seit Jahren bewährten Analogmultimeter ESCOLA durch eine Überarbeitung noch sicherer gemacht worden.

Wir wünschen Ihnen eine angenehme Lektüre und freuen uns auf Ihre Anregungen und Bestellungen. Unser kompetentes Team steht Ihnen natürlich jederzeit mit persönlicher Beratung zur Seite!

Es grüßt Sie freundlich,

Dr. Johannes Recht  
Business Field Manager Natural Sciences

### ► **Neu:** 3B Scientific® Katalog Physikexperimente für Schulen und Hochschulen mit über 100 Demonstrations- und Praktikumsexperimenten.

Sprechen Sie uns an, gerne schicken wir Ihnen den Experimentekatalog zu. Auf unserer Website finden Sie im Bereich „Kundenservice“ unter „Katalog anfordern“ unsere Kataloge auch als PDF zum Ansehen, zum Download und zum Bestellen.

#### Der Qualität verpflichtet

Bei 3B Scientific erhalten Sie gute Qualität zu fairen Preisen. Das hohe Niveau unseres Qualitätsmanagements entspricht den Standards von ISO 9001 und der Worlddidac Quality Charter und wird regelmäßig von unabhängigen Gutachtern bestätigt.

**Darauf können Sie sich verlassen.**



# INHALT

<b>4 NEUE PRODUKTE</b>	98 Wasserwellen	210 Lade- und Entladegerät
<b>8 SCHÜLEREXPERIMENTE</b>	99 Mechanische Wellen	211 Elektrochemie
8 3B STUDENT <i>Kit</i>	103 Schall	214 Magnetismus
15 Lehrgerät Akustik	111 Ultraschall	216 Magnetisches Feld
<b>16 SCHÜLER-EXPERIMENTIER- GERÄTESYSTEM SEG</b>	<b>120 ENERGIE UND UMWELT</b>	222 Leiter im Magnetfeld
32 Kröncke-Optik	120 Brennstoffzellen / Solarenergie	224 Induktion
34 Grundlegende Schülerexperimente	121 Treibhauseffekt	228 Zerlegbarer Transformator
35 Lichtbox	122 Wetter	231 Tesla-Transformator
36 Regenerative Energien	123 Lärm	232 Freie Elektronen in Gasen und im Vakuum
37 Gasdetektor GASTEC	<b>124 WÄRME UND THERMO- DYNAMIK</b>	<b>246 ATOM- UND KERNPHYSIK</b>
<b>38 COMPUTERUNTERSTÜTZTES EXPERIMENTIEREN</b>	124 Thermometer	246 Periodensystem der Elemente
38 3B NET <i>lab</i> <sup>™</sup>	128 Wärmeäquivalent	247 Rastertunnelmikroskop
39 3B NET <i>log</i> <sup>™</sup>	129 Kalorimeter	248 Kristallmodelle
40 Sensoren	130 Thermische Ausdehnung	249 Molekülbausätze
47 Fourieranalyse	133 Wärmeströmung	250 Atomorbitale
<b>48 MECHANIK</b>	134 Wärmestrahlung	251 Millikan-Experiment
48 Mechanik auf der Weißwandtafel	136 Wärmeleitung	252 Grundlagen der Atomphysik
49 Zeitmessung	137 Gasgesetze	254 Franck-Hertz-Experiment
50 Längenmessung	141 Kreisprozesse	258 Natrium-Fluoreszenz
51 Volumenmessung	<b>146 LICHT UND OPTIK</b>	259 Radioaktivität
52 Kraftmesser	146 Optik auf der Weißwandtafel	262 ESR/NMR
53 Schraubenfedern	149 Geometrische Optik	264 Hall-Effekt an Halbleitern
54 Wägestücke	150 Optik nach Kröncke	265 Hall-Effekt an Metallen
56 Gravitation / Himmelskunde	152 Optiksystem NEVA	<b>266 LABORGERÄTE</b>
57 Statik	153 Optik auf der optischen Bank U	266 Netzgeräte
58 Reibung	154 Optik auf der optischen Bank D	272 Funktionsgeneratoren
59 Einfache Maschinen	156 Optikleuchten auf Stiel	275 Analog-Oszilloskope
61 Lineare Bewegung	157 Optische Aufbaulemente auf Stiel	276 Digital-Oszilloskope
64 Ebene Bewegung	160 Newton'sche Ringe/ Fresnel-Spiegel	278 Analoge Handmessgeräte
67 Freier Fall / Gleichmäßige Beschleunigung	161 Geometrische Blenden	280 Digitale Handmessgeräte
68 Vertikaler und Horizontaler Wurf	162 Beugungsobjekte	284 Digitalzähler
71 Physik mit kleinem Budget	165 Filter	285 Drehbewegungen
72 Drehbewegungen	166 Prismen/ Optische Kristalle	286 Magnetisches Feld
74 Gyroskop	168 Faraday-Effekt	287 Mikrovoltmeter/ Messverstärker
75 Schwingungen	169 Wellenoptik mit dem Laser	288 Laborwaagen
83 Auftrieb	170 Farbenlehre	290 Magnetrührer
84 Dichte und Volumen	172 CCD-HD-Sensor	291 Wärmequellen
86 Druck	173 Pockels-Effekt	292 Videokameras
87 Oberflächenspannung	174 Polarisaton	294 Mikroskope
88 Viskosität	176 Spektralröhren und -lampen	295 Diverse
89 Elastische Verformungen	178 Spektrometer	<b>296 LABORAUSSTATTUNG</b>
90 Vakuum	182 Mach-Zehnder-Interferometer	296 Stativmaterial
92 Vakuumpumpen mit Schlauch- anschluss	183 Michelson-Interferometer	298 Schläuche
93 Vakuumpumpe mit KF-Anschluss	184 Festkörperlaser-Physik	299 Experimentierkabel
94 Aerodynamik	188 Gerätesätze	301 Diverse
95 Laminare Strömung	190 Lichtgeschwindigkeit / Spiegelfolie	302 Glas
<b>96 WELLEN UND SCHALL</b>	191 Auge und Sehen	<b>303 HISTORISCHE EXPERIMENTE</b>
96 Wellenoptik	<b>192 ELEKTRIZITÄT UND MAGNETISMUS</b>	<b>304 ALPHABETISCHER INDEX</b>
	192 Elektrostatik	<b>314 NUMERISCHER INDEX</b>
	198 Elektrischer Stromkreis	<b>318 WEITERE SORTIMENTE</b>
	206 3B Steckelemente-System	



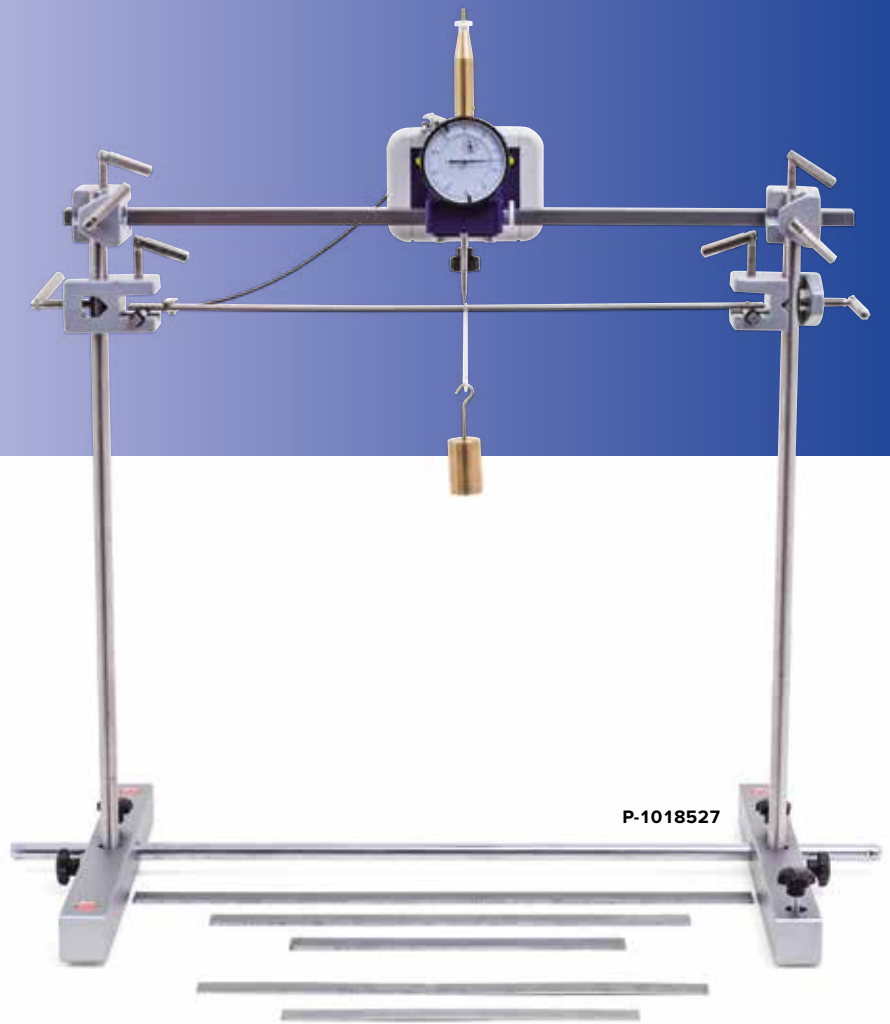
## LEGENDE

Dieser Hinweis nennt Ihnen zum Produkt passende Experimente aus unserem Physikexperimentekatalog. Sie finden diese Experimente auch auf unserer Website [3bscientific.com](http://3bscientific.com), wenn sie dort nach der angegebenen Nummer suchen.

UE2020200

# NEUHEITEN

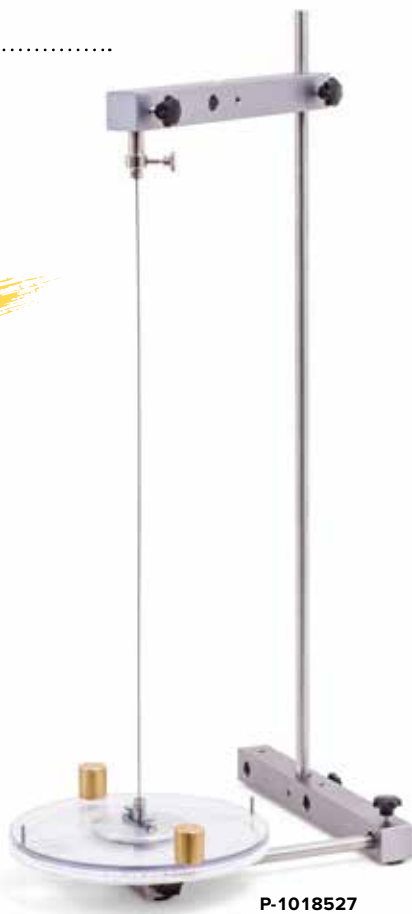
Messapparatur Elastizitätsmodul  
P-1018527



P-1018527

Seite 89

Torsionsgerät  
P-1018550



P-1018550

Seite 89

Quincke'sches Resonanzrohr  
P-1018475



P-1018475

Seite 103



P-1018466

Seite 77

Reversionspendel  
P-1018466



P-1013393

Seite 173

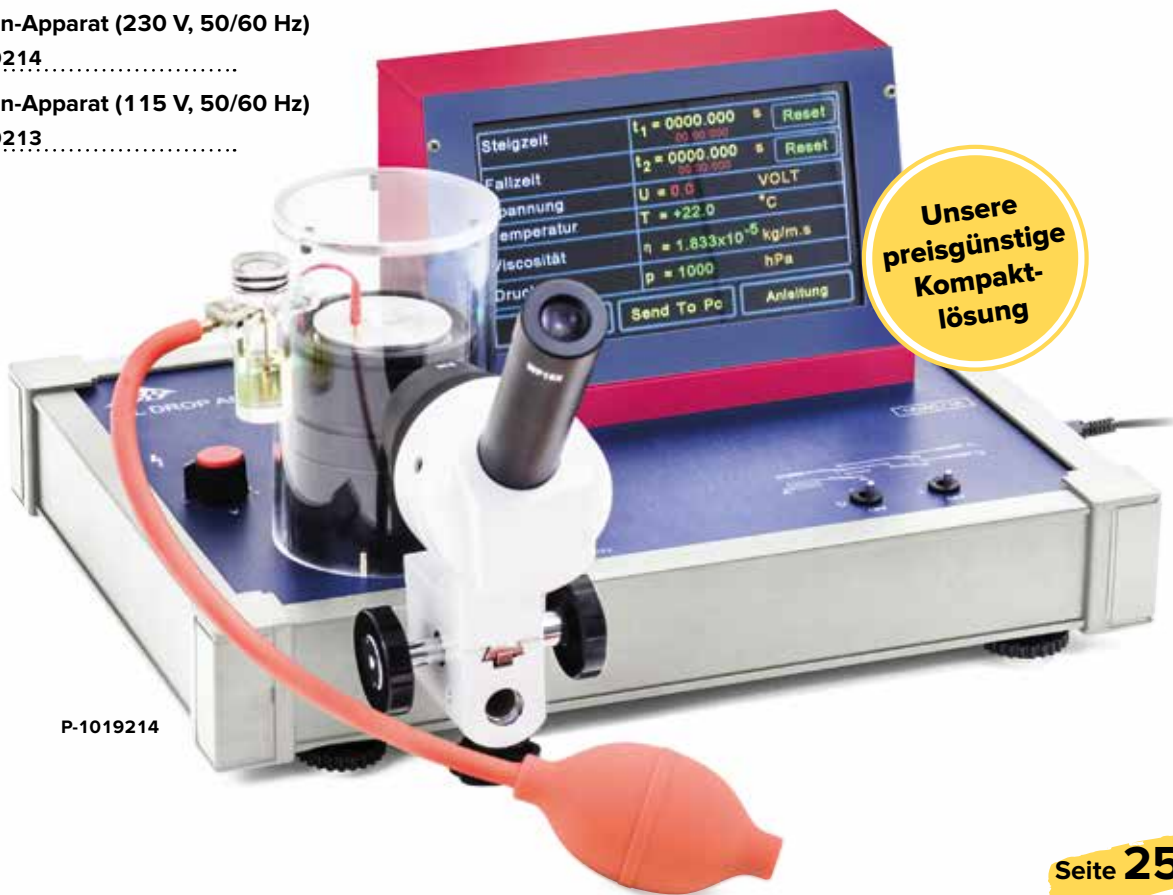
Pockels-Zelle auf Stiel  
P-1013393

Millikan-Apparat (230 V, 50/60 Hz)

P-1019214

Millikan-Apparat (115 V, 50/60 Hz)

P-1019213



P-1019214

Unsere  
preisgünstige  
Kompakt-  
lösung

Seite 251

Neue Produkte

Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“  
(230 V, 50/60 Hz)

P-1018469 .....

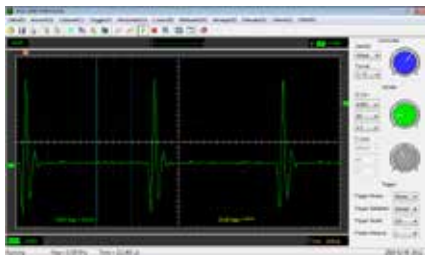
Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“  
(115 V, 50/60 Hz)

P-1018468 .....

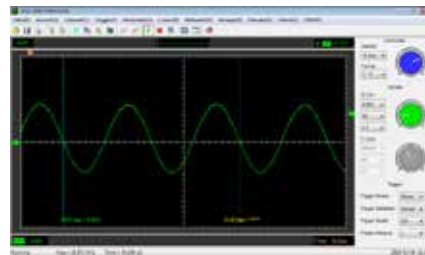
Seite **107**



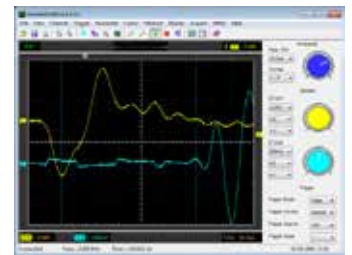
P-1018469



Ausbreitung von Longitudinalwellen:  
Schwingungspakete in einem langen Stab



Ausbreitung von Longitudinalwellen:  
Sinusförmige Schwingung in einem  
kurzen Stab



Ausbreitung von Transversalwellen  
in Stäben

### Hall-Effekt an Metallen

Kupferprobe für Hall-Effekt  
P-1018751 .....

Zinkprobe für Hall-Effekt  
P-1018752 .....

Halter für Hall-Effekt  
P-1018753 .....

Seite **265**



Neue Produkte

Gerätesatz „Räumliches Hören“  
P-1018551

Seite **107**



P-1018551

**Computertomographie**

CT-Scanner  
P-1017782

Seite **119**



P-1017782



P-1017785

CT-Messwanne  
P-1017785



P-1017783

CT-Steuergerät  
P-1017783



P-1017784

CT-Probe  
P-1017784

Neue Produkte

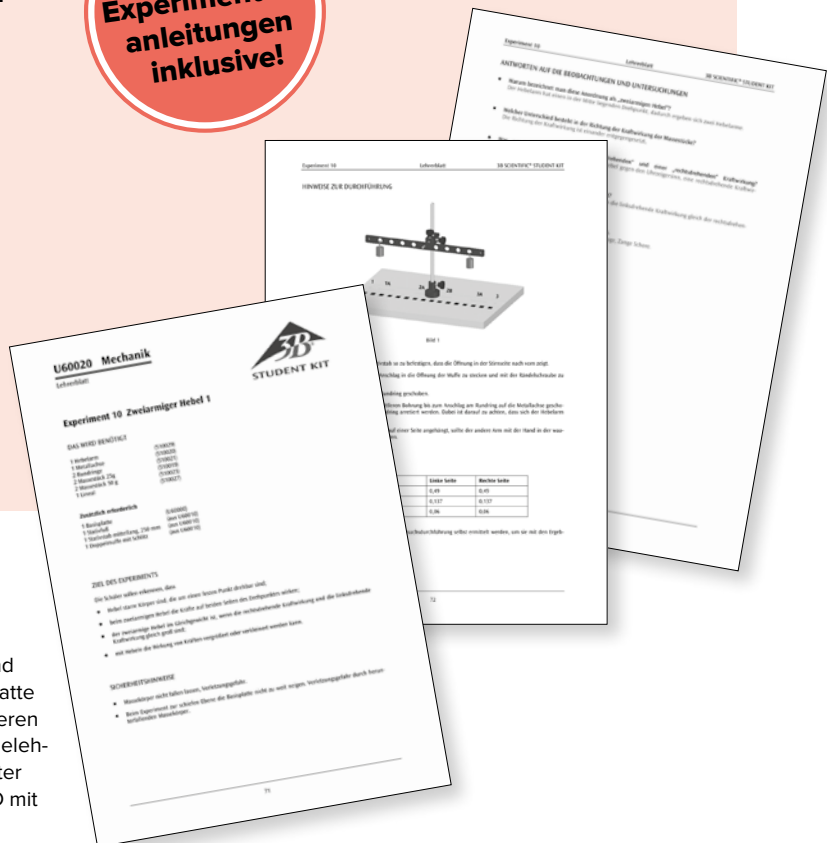


### 3B STUDENT Kits

#### Schülerexperimente der Sekundarstufe 1

Mit den vielseitigen 3B STUDENT Kits können Schüler der Sekundarstufe 1 eigenständig viele grundlegenden Experimente aus Mechanik, Wärmelehre, Optik, Elektrostatik und Elektrik aufbauen und durchführen. Ausführliche Experimentieranleitungen, unterteilt in Schüler- und Lehrerblätter, helfen den Schülern bei der Durchführung und erleichtern den Lehrern die Vorbereitung.

Für jeden experimentellen Aufbau, an dem zum Beispiel auch zwei Schüler gleichzeitig arbeiten können, wird eine Fläche von nur ca. 400x250 mm<sup>2</sup> benötigt. Dennoch ist ein übersichtlicher und stabiler Aufbau gewährleistet. Die robusten Komponenten bestehen aus eloxiertem Aluminium, Kunststoff oder Glas.



#### STUDENT Kit Basissatz

Basisgerätesatz zu den STUDENT Kits Mechanik (P-1000731) und Wärmelehre (P-1000732). Bestehend aus einer robusten Basisplatte aus Kunststoff, Stativmaterial aus eloxiertem Aluminium und weiteren Komponenten, die sowohl in der Mechanik, als auch in der Wärmelehre eingesetzt werden. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen.

#### Lieferumfang:

- 1 Basisplatte
- 2 Stativfüße
- 2 Stativstangen 360 mm
- 1 Stativstange 250 mm
- 2 Stativstangen 100 mm
- 2 Doppelmuffen mit Schlitz
- 1 Halteclip 8 mm Ø
- 1 Halteclip 22 mm Ø
- 1 Halteclip 27 mm Ø
- 1 Becher 500 ml
- 1 Reagenzglas
- 1 Glasrohr 50 mm
- 1 Glasrohr 250 mm
- 1 Silikonschlauch 500 mm x 6 mm Ø
- 4 g Glycerin
- 1 CD mit Experimentieranleitungen

**P-1000730** .....

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



P-1000730

### STUDENT Kit Mechanik

Gerätesatz zur Durchführung von 25 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der Basisplatte des Student Kit Basissatzes (P-1000730) aufgebaut und durchgeführt.

**P-1000731** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000730 STUDENT Kit Basissatz**

#### Lieferumfang:

- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1 Federstahlstreifen        | 1 Massekörper Aluminium             |
| 1 Hebelarm                  | 1 Massekörper Holz                  |
| 1 Lineal                    | 1 Silikonschlauch 500 mm x 3 mm Ø   |
| 1 Rolle                     | 1 Schlauchkupplung                  |
| 1 Rolle mit Haken           | 1 Halteclip 8 mm Ø                  |
| 1 Massestück 100 g          | 1 Halteclip 14 mm Ø                 |
| 3 Massestücke 50 g          | 1 Spritze 60 ml                     |
| 2 Massestücke 25 g          | 1 Spritze 30 ml                     |
| 1 Kraftmesser 2 N           | 1 Kunststoffkugel                   |
| 1 Metallachse               | 1 Gummistopfen (30 mm x 31/25 mm Ø) |
| 4 Rundringe zur Metallachse | 1 Trichter 40 mm Ø                  |
| 1 Rolle mit Schnur          | 1 U-Rohr-Manometer                  |
| 1 Wagen                     | 1 Messzylinder                      |
| 1 Reibungsklotz             | 100 g Knetmasse                     |
| 1 Spiralfeder               |                                     |
| 1 Massekörper Eisen         |                                     |



P-1000731

#### Inklusive 25 Experimentieranleitungen zur Mechanik:

- Kraftwirkungen
- Kraft und Gegenkraft
- Verformung durch Kräfte (2 Experimente)
- Masse und Dichte von Körpern
- Reibung (2 Experimente)
- Einarmiger Hebel
- Zweiarmiger Hebel (2 Experimente)
- Feste Rolle
- Lose Rolle
- Feste und lose Rolle
- Geneigte Ebene (2 Experimente)
- Verbundene Gefäße
- Druck in Flüssigkeiten
- Prinzip des U-Rohr-Manometers
- Schweredruck in Flüssigkeiten
- Auftrieb in Flüssigkeiten
- Schwimmen und Sinken
- Luft als Körper
- Druck und Volumen
- Temperatur und Volumen
- Wirkung des Luftdrucks

Geräteausstattung Mechanik:

**P-1000731 STUDENT Kit Mechanik**

**P-1000730 STUDENT Kit Basissatz**



Zweiarmiger Hebel

**STUDENT Kit Wärmelehre**

Gerätesatz zur Durchführung von 10 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Wärmelehre. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der Basisplatte des STUDENT Kit Basissatzes (P-1000730) aufgebaut und durchgeführt. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen.

**Lieferumfang:**

- 1 Erlenmeyerkolben 100 ml
- 1 Bimetallstreifen
- 1 Hohlspiegel am Stab
- 1 Aluminiumstab 200 mm
- 1 Thermometer -10 – +100°C
- 1 Glasrohr 90° gewinkelt
- 1 Gummistopfen 25 mm x 24/19 mm Ø
- 1 Spiritusbrenner
- 1 Keramikuntersetzer

**P-1000732**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000730 STUDENT Kit Basissatz**

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**

**CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!**



P-1000732

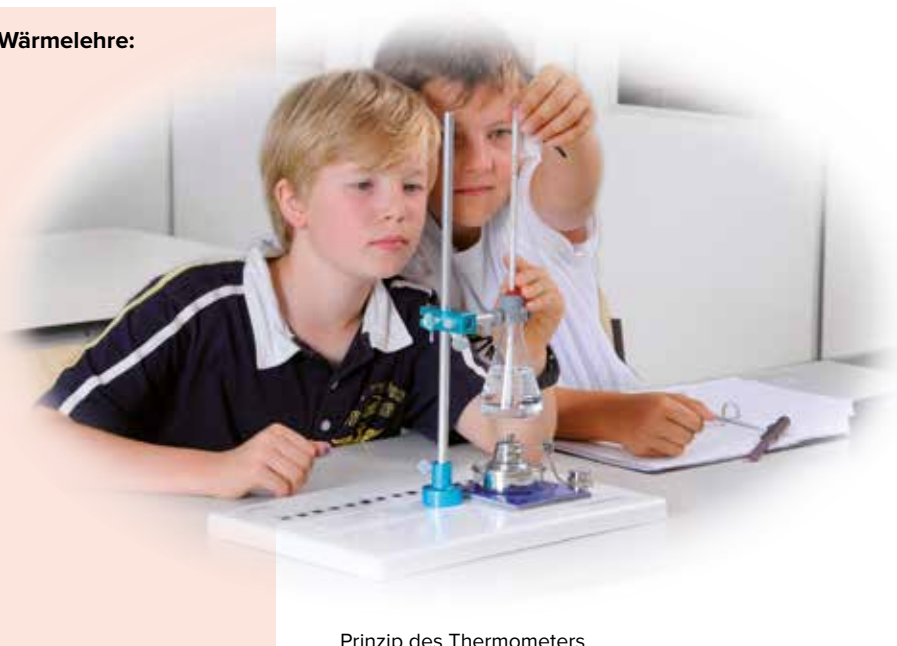
**Inklusive 10 Experimentieranleitungen zur Wärmelehre:**

- Prinzip des Thermometers
- Erwärmung fester Körper
- Erwärmung flüssiger Körper
- Erwärmung gasförmiger Körper
- Verhalten von Bimetallen
- Wärmeleitung
- Wärmestrahlung
- Kondensieren
- Destillieren
- Mischungstemperatur

Geräteausstattung Wärmelehre:

**P-1000732 STUDENT Kit Wärmelehre**

**P-1000730 STUDENT Kit Basissatz**



Prinzip des Thermometers

### STUDENT Kit Optik

Gerätesatz zur Durchführung von 23 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Optik. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der mitgelieferten Optischen Bank aufgebaut und durchgeführt.

#### Lieferumfang:

- 2 Linsen,  $f = +100$  mm
- 1 Linse,  $f = +50$  mm
- 1 Linse,  $f = -100$  mm
- 1 Linse,  $f = +300$  mm
- 1 Blendenhalter
- 1 Steckernetzgerät für Optikleuchte
- 1 Optikleuchte
- 1 Auflagemaske Winkelmesser
- 1 Projektionschirm/Experimentiertisch
- 1 Optische Bank
- 2 Teelichter
- 1 Undurchsichtiger Körper
- 1 Einzelspaltblende
- 1 Dreifachspaltblende
- 1 Farbandia M-Y-C
- 1 F-Blende
- 1 Flexibler Spiegel
- 1 Planparallele Platte
- 1 Halbrundkörper
- 1 Sammellinse
- 1 Zerstreungslinse
- 1 Rechtwinkliges Prisma
- 2 Bögen Millimeterpapier, transparent DIN A5
- 1 Lineal



P-1000734  
P-1000733

### STUDENT Kit Optik (230 V, 50/60 Hz)

P-1000734 .....

### STUDENT Kit Optik (115 V, 50/60 Hz)

P-1000733 .....

#### Inklusive 23 Experimentieranleitungen zur Optik:

- Ausbreitung des Lichtes
- Licht und Schatten
- Reflexion am ebenen Spiegel
- Hohl- und Wölbspiegel
- Lichtbrechung (2 Experimente)
- Brechzahl
- Optische Linsen (Strahlengang)
- Brennpunkt von Sammellinsen
- Brennweite von Sammellinsen
- Bildentstehung an Sammellinsen
- Abbildungsgesetze
- Lupe
- Funktion des Auges
- Funktion der Brille (2 Experimente)
- Funktionsprinzip des Fotoapparats
- Funktionsprinzip des Diaprojektors
- Funktionsprinzip des Galilei'schen Fernrohrs
- Funktionsprinzip des Himmelsfernrohrs
- Funktionsprinzip des Mikroskops
- Zerlegung des Lichtes
- Farbmischung

Geräteausstattung Optik:

P-1000734 STUDENT Kit Optik (230 V, 50/60 Hz) oder  
P-1000733 STUDENT Kit Optik (115 V, 50/60 Hz)



Der Diaprojektor

**neu**

### Student Kit Elektrik

Gerätesatz zur Durchführung von 28 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Elektrik. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Die Schaltungen werden mit Bauelementen im Steckergehäuse auf einer Steckplatte aufgebaut. Die Stromversorgung erfolgt über eine oder zwei Monozellen Typ D, LR20, 1,5 V (Batterien nicht im Lieferumfang enthalten) oder über ein externes Netzgerät. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen.

**P-1017213** .....

### Lieferumfang:

- 1 Steckplatte für Bauelemente
- 2 Monozellenhalter
- 1 Satz Leiter u. Nichtleiter
- 1 Satz 10 Lampen E10, 1,3 V; 60 mA
- 1 Satz 10 Lampen E10, 3,8 V; 300 mA
- 3 Lampenfassung E10
- 2 Umschalter
- 1 Kippschalter, einpolig
- 1 Tastschalter (NO), einpolig
- 1 Rolle Chrom-Nickel Draht
- 1 Rolle Konstantendraht
- 1 Rolle Eisendraht
- 1 Satz 10 Brückenstecker
- 6 Verbindungsstecker, 4 mm
- 6 Abgreifklemmen
- 1 Potentiometer, 220 Ω
- 1 Widerstand 47 Ω, 2W
- 2 Widerstände 100 Ω, 2W
- 2 Zinkplatten
- 2 Kupferplatten
- 2 Kohleplatten
- 1 Glastrog
- 1 Satz 3 Experimentierkabel, rot
- 1 Satz 3 Experimentierkabel, blau
- 1 Experimentierschnur
- 1 Massestück, 50 g
- 1 Teelicht

STUDENT Kit Elektrik



P-1017213

### Inklusive 28 Experimentieranleitungen zur Elektrik:

- Der einfache elektrische Stromkreis (2x)
- Elektrische Leiter und Isolatoren
- Wärmewirkung und Lichtwirkung
- Verschiedene Elektrizitätsquellen \*
- Stromleitung in Flüssigkeiten \*
- Einpoliger Umschalter
- Wechselschalter
- Strommessung im einfachen Stromkreis \*\*
- Spannungsmessung im einfachen Stromkreis \*\*
- Reihenschaltung von Glühlampen
- Parallelschaltung von Glühlampen
- Klemmenspannung und Leerlaufspannung \*\*
- Parallelschaltung und Reihenschaltung von Batterien \*\*
- Zitronenbatterie \*\*
- Zusammenhang zwischen Spannung und Strom durch Variation der Spannung \* / \*\*
- Abhängigkeit der elektrischen Leistung von Größen im Stromkreis \* / \*\*
- Abhängigkeit der elektrischen Arbeit von Größen im Stromkreis \* / \*\*
- Ohmscher Widerstand \* / \*\*
- Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes (2x) \* / \*\*
- Abhängigkeit des Widerstandes von der Drahtlänge \* / \*\*
- Abhängigkeit des Widerstandes vom Drahtquerschnitt \* / \*\*
- Abhängigkeit des Widerstandes vom Material des Drahtes \* / \*\*
- Spezifischer Widerstand \* / \*\*
- Reihenschaltung von Widerständen \* / \*\*
- Parallelschaltung von Widerständen \* / \*\*
- Veränderlicher Widerstand
- Potentiometer \* / \*\*

Geräteausstattung Elektrik:

**P-1017213 STUDENT Kit Elektrik**

**P-1002776 DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (230 V; 50/60 Hz)**

oder

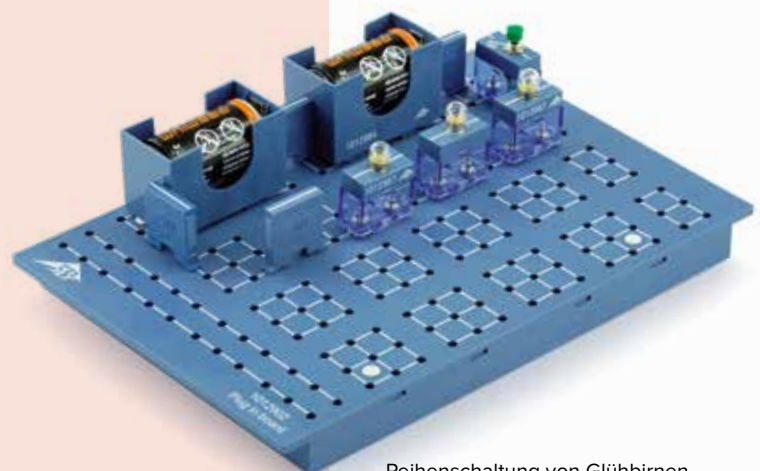
**P-1002775 DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (115 V; 50/60 Hz)**

(für Experimente mit Kennzeichnung \*)

**P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30**

(für Experimente mit Kennzeichnung \*\*)

**CD mit Experimentieranleitungen inklusive!**

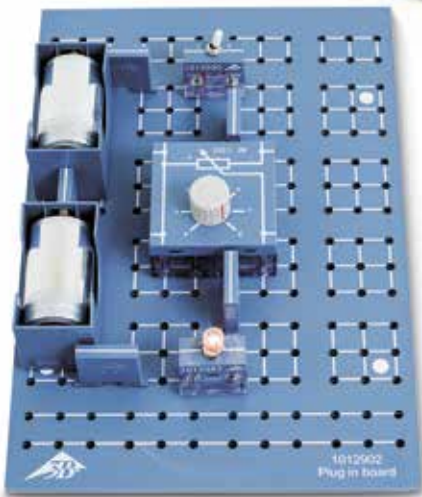


Reihenschaltung von Glühlampen

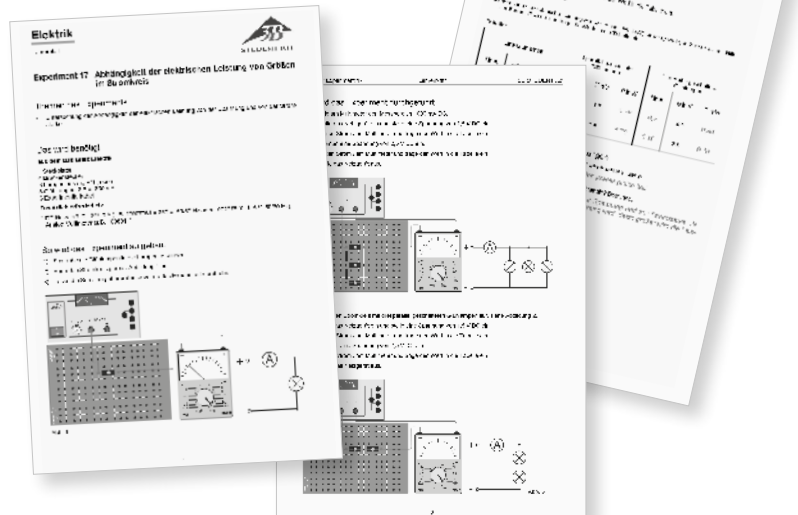
Schülerexperimente



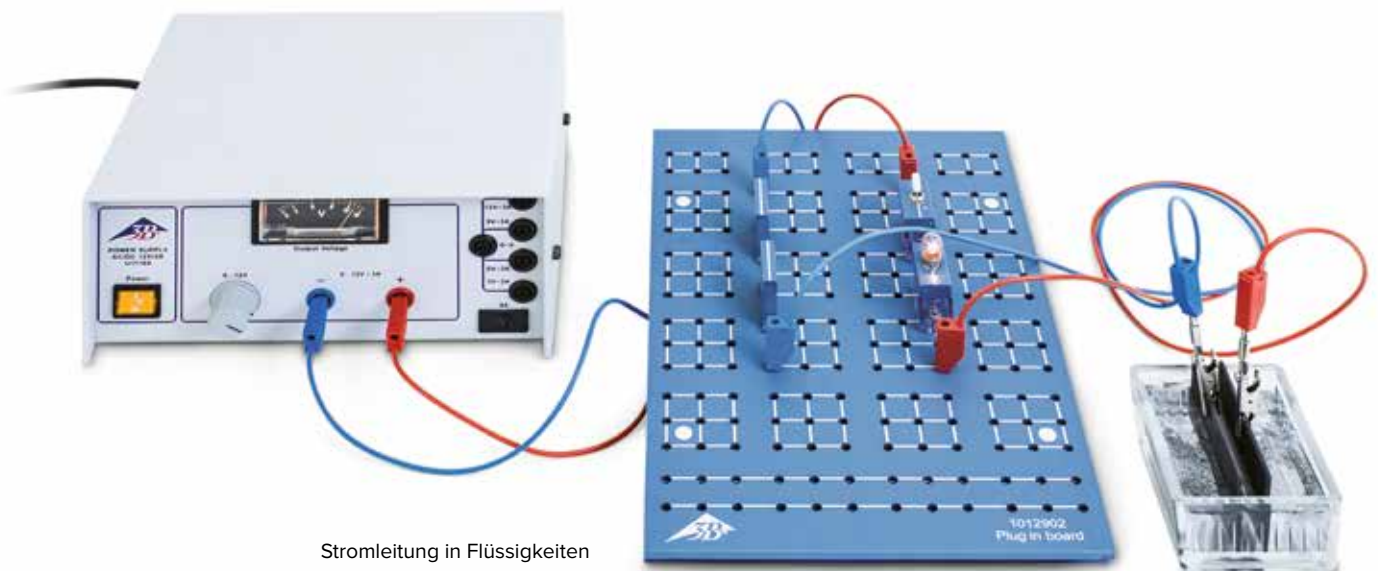
Zitronenbatterie



Veränderlicher Widerstand



**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



Stromleitung in Flüssigkeiten



## Lehrgerät Akustik

Vollständiger Gerätesatz zur Durchführung von mehr als 30 Schülerexperimenten aus der Akustik. In Kunststofftablett mit Schaumstoffeinlage.

Abmessungen: ca. 530x375x155 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 4,5 kg

### Lieferumfang:

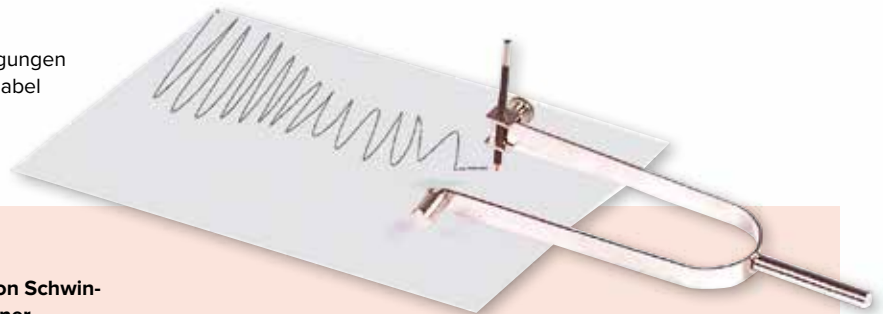
- 1 Monochord, mit Maß- und Tonskala
- 1 Stahlsaite
- 1 Perlonsaite
- 1 Federwaage auf Trägerelement
- 1 Zungenpfeife mit 8 Klappen
- 1 Schreibstimmgabel 21 Hz
- 1 Stimmgabel 440 Hz
- 1 Leichtmetall-Stimmgabel 1700 Hz
- 1 Lippenpfeife
- 1 geschlossene abstimmbare Luftsäule
- 1 offene abgestimmte Luftsäule
- 1 Chladni-Scheibe mit Stiel
- 1 Glockenschale
- 1 Galton-Pfeife
- 1 Kundt'sches Rohr mit Halteklammer
- 5 g Lykopodiumpulver in Streudose
- 1 Metallophon mit Anschlaghammer
- 1 Wellenseil
- 1 Helmholtz-Resonator, 70 mm Ø
- 1 Helmholtz-Resonator, 52 mm Ø
- 1 Helmholtz-Resonator, 40 mm Ø
- 1 Helmholtz-Resonator, 32 mm Ø
- 1 Schraubzwinge
- 1 Kunststoffklotz
- 1 Abstimmstieber

**P-1000816** .....



Lehrgerät Akustik

Darstellung von Schwingungen mit einer Schreibstimmgabel



### Themen:

- Geräusch, Knall, reiner Ton
- Schwingende Luftsäulen
- Lippenpfeife
- Schwingende Stäbe, Platten und Glocken
- Infraschall
- Ultraschall
- Schreibende Stimmgabel
- Fortschreitende Seilwellen
- Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls
- Bewegte Schallquellen (Doppler-Effekt)
- Plattenschwingungen (Chladni'sche Klangfiguren)
- Glockenschwingungen
- Stehende Seilwellen, Obertöne
- Klangfarben von Musikinstrumenten
- Darstellung von Schwingungen mit einer Schreibstimmgabel
- Klangfarbe der menschlichen Stimme
- Messung der Wellenlänge (Kundt'sche Staubfiguren)
- Resonanz
- Helmholtz'sche Kugelresonatoren
- Klanganalyse
- Lautstärke
- Tonhöhe bei Saiteninstrumenten
- Tonhöhe bei Blasinstrumenten
- Zungenpfeife
- C-Dur-Tonleiter und ihre Intervalle
- Dreiklang, Harmonien
- Halbtöne, Dur und Moll

Mit dem Lehrgerät Akustik können Schüler eigenständig zahlreiche Experimente aus der Akustik durchführen. Zunächst werden die verschiedensten Schallquellen untersucht und die Begriffe Geräusch, Knall und Ton sowie Tonhöhe und Lautstärke erarbeitet. Seilwellen veranschaulichen harmonische Schwingungen und Obertöne. Einen breiten Raum nehmen Untersuchungen an den verschiedenartigen Musikinstrumenten ein. Am Monochord werden verschieden hohe Töne erzeugt und die auftretenden Intervalle experimentell bestimmt. Diese Untersuchungen finden bei anderen Instrumenten eine interessante Ergänzung und leiten zwanglos zur musikalischen Tonlehre über.

Schülerexperimente



## Schüler-Experimentier-Gerätesystem (SEG)

Mit dem umfangreichen und praktischen Schüler-Experimentier-Gerätesystem (SEG) können Ihre Schüler eigenständig zahlreiche Experimente aus Mechanik, Kalorik, Optik, Elektrik und Magnetik, zur Solarenergie, zu Schwingungen und Wellen sowie zur Radioaktivität durchführen. Hierbei werden sie durch ausführliche Experimentieranleitungen unterstützt. Für jeden experimentellen Aufbau wird nur eine kleine Fläche benötigt. Dennoch ist stets ein übersichtlicher und stabiler Aufbau gewährleistet. Die vorgegebene Anordnung des experimentellen Aufbaus ermöglicht dem Lehrer einen schnellen Überblick über Fortschritt und Experimentiererfolg des einzelnen Schülers.

### SEG Mechanik

Umfangreicher Gerätesatz zur Durchführung von 23 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Mechanik der festen Körper. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der SEG-Grundplatte (P-1000789) aufgebaut und durchgeführt.

**P-1008527**



P-1008527

### Lieferumfang:

- 2 Stativstangen mit Außen- und Innengewinde, 400 mm
- 1 Stativstange mit Außengewinde, 400 mm
- 2 Stativstangen, 110 mm
- 2 Doppelmuffen
- 1 Waagebalken
- 2 Waagschalen mit Bügel
- 1 Skala für Waage
- 1 Achszapfen für Rollen
- 1 Walzenkörper mit Aufsteckmassen
- 1 Flasche mit zwei Rollen und zwei Haken
- 1 Flasche mit zwei Rollen und einem Haken
- 1 Wellrad
- 1 Kunststoff-Rolle, 40 mm
- 4 Massestücke, 25 g
- 1 Massestück, 50 g
- 1 Massestück 100 g
- 1 Magnetfuß
- 1 verstellbarer Winkel
- 2 S-Haken, 1 g
- 2 S-Haken, 2 g
- 2 S-Haken, 5 g
- 4 Rundschnurringe
- 1 Reibungs- und Standfestigkeitskörper
- 1 Satz Plastikauflagen für Reibungsexperiment
- 1 Kraftmesser 1 N
- 1 Kraftmesser 2 N
- 1 Blattfeder, 330 mm
- 1 Schraubenfeder mit 2 Ösen, ca. 5 N/m
- 100 m Hanfbindfaden
- 2 Zeiger
- 1 Messzylinder
- 1 Standfuß für Messzylinder
- 3 Streifen Velourspapier
- 1 Geometriedreieck
- 1 Lineal

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**

### Inklusive 23 Experimentieranleitungen zur Mechanik:

- Hooke'sches Gesetz
- Kalibrieren eines Federkraftmessers
- Verformung einer Blattfeder
- Addition von Kräften gleicher Wirkungslinie
- Zerlegung einer Kraft in zwei Komponenten
- Untersuchungen zur Standfestigkeit
- Reibungsarten
- Gesetze für Haft- und Gleitreibungskräfte
- Gleichgewichtsbedingungen am zweiseitigen Hebel
- Gleichgewichtsbedingungen am einseitigen Hebel
- Kräfte, Wege und Arbeiten an der festen Rolle
- Kräfte, Wege und Arbeiten an der losen Rolle
- Kräfte, Wege und Arbeiten an einem Flaschenzug
- Kräfte, Wege und Arbeiten an einem Wellrad
- Kräfte an der geneigten Ebene
- Volumenbestimmung fester Körper
- Massebestimmung fester Körper (Balkenwaage)
- Dichtebestimmung
- Materialbestimmung (Stoff) über Dichtebestimmung
- Wichte und Auftrieb
- Periodendauer eines Fadenpendels
- Bestimmung der Fallbeschleunigung mit Hilfe eines Fadenpendels
- Periodendauer eines Federschwingers

Geräteausstattung Mechanik:  
**P-1008527 SEG Mechanik**  
**P-1000789 SEG – Grundplatte**

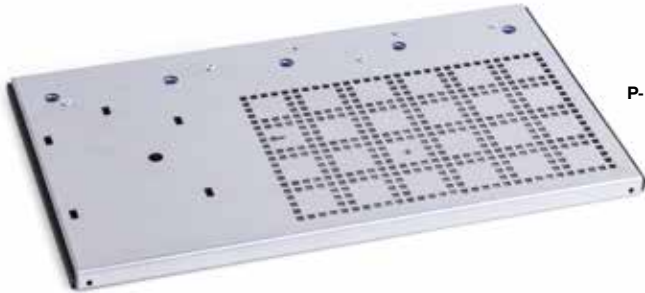
### SEG-Grundplatte

Kippsichere Basis aus Edelstahl mit fünf Spezialgewinden zur verankungsfreien Aufnahme von Stativstangen, Gewinden zur Halterung des zerlegbaren Transformators und zahlreichen Steckplätzen zur Aufnahme von Bauelementen aus der Elektrik. Mit stand- und rutschfesten Gummifüßen.

Abmessungen: ca. 400x245x15 mm<sup>3</sup>

P-1000789

**CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!**



P-1000789

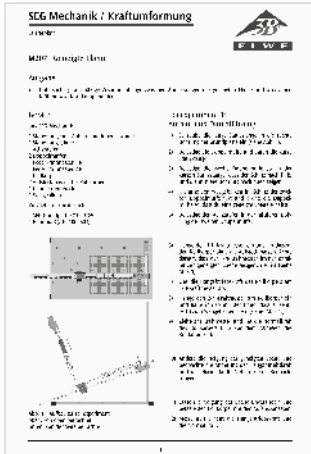
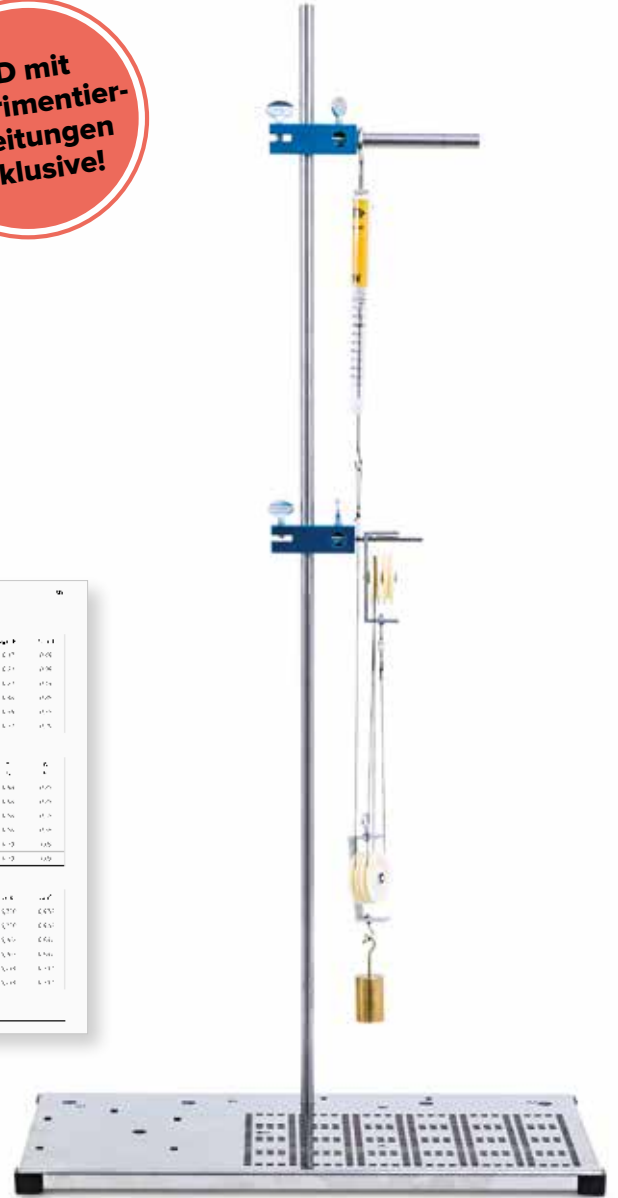
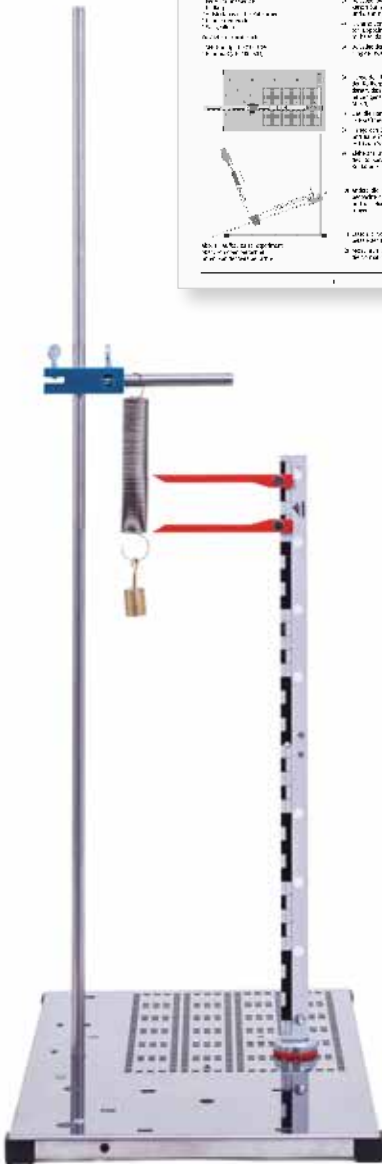


Tabelle 1: Einseitiger Hebel		Tabelle 2: Hooke'sches Gesetz	
längere Hebelarm	kurzer Hebelarm	längere Hebelarm	kurzer Hebelarm
1	10	1	10
2	10	2	10
3	10	3	10
4	10	4	10
5	10	5	10



Flaschenzug



Hooke'sches Gesetz



Einseitiger Hebel

**SEG Kalorik**

Gerätesatz zur Durchführung von 22 grundlegenden Schülerexperimenten aus der Kalorik. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der SEG-Grundplatte (P-1000789) aufgebaut und durchgeführt.

**P-1008528** .....

**Lieferumfang:**

- 1 Stativstange mit Außen- und Innengewinde, 400 mm
- 4 Holzstäbchen
- 1 Metallrohr, kurz
- 1 Zeiger/Haken
- 1 Rührer
- 1 Stahlrohr
- 1 Messingrohr
- 1 Aluminiumrohr
- 1 Thermometer ohne Skala, rote Füllung
- 2 Thermometer, -10 – 100°C, 1K, rote Füllung
- 1 Kapillare
- 1 Bimetallstreifen mit 10-mm-Stumpf
- 10 Blatt Rundfilter
- 10 Blatt Thermopapier
- 1 Stahlkörper
- 1 Bleikörper
- 1 Spiritusbrenner
- 1 Becherglas, 100 ml
- 1 Erlenmeyerkolben, 100 ml
- 1 Reagenzglashalter mit Stabansatz
- 1 Reagenzglas
- 1 Messzylinder, 50 ml
- 1 Kalorimeter mit Heizwendel, 200 ml
- 1 Gummistopfen mit zwei Bohrungen
- 2 Gummistopfen mit einer Bohrung
- 1 Massestück 10 g mit Haken
- 2 Doppelmuffen
- 5 ml Lebensmittelfarbstoff
- 10 g Kochsalz
- 1 Halter für Metallbecher
- 1 Metallbecher, schwarz
- 1 Metallbecher, Aluminium
- 4 g Glycerin
- 1 Schlauch
- 2 O-Ringe
- 1 Winkelskala
- 10 Notizblätter
- 5 Alufolien



P-1008528

**Inklusive 22 Experimentieranleitungen zur Kalorik:**

- Volumenänderung von Flüssigkeiten bei Erwärmung
- Kalibrieren eines Thermometers
- Volumenänderung von Luft bei Temperaturänderung
- Zustandsänderungen bei einer abgeschlossenen Luftmenge
- Längenänderung fester Körper bei Erwärmung
- Linearer Ausdehnungskoeffizient
- Untersuchungen am Bimetallstreifen
- Wärmetransport in festen Körpern
- Wärmetransport in Flüssigkeiten
- Wärmetransport in Gasen
- Wärmestrahlung
- Eindämmung des Wärmetransports
- Temperaturverlauf beim Erwärmen von Flüssigkeiten
- Grundgleichung der Wärmelehre
- Mischen von Wasser unterschiedlicher Temperatur, Mischungstemperatur
- Wärmekapazität eines Kalorimeters
- Spezifische Wärmekapazität von Metallen
- Anfangstemperatur eines in der Flamme erhitzten Metallkörpers
- Umwandlung elektrischer Energie in Wärmeenergie
- Temperaturverlauf beim Schmelzen von Eis
- Spezifische Schmelzwärme von Eis
- Sieden und Kondensieren von Wasser
- Destillation
- Verdunsten von Flüssigkeiten (Abhängigkeiten, Verdunstungskälte)

Geräteausstattung Kalorik:  
**P-1008528 SEG Kalorik**  
**P-1000789 SEG – Grundplatte**

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



Längenänderung fester Körper bei Erwärmung

**CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!**

Methodik	Lehrplan	SG
<p><b>1.1</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.2</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.3</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.4</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.5</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.6</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.7</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.8</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.9</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.10</b> Die Temperaturmessung</p>	<p><b>1.1</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.2</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.3</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.4</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.5</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.6</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.7</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.8</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.9</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.10</b> Die Temperaturmessung</p>	<p><b>1.1</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.2</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.3</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.4</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.5</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.6</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.7</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.8</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.9</b> Die Temperaturmessung</p> <p><b>1.10</b> Die Temperaturmessung</p>

**SG Kalorik / Wärmetransport**

**K205**

**K205** **Einfluss des Wärmetransports**

**Ziele**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Methodik**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Beobachtung**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Ergebnis**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Erklärung**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Beobachtung**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Ergebnis**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

**Erklärung**

1. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

2. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

3. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

4. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

5. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

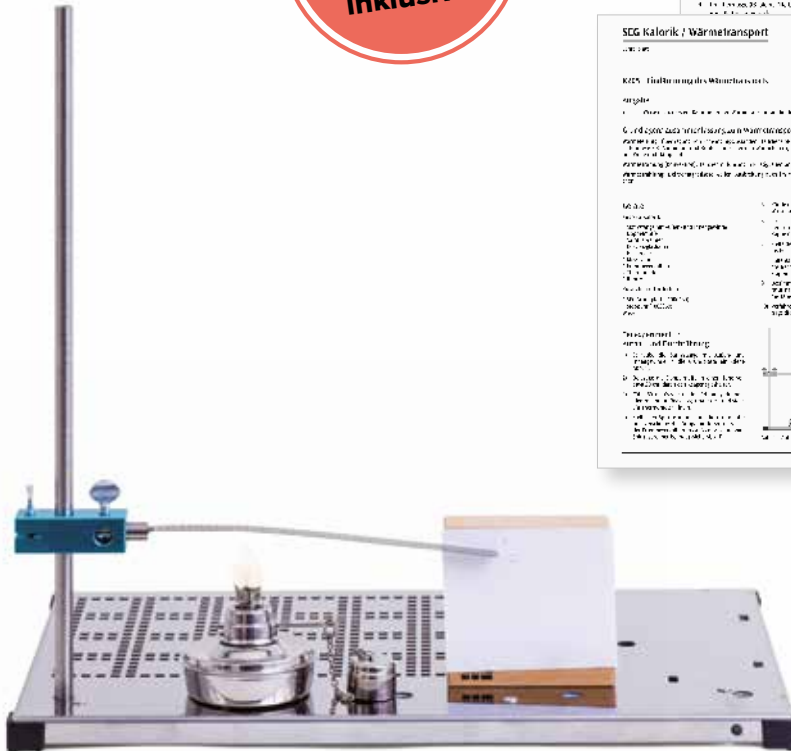
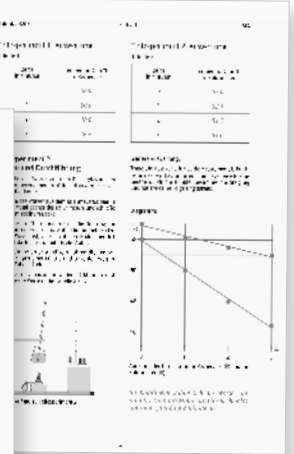
6. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

7. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

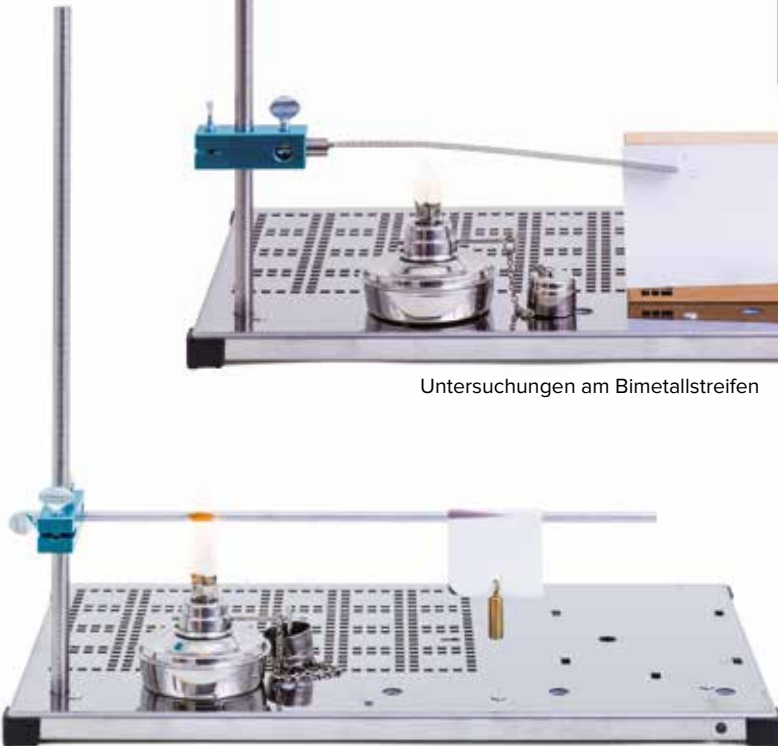
8. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

9. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung

10. Einfluss des Wärmetransports auf die Temperaturmessung



Untersuchungen am Bimetallstreifen



Wärmetransport in festen Körpern



Spezifische Wärmekapazität von Metallen

**Kalorik / K205** SFG

**Lehrerblatt**

**Vervollständige:**

Ein Dewar-Gefäß (Thermosgefäß) ist so konstruiert, dass alle drei Varianten der Wärmeübertragung weitgehend verhindert werden (Wärmedämmung).

- Die Verspiegelungswand des doppelwandigen Glaschallors verhindert weitgehend die Wärmestrahlung.
- Das Teilvakuum im doppelwandigen Glasgefäß sowie die Isolierschicht von Gefäß und Deckel verhindern weitgehend die Wärmeleitung und die Wärmeleitung.
- Im Kalorimeter wurde also der Wärmetransport an die Umgebung eingedämmt.
- Im Thermosgefäß bleibt "heiße" lange heiß und "kalte" lange kalt.

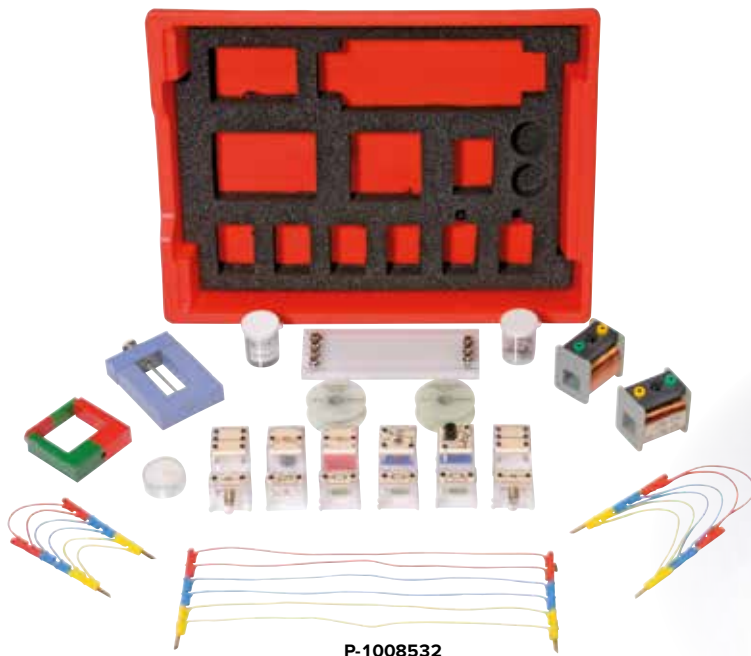
**Begründe:**

- Kühlwagen (z. B. bei der Bundesbahn) sind weiß lackiert oder metallisch glänzend. Wärmestrahlung werden nicht absorbiert sondern reflektiert.
- Die Henkel vieler Kochtöpfe sind aus Kunststoff. Die für die Henkel verwendeten Kunststoffe sind schlechte Wärmeleiter.
- Schaumstoffe sind gute Wärmedämmer. Weil die vielen kleinen eingeschlossenen Luftteilchen sowohl Wärmeleitung als auch Wärmeströmung verhindern.

### SEG Elektrik und Magnetik

Vielseitiger Gerätesatz zur Durchführung von 41 Schülerexperimenten aus der Elektrik und Magnetik. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der SEG-Grundplatte (P-1000789) aufgebaut und durchgeführt.

**P-1008532** .....



P-1008532

#### Lieferumfang:

- |  |  |
|--|--|
| 1 Satz Experimentierkabel                  | 1 Widerstand 47 Ω (Steckelement)               |
| 1 Stabmagnet, ca. 65x16x5 mm <sup>3</sup>  | 1 Widerstand 1 kΩ (Steckelement)               |
| 1 Hufeisenmagnet, ALNICO, flach            | 1 NTC-Widerstand 100 Ω (Steckelement)          |
| 1 Widerstandsbrett                         | 2 Fassungen E10 (Steckelement)                 |
| 1 Transformator Kern 20x20 mm <sup>2</sup> | 2 Glühlampen E10, 7 V                          |
| 1 Spannschraube                            | 1 Aufbewahrungsdose mit 1 Fadenset mit O-Ring, |
| 1 Spule 200/400/600 Windungen              | 2 Gewindestifte,                               |
| 1 Spule 400/400/800 Windungen              | 2 Büroklammern,                                |
| 2 Stromverzweigungen (Steckelement)        | 2 Aluminiumelektroden, Konstantdraht           |
| 1 Potentiometer 100 Ω (Steckelement)       | 50 g Eisenpulver                               |
| 1 Schalter (Steckelement)                  | 50 m Chromnickeldraht, 0,2 mm                  |
| 1 Kondensator 4700 μF (Steckelement)       | 50 m Eisendraht, 0,2 mm                        |
| 1 Kondensator 10 μF (Steckelement)         | 1 Teelicht                                     |
| 1 Widerstand 33 Ω (Steckelement)           |  |



Belasteter Transformator

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**

#### Inklusive 41 Experimentieranleitungen zur Elektrik und Magnetik:

- Geschlossener Stromkreis
- Leiter und Nichtleiter
- Unverzweigter Stromkreis
- Verzweigter Stromkreis
- Stromstärke im unverzweigten Stromkreis
- Stromstärke im verzweigten Stromkreis
- Ursprung und Klemmenspannung
- Spannung im unverzweigten Stromkreis
- Spannung im verzweigten Stromkreis
- Spannungsteiler
- Ohm'sches Gesetz
- Temperaturabhängigkeit des Widerstandes (Eisendraht)
- Strom-Spannungs-Diagramm einer Glühlampe
- Strom-Spannungs-Diagramm eines Heißeleiters
- Widerstandsgesetz
- Widerstand im unverzweigten Stromkreis
- Widerstand im verzweigten Stromkreis
- Widerstand und Spannung im unverzweigten Stromkreis
- Widerstand und Stromstärke im verzweigten Stromkreis
- Unbelasteter und belasteter Spannungsteiler
- Spannungs- Zeit- Diagramm beim Laden und Entladen eines Kondensators
- Stromstärke- Zeit- Diagramm beim Laden und Entladen eines Kondensators
- Zusammenhang zwischen Ladung und Spannung
- Kondensator im Gleich- und Wechselstromkreis (Verhalten)
- Probekörper im Magnetfeld
- Magnetpole
- Magnetisches Feld eines Hufeisenmagneten und eines Stabmagneten
- Magnetische Dipole
- Spule als Magnet
- Kräfte im Magnetfeld einer Spule
- Induktion durch Relativbewegung
- Induktion durch Änderung des Magnetfeldes
- Induktionsgesetz
- Ohm'scher Widerstand im Gleich- und Wechselstromkreis
- Kondensator im Gleich- und Wechselstromkreis (Widerstand)
- Spule im Gleich- und Wechselstromkreis
- Wirkungsweise eines Transformators
- Spannung und Windungszahl beim unbelasteten Transformator
- Belasteter Transformator
- Stark belasteter Transformator
- Thermoelektrizität

Geräteausstattung Elektrik und Magnetik:

**P-1008532 SEG Elektrik und Magnetik**

**P-1000789 SEG – Grundplatte**

**P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30**

**P-1000998 SEG Stromversorgung (230 V, 50/60 Hz)**  
oder

**P-1000997 SEG Stromversorgung (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000998  
P-1000997

**SEG-Stromversorgung**

AC/DC-Netzgerät zur SEG Elektrik und Magnetik (P-1008532).  
Gehäuse mit Befestigungshaken zum Einrasten in die SEG-Grundplatte (P-1000789).

Spannungen: 1,5/ 3,0/ 4,5/ 6,0 V AC/DC

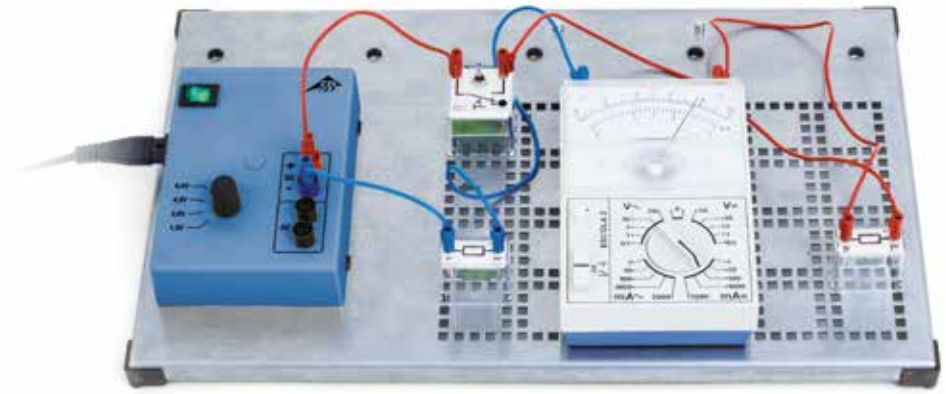
**SEG Stromversorgung (230 V, 50/60 Hz)**

P-1000998 .....

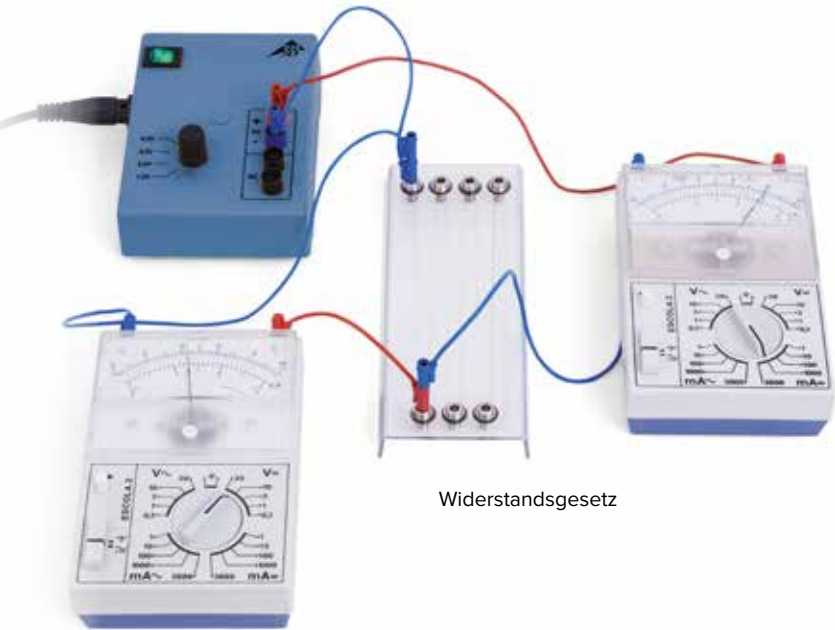
**SEG Stromversorgung (115 V, 50/60 Hz)**

P-1000997 .....

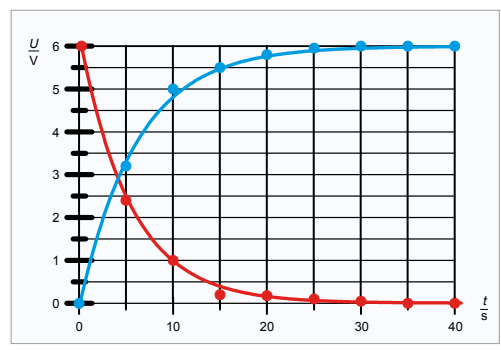
**CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!**



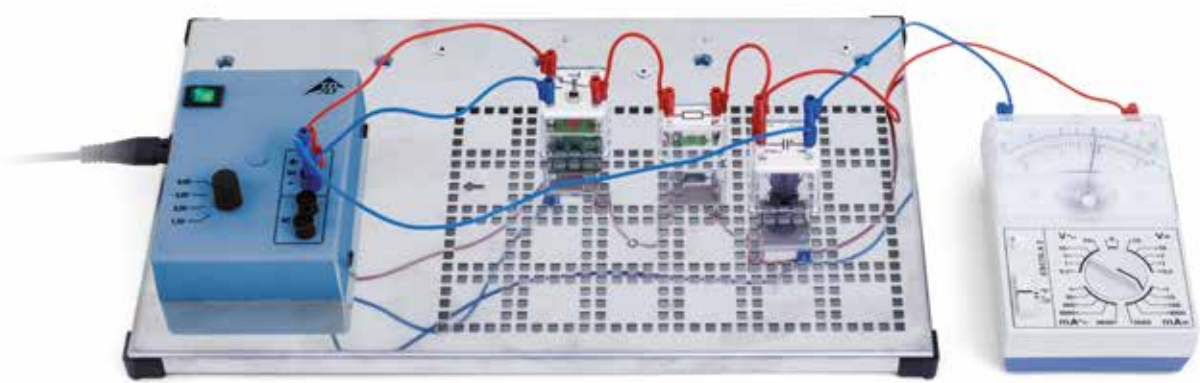
Die elektrische Stromstärke im unverzweigten Stromkreis



Widerstandsgesetz



Kondensator: Geladen (blau) und Entladen (rot)



Laden und Entladen eines Kondensators (Spannung)

**SEG Optik**

Vielseitiger Gerätesatz zur Durchführung von 38 grundlegenden Schülerexperimenten aus der geometrischen Optik. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden platz sparend und dennoch übersichtlich auf der mitgelieferten optischen Bank oder der SEG-Grundplatte (P-1000789) aufgebaut und durchgeführt. In beiden Fällen werden die optischen Komponenten mittels Magnethaftung rutschfest angeordnet. Mitgelieferte Auflagemasken geben die Position der Komponenten vor.

**SEG Optik (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1008531** .....

**SEG Optik (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1008530** .....

**Lieferumfang:**

- |   |   |
|---|---|
| 1 Optische Bank                           | 1 Zerstreulinse, Flachmodell            |
| 1 Optikleuchte, 5 V, 2 W                  | 1 Sammellinse, Flachmodell              |
| 1 Steckernetzgerät, 100 – 240 V, 50/60 Hz | 1 Rechtwinkliges Prisma                 |
| 4 Teelichter                              | 1 Planparallele Platte                  |
| 1 Plastikdose                             | 1 Schattenkörper                        |
| 1 Blendenhalter, magnethaftend            | 1 Flexibler Spiegel, magnethaftend      |
| 1 F-Blende                                | 1 Projektionsschirm/ Experimentiertisch |
| 1 Dreispalt-/Fünfspaltblende              | 2 Linsen, f = +50 mm                    |
| 1 Einspaltblende                          | 1 Linse, f = +100 mm                    |
| 1 Abbildungsobjekt                        | 1 Linse, f = +300 mm                    |
| 1 Farbfilter, rot                         | 1 Linse, f = -100 mm                    |
| 1 Farbfilter, blau                        | 1 Satz Auflagemasken                    |
| 1 Acrylglasplatte mit Halter              |   |
| 1 Halbrundkörper                          |   |



P-1008531  
P-1008530

CD mit Experimentieranleitungen inklusive!

**Inklusive 38 Experimentieranleitungen zur Optik:**

- Ausbreitung des Lichts, Lichtbündel und Lichtstrahl
- Lichtdurchlässigkeit
- Licht und Schatten
- Kern- und Halbschatten
- Reflexion am ebenen Spiegel
- Sammeln von Licht am Hohlspiegel
- Reflexion und Strahlengänge am Hohlspiegel
- Reflexion und Strahlengänge am Wölbspiegel
- Bildeigenschaften am ebenen Spiegel
- Lichtübergang von Luft in Glas, Bestimmen der Brechzahl
- Lichtübergang von Glas in Luft, Bestimmen der Brechzahl
- Bestimmen des Grenzwinkels der Totalreflexion (Glas in Luft)
- Strahlenverlauf an einer planparallelen Glasplatte, Gesetz
- Strahlenverlauf am Glasprisma
- Totalreflexion am Prisma
- Lichtdurchgang durch eine Sammellinse
- Brennweitenbestimmung (Sammellinse)
- Ausgezeichnete Strahlen (Sammellinse)
- Lichtdurchgang durch eine Zerstreulinse
- Brennweitenbestimmung (Zerstreuungslinse)
- Ausgezeichnete Strahlen (Zerstreuungslinse)

- Lichtdurchgang durch Linsensysteme
- Bildeigenschaften (Sammellinse)
- Abbildungsmaßstab und Linsengleichung
- Abbildungsfehler bei Sammellinsen
- Bildentstehung im Auge
- Kurzsichtigkeit
- Weitsichtigkeit
- Stabsichtigkeit
- Fotoapparat
- Diaprojektor
- Mikroskop
- Galilei'sches Fernrohr
- Kepler'sches Fernrohr
- Terrestrisches Fernrohr
- Spektrale Zerlegung von Licht
- Wiedervereinigung der Spektralfarben
- Additive Farbmischung, Komplementärfarben

Geräteausstattung Optik:  
**P-1008531 SEG Optik (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1008530 SEG Optik (115 V, 50/60 Hz)**



Reflexion und Strahlengänge am Wölbspiegel

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



Reflexion am ebenen Spiegel



Strahlenverlauf am Glasprisma



Modell Mikroskop



**neu**

**SEG Mechanische Schwingungen und Wellen**

Umfangreicher Gerätesatz zur Durchführung von 23 grundlegenden Experimenten zu mechanischen Schwingungen und Wellen. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen.

**SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (230 V, 50/60 Hz)**

P-1016652 .....

**SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (115 V, 50/60 Hz)**

P-1018476 .....

**Lieferumfang:**

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1 Betriebsgerät MEC              | 2 Stativstangen mit Außen- und Innengewinde |
| 1 Steckernetzgerät               | 2 Doppelmuffen                              |
| 2 Dynamische Kraftsensoren       | 1 Magnethaken                               |
| 1 Exzentermotor                  | 1 Stabmagnet                                |
| 1 Induktionsspule                | 1 Gummiseil                                 |
| 1 Stoppuhr                       | 1 Rolle mit Hanfbindfaden                   |
| 4 Schraubenfedern                | 1 Fadenöse                                  |
| 1 Satz 10 Massestücke 50 g       | 1 Kurzschlussring                           |
| 1 Grundplatte                    | 1 Gliedermaßstab                            |
| 1 Querstange                     | 2 BNC-Kabel, 1 m                            |
| 2 Stativstangen mit Außengewinde | 1 Kabel BNC/ 4 mm                           |

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



P-1016652  
P-1018476

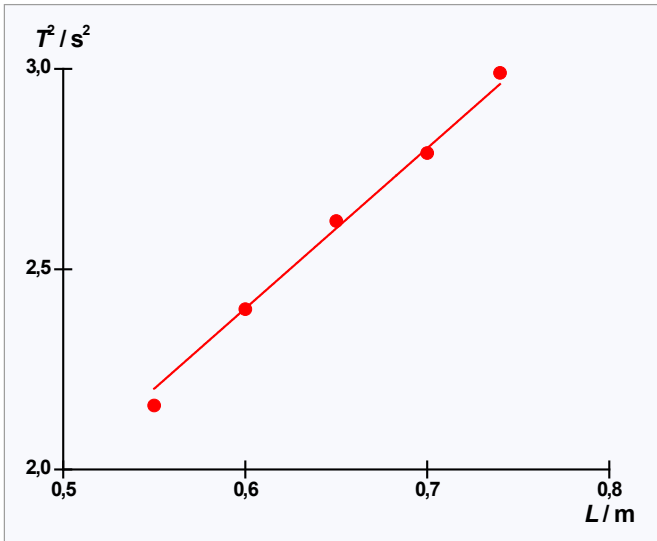
**Inklusive 23 Experimentieranleitungen zu mechanischen Schwingungen und Wellen:**

- Bestimmung von Federkonstanten (2x)
- Schwingungen eines Federpendels \*
- Schwingungen zweier „gleicher“ Federpendel \* / \*\*
- Gleich- und gegenphasige Schwingungen zweier „gleicher“ Federpendel \* / \*\*
- Anregung eines ruhenden Federpendels durch ein schwingendes Federpendel \* / \*\*
- Überlagerung von Schwingungen zweier Federpendel \* / \*\*
- Federpendel mit serieller Federanordnung \* / \*\*
- Federpendel mit paralleler Federanordnung \* / \*\*
- Eigenschwingung eines Federpendels \*
- Schwingungsformen einer Schraubenfeder \*
- Fadenpendel (2x)
- Sekundenpendel
- Galileisches Hemmungspendel
- Gedämpfte Schwingungen eines Federpendels (2x) \*
- Stehende Seilwellen (2x) \*
- Reflexion von Seilwellen \*
- Ausbreitungsgeschwindigkeit von Seilwellen (2x) \*
- Saitenschwingungen \*

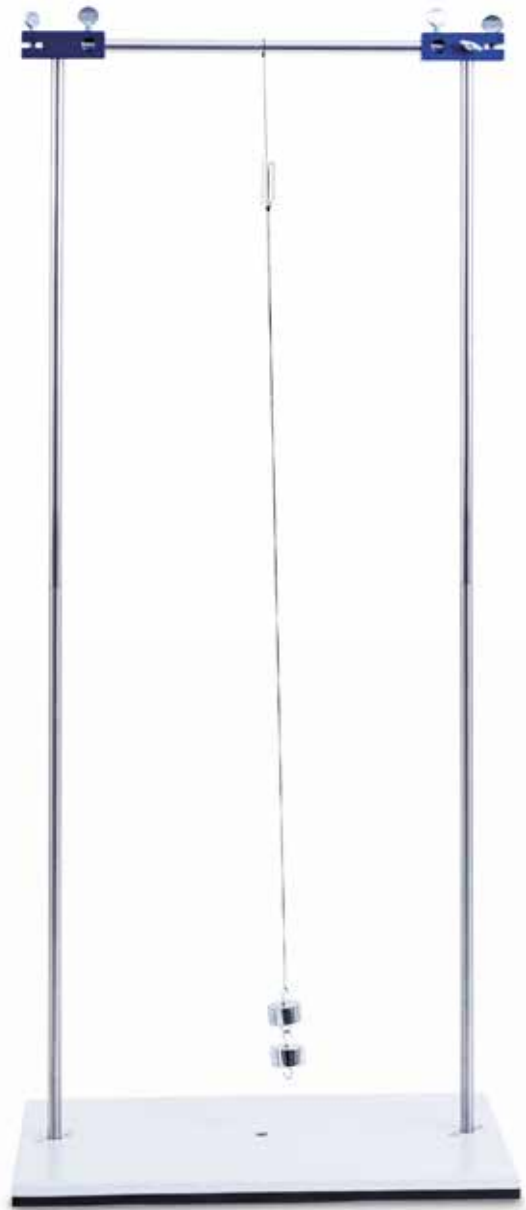
Geräteausstattung mechanische Schwingungen und Wellen:  
**P-1016652 SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (230 V, 50/60 Hz)** oder  
**P-1018476 SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (115 V, 50/60 Hz)**

**Zweikanal-Oszilloskop, z.B. P-1017264 USB-Oszilloskop 2x50 MHz** (für Experimente mit Kennzeichnung \*)

**P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30** (für Experimente mit Kennzeichnung \*\*)

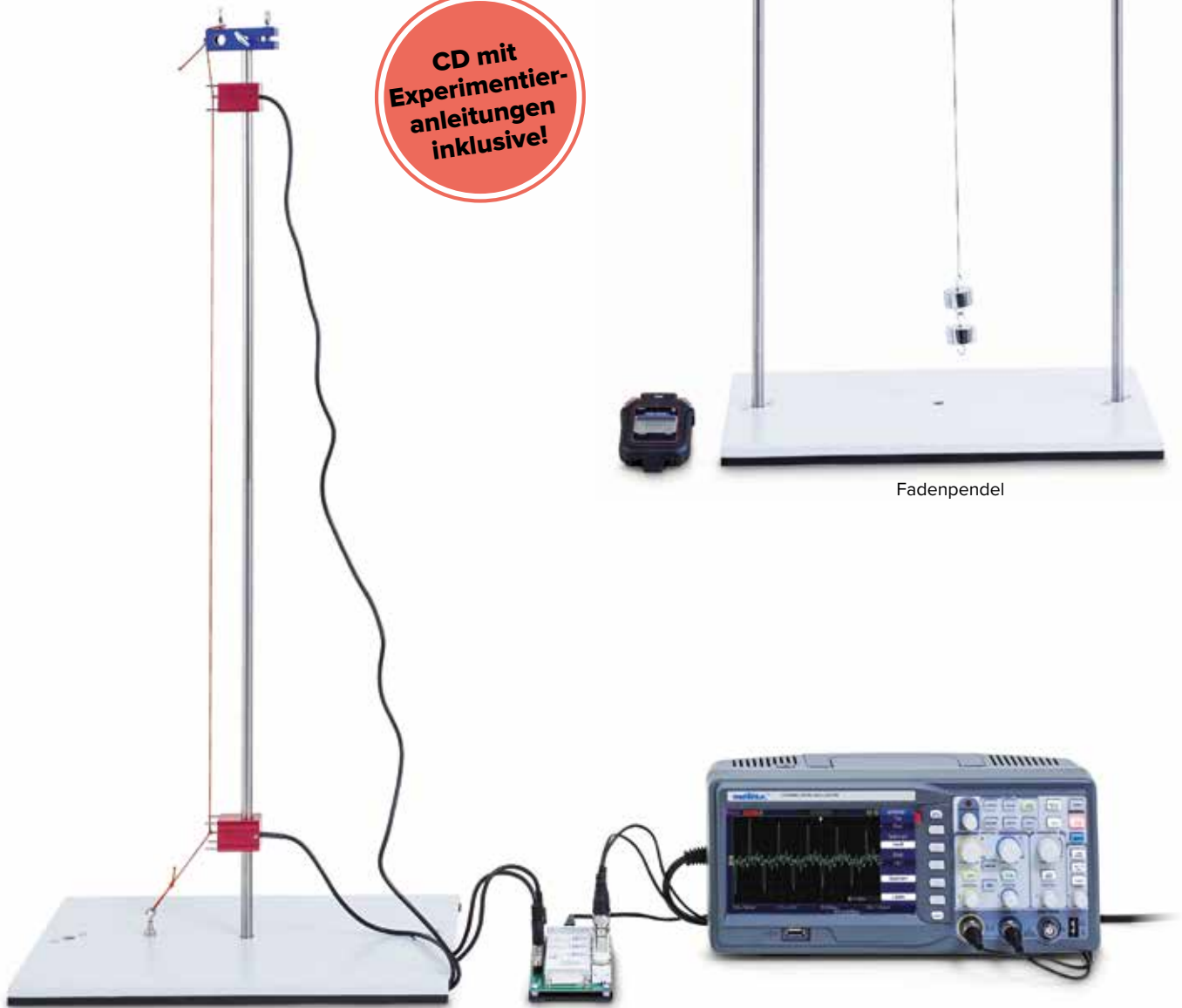


Quadrate der Periodendauern in Abhängigkeit von der Pendellänge



Fadenpendel

**CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!**



Reflexion von Seilwellen

## neu

### SEG Ultraschallwellen

Umfangreicher Gerätesatz zur Darstellung der grundlegenden Eigenschaften von Wellen am Beispiel von 40-kHz-Ultraschallwellen in 30 Schülerexperimenten. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Mit zwei Ultraschallsendern, einer stabförmigen Mikrofonsonde für die Aufzeichnung und Analyse der Schwingungen mit einem Standardoszilloskop und einem Ultraschall-Pen zur Aufzeichnung von Wellenfronten in der Tischebene als Linien gleicher Phase (Isophasen). Viele Experimente können auch ohne Oszilloskop durchgeführt werden. Zur Messung der Ultraschallamplituden reicht in vielen Fällen ein analoges Voltmeter für Wechselspannungen mit einem ausreichenden Frequenzgang.

#### Lieferumfang:

- 1 Betriebsgerät Ultraschall (US)
- 2 Ultraschallsender 40 kHz
- 1 US-Pen
- 1 Halter für US-Pen
- 1 Halterfuß für US-Pen
- 1 Mikrofonsonde
- 2 Strahlteiler
- 3 Klemmstücke für Strahlteiler
- 1 Fresnel'sche Zonenplatte
- 1 Hohlspiegel
- 2 Seitenteile für Doppelspalt / Reflektoren
- 1 Mittelsteg für Doppelspalt
- 1 Klemmstück für Doppelspalt
- 1 Ultraschallabsorber
- 2 BNC-Kabel, 1 m
- 1 Kabel BNC/ 4 mm
- 1 Steckernetzgerät

#### SEG Ultraschallwellen (230 V, 50/60 Hz)

P-1016651 .....

#### SEG Ultraschallwellen (115 V, 50/60 Hz)

P-1014529 .....

CD mit  
Experimentier-  
anleitungen  
inklusive!

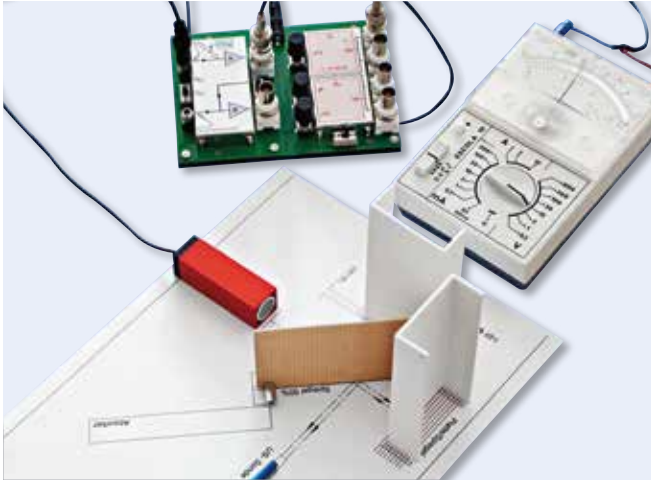


P-1016651  
P-1014529

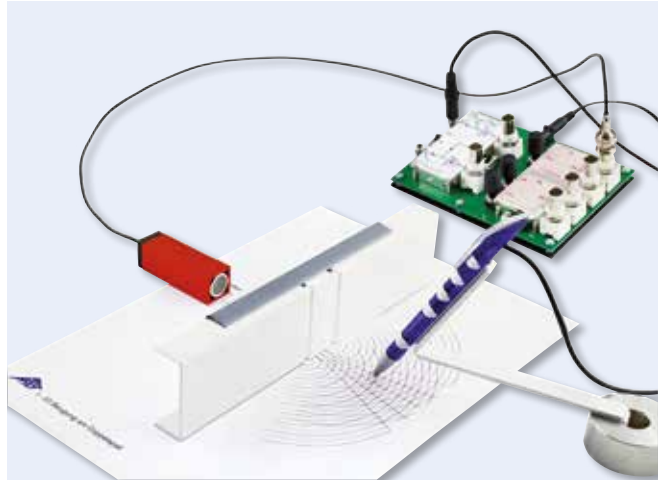
**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten  
für Klassensätze ab 8 Stück**

#### Inklusive 30 Experimentieranleitungen zu Ultraschallwellen:

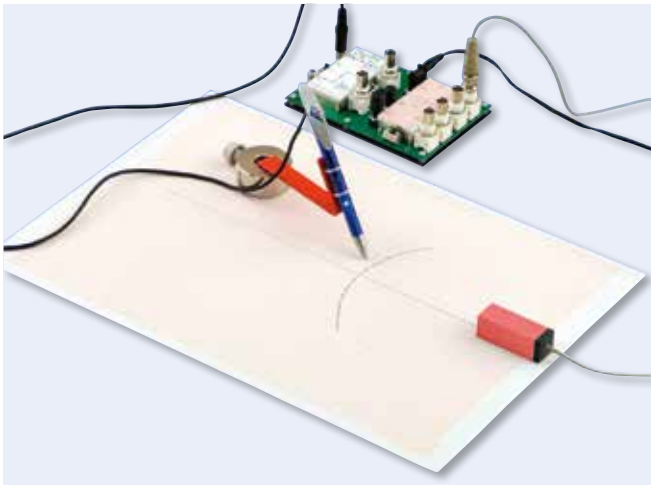
- Darstellung von Schallschwingungen am Oszilloskop \*
- Zusammenhang zwischen Schwingungen und Wellen \*
- Vergleich der Schwingungen an zwei Punkten in einer Welle \*
- Analyse von Phasenbeziehungen mit dem US-Pen \*
- Bestimmung von Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit
- Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit
- Sendecharakteristik der Ultraschallsender \*\*
- Resonanzkurve des Ultraschallwandlers \*
- Transmission und Reflexion von Ultraschallwellen \*\*
- Absorption von Ultraschallwellen \*\*
- Überlagerung von Sinusschwingungen \*
- Verstärkung und Auslöschung bei der Überlagerung von Sinusschwingungen \*
- Aufzeichnung von Wellenfronten mit dem US-Pen
- Erzeugung und Nachweis gerader Wellenfronten
- Beugung von Ultraschallwellen an einer Kante
- Beugung von Ultraschallwellen am Einzelspalt
- Zweistrahlinterferenz \*\*
- Reziprozitätsgesetz bei der Zweistrahlinterferenz \*\*
- Beugung am Doppelspalt \*\*
- Phasenbeziehungen bei der Beugung am Doppelspalt I \*
- Phasenbeziehungen bei der Beugung am Doppelspalt I \*\*
- Abbildung mit einem sphärischen Hohlspiegel \*\*
- Konstruktion Fresnel'scher Zonen \*\*
- Abbildung mit einer Fresnel'schen Zonenplatte \*\*
- Interferenz von Ultraschallwellen an einem Lloyd'schen Spiegel \*\*
- Aufbau eines einfachen Interferometers \*\*
- Aufbau eines Michelson-Interferometer \*\*
- Aufhebung der Interferenz durch Unterbrechung eines Pfades \*
- Erzeugung stehender Ultraschallwellen \*\*
- Schwebung mit Ultraschallwellen \*
- Doppler-Effekt mit Ultraschallwellen



Michelson-Interferometer



Beugung am Doppelspalt



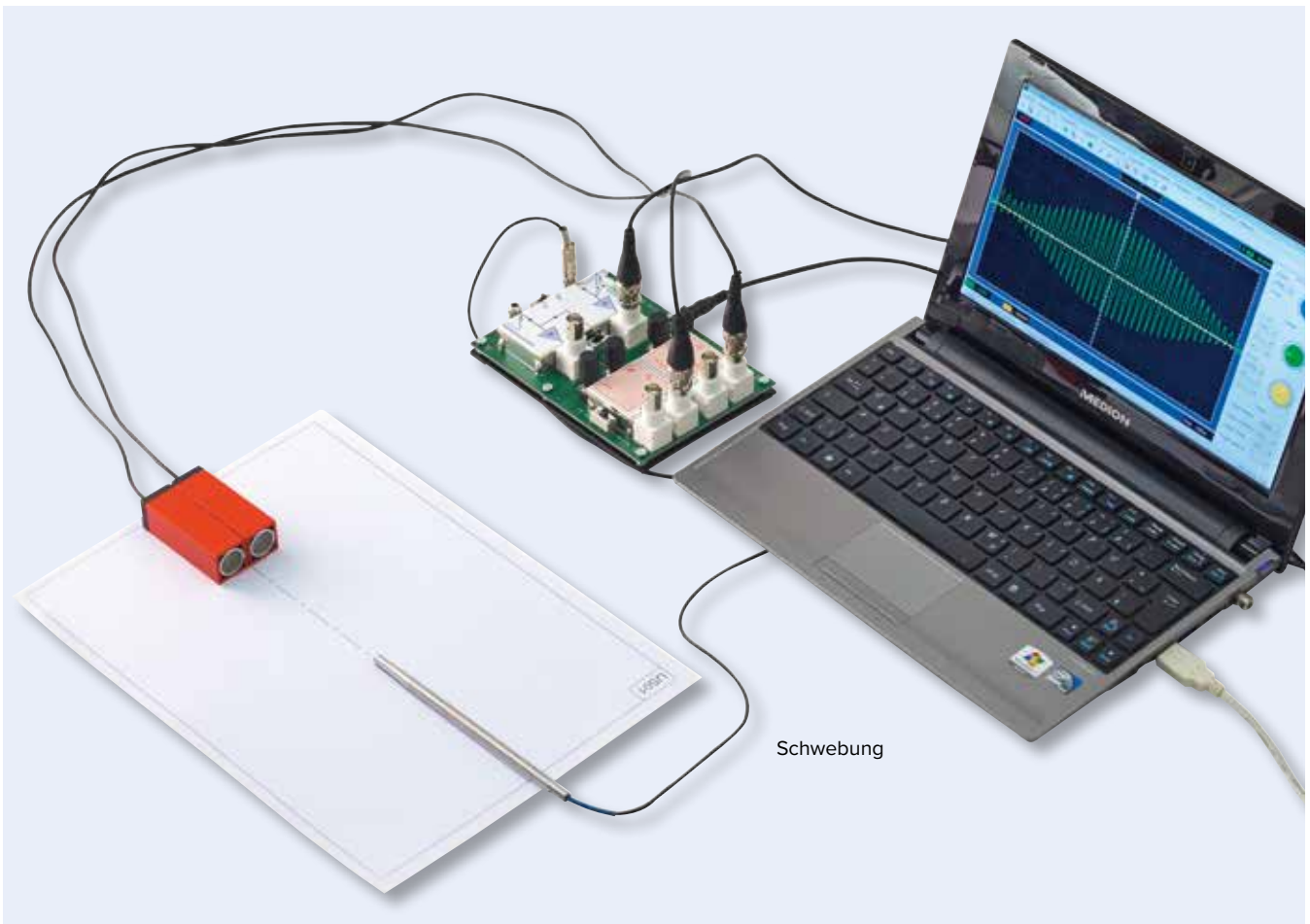
Aufzeichnung der Wellenfronten mit dem Ultraschall-Pen

Geräteausstattung Ultraschallwellen:  
**P-1016651 SEG Ultraschallwellen (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1014529 SEG Ultraschallwellen (115 V, 50/60 Hz)**

Zweikanal-Oszilloskop, z.B.  
**P-1017264 USB-Oszilloskop 2x50 MHz**  
 (für Experimente mit Kennzeichnung \*)

**P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30**  
 (für Experimente mit Kennzeichnung \*\*)

Zusätzlich erforderlich bei Verwendung eines Analogvoltmeters, das nicht für Wechselspannungen bis 40 kHz geeignet ist:  
**P-1018750 Adapterleitung US**



Schwebung

**SEG Radioaktivität**

Gerätesatz zur Durchführung von 10 grundlegenden Schülerexperimenten zur Radioaktivität. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen. Die Experimente werden Platz sparend und dennoch übersichtlich auf der mitgelieferten Arbeitsplatte aufgebaut und durchgeführt. Zur Bestimmung der Zählraten ist die Verwendung des Geiger-Zählers GAMMASCOUT (P-1002722) zu empfehlen, der nicht im Lieferumfang enthalten ist.

**P-1006804**

**Lieferumfang:**

- |   |   |
|---|---|
| 1 Arbeitsplatte 340x250 mm <sup>2</sup> | 1 Thoriumstrahler (Schweißdraht)        |
| 3 Arbeitsvorlagen                       | 2 Aluminiumplatten, 0,5 mm              |
| 1 Halter für Quellen und Ablenkmagnet   | 1 Aluminiumplatte, 1 mm                 |
| 1 Ablenkmagnet                          | 1 Bleiplatte, 2 mm, in Kunststoffmantel |



**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**

**Inklusive 10 Experimentieranleitungen zur Radioaktivität:**

- Bestimmung der Nullrate
- Bestimmung von Impulsraten verschiedener radioaktiver Präparate
- Statistische Verteilung der Zählimpulse
- Bestimmung der Äquivalentdosisleistung radioaktiver Präparate
- Durchdringungsfähigkeit und Reichweite radioaktiver Strahlung
- Ablenkung von Alpha -und Betastrahlung im Magnetfeld \*
- Absorption von Alphastrahlung \*
- Absorption von Betastrahlung \*
- Absorption von Gammastrahlung \*
- Gesetz vom Abstandsquadrat

Geräteausstattung Radioaktivität:  
**P-1006804 SEG Radioaktivität**  
**P-1002722 Geiger-Zähler GAMMASCOUT**

\* zusätzlich erforderlich:  
**P-1006797 Strahlerstift <sup>226</sup>Ra, 4 kBq**



Ablenkung von Alpha -und Betastrahlung im Magnetfeld

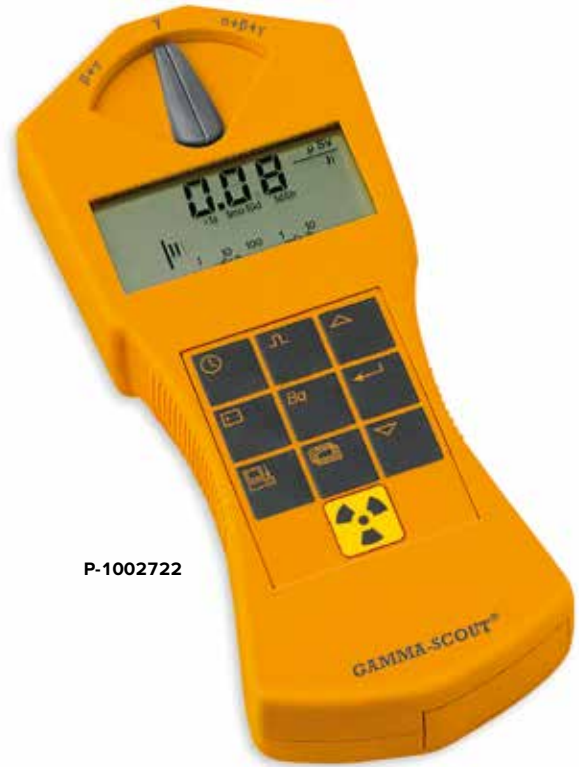
### Geiger-Zähler

Vielseitig einsetzbares, einfach zu bedienendes, kompaktes Präzisionsgerät zur Messung von  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung. Mit Blendenwahlschalter vor dem Geiger-Müller-Zählrohr zur Eingrenzung der Strahlenart ( $\gamma$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -,  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung), großem Display und USB-Anschluss. Einschließlich USB-Kabel, Windows-Software und Bedienungsanleitung. Für Messungen stehen folgende Funktionen und Betriebsarten zur Verfügung:

- Standardbetrieb zur Anzeige der aktuellen Strahlenbelastung. Anzeige der Äquivalentdosis als Zahlenwert und als Balkendiagramm sowie der Zeit bis zur Kumulierung des eingestellten Grenzwertes (werkseitig 5  $\mu\text{Sv/h}$ ). Zusätzlich einstellbares akustisches und optisches Warnschwellensignal sowie Anzeige der Durchschnittstrahlung des Vortages.
- Pulszählung dauernd oder mit einstellbarer Torzeit. Torzeit in Sekunden, Minuten oder Stunden einstellbar. Wahlweise akustische Impulsanzeige zuschaltbar.
- Pulsratenmessung. Die registrierten Impulse werden fortlaufend gemessen und in eine Pulsrate (Anzahl pro Sekunde) umgerechnet.
- Integrierte Anzeige des Datums und der Uhrzeit zur korrekten Protokollierung der gemessenen Strahlung.
- Im internen Speicher wird die Zahl der registrierten Impulse gespeichert. So lassen sich z.B. die Wochenwerte von bis zu 10 Jahren protokollieren.
- Computer-Anbindung. Die Software erlaubt die Auswertung und Weiterverarbeitung der Messdaten unter Windows.

Strahlenarten:	$\alpha$ ab 4 MeV, $\beta$ ab 0,2 MeV, $\gamma$ ab 0,02 MeV
Messgrößen:	Äquivalentdosis in Sv/h, mSv/h, $\mu\text{Sv/h}$ Impulse/s, Impulse/einstellbarem Zeitintervall
Display:	LCD, vierstellig, numerisch mit Messgrößenanzeige, quasi analoges Balkendiagramm, Betriebsartenindikatoren
Strahlendetektor:	Endfensterzählrohr nach Geiger-Müller, Edelstahlgehäuse mit Neon-Halogen-Füllung
Messlänge:	38,1 mm
Messdurchmesser:	9,1 mm
Glimmerfenster:	1,5 – 2 mg/cm <sup>2</sup>
$\gamma$ -Empfindlichkeit:	114 Imp/min bei <sup>60</sup> Co-Strahlung = 1 $\mu\text{Sv/h}$ im Energieband der Umweltstrahlung
Nullrate:	ca. 10 Impulse pro Minute
Interner Speicher:	2 kbyte
Batterielebensdauer:	ca. 3 Jahre
Abmessungen:	ca. 163x72x30 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 155 g

**P-1002722**



P-1002722

SEG Radioaktivität



Ablenkung von Alpha- und Betastrahlung im Magnetfeld

**CD mit Experimentieranleitungen inklusive!**



P-1006797



Schülerexperimente

### Hinweise:

\*Der Strahlerstift <sup>226</sup>Ra ist ein Freigrenzenpräparat ohne Bauartzulassung. Seine Aktivität beträgt ca. 4 kBq, die Freigrenze für <sup>226</sup>Ra liegt bei 10 kBq.

\*Auf Grund der besonderen Versandbedingungen des Strahlerstifts fallen höhere Transportkosten an.

### Strahlerstift <sup>226</sup>Ra, 4 kBq

Freigrenzenpräparat mit Strahlenschutzbehälter aus Messing. In eine Goldfolie eingewalztes und in das abgeflachte Ende eines geschlossenen Edelstahlstiftes eingelassenes Radiumsulfat.

Aktivität:	4 kBq
Masse:	ca. 400 g

**P-1006797**

**neu**

**SEG Solarenergie**

Umfangreicher Gerätesatz zur Durchführung von 16 Experimenten zur Solarenergie. Die grundlegenden Parameter und Eigenschaften von Solarmodulen und die Einflussfaktoren auf deren Energieeffizienz können experimentell nachgewiesen werden. In stabilem Metallkoffer mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage. Das System ermöglicht einen einfachen, kompakten Aufbau aller Experimente im bzw. am Kofferdeckel. Einschließlich CD mit Experimentieranleitungen.

**SEG Solarenergie (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1017732** .....

**SEG Solarenergie (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1017731** .....

**Lieferumfang:**

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1 Halogenstrahler                       | 1 Leistungssteller        |
| 2 Solarmodule                           | 1 Brückenstecker          |
| 2 Digitalmultimeter                     | 1 Satz Experimentierkabel |
| 1 Luxmeter                              | 1 Traverse                |
| 1 Digitalthermometer                    | 1 Aufstellbügel           |
| 1 Anschlussboard mit Widerstandskaskade | 1 Satz Modulabdeckungen   |
|   | 1 Koffer                  |



P-1017732  
P-1017731

**Inklusive 16 Experimentieranleitungen zur Solarenergie:**

- Beleuchtungsstärken verschiedener Lichtquellen
- Einflussgrößen auf die Leistung eines Solarmoduls
- Abschattung in Reihe geschalteter Solarmodule
- Einfluss der Abschattung auf die Klemmenspannung eines Solarmoduls
- Einfluss der Beleuchtungsstärke auf Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom eines Solarmoduls
- Einfluss des Einstrahlwinkels auf Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom eines Solarmoduls
- Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom von Solarmodulen bei Reihen- und Parallelschaltung
- Strom-Spannungs-Kennlinie und Leistung eines Solarmoduls
- Strom-Spannungs-Kennlinie und Leistung bei Reihenschaltung von Solarmodulen
- Strom-Spannungs-Kennlinie und Leistung bei Parallelschaltung von Solarmodulen
- Optimaler Lastwiderstand bei verändertem Einstrahlwinkel
- Temperaturabhängigkeit von Leerlaufspannung- und Kurzschlussstrom eines Solarmoduls
- Temperaturabhängigkeit der Leistung von Solarmodulen
- Spannungs-Strom-Kennlinie des beleuchteten und des unbeleuchteten Solarmoduls \*
- Aufbau einer Inselnetzanlage \*\*
- Energieumwandlung \*\*\*

Geräteausstattung Solarenergie:

- P-1017732 SEG Solarenergie (230 V, 50/60 Hz)**
- oder
- P-1017731 SEG Solarenergie (115 V, 50/60 Hz)**
- 
- P-1003312 DC-Netzgerät 0-20 V (230 V, 50/60 Hz)**
- oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0-20 V (115 V, 50/60 Hz)**  
(für Experimente mit Kennzeichnung \*)
- 
- P-1017734 Ladungszähler mit Akkumulator**
- P-1002811 Digitale Stoppuhr**  
(für Experimente mit Kennzeichnung \*\*)
- 
- P-1017735 Getriebemotor mit Seilrolle**
- P-1018597 Wägesatz 1 g bis 500 g, geschlitzt mit Aufhänger**
- P-1007112 Experimentierschnur**
- P-1002811 Digitale Stoppuhr**  
(für Experimente mit Kennzeichnung \*\*\*)

**neu**

**Ladungszähler mit Akkumulator**

Ladungszähler zur Stromflussmessung mit Akkumulator als Energiespeicher. Über ein Voltmeter werden Ladung oder Verbrauch angezeigt. Je nach Messbereich entspricht 1 V am Voltmeter 0,1, 1 oder 10 As.

- Messbereich: 1/10/100 As (max. messbare Ladung  $\pm 499$  As)
- Stromversorgung: 9 V Akkumulator über DC-Hohlbuchse
- Laststrom: max. 500 mA
- Akku-Ladestrom: max. 50 mA
- Externe
- Spannungsquelle: Solarpanel oder DC-Netzteil (max. 12 V DC) mit Strombegrenzung von 50 mA ohne Last am Ladungszähler
- Anschlüsse: 4-mm-Sicherheitsbuchsen
- Abmessungen: ca. 105 x 75 x 35 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 200 g inkl. Akkumulator mit Gehäuse

**P-1017734** .....



P-1017734

**neu**

**Getriebemotor mit Seilrolle**

Der Getriebemotor mit Seilrolle dient in Verbindung mit dem Schüler-Experimentier-Gerätesystem Solarenergie als Verbraucher zum Nachweis der Energieumwandlung. Der Motor ist auf einer Grundplatte montiert und mit einer Seilrolle bestückt. Stromanschluss erfolgt über 4-mm-Sicherheitsbuchsen. Es lassen sich Massen bis zu max. 1 kg anheben.

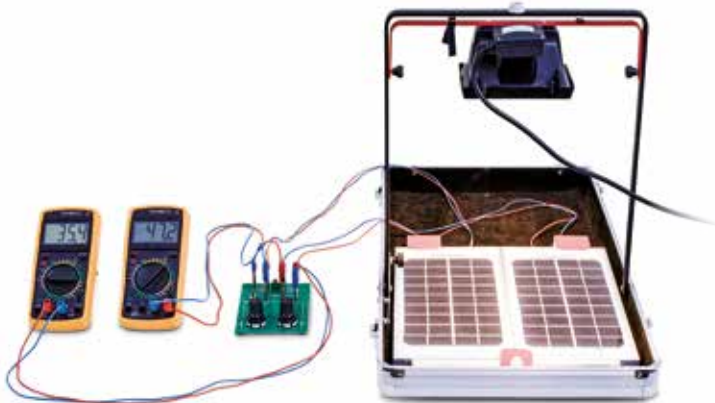
- Stromversorgung: max. 12 V DC
- Laststrom: max. 50 mA
- Drehmoment: 0,41 Nm
- Drehzahl: Leerlauf 76,1 U/min.
- Anschlüsse: 4-mm-Sicherheitsbuchsen
- Abmessungen: ca. 105 x 75 x 45 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 220 g

**P-1017735** .....



P-1017735

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



Strom-Spannungs-Kennlinie und Leistung bei Reihenschaltung von Solarmodulen



Optimaler Lastwiderstand bei verändertem Einstrahlwinkel



Temperaturabhängigkeit der Leistung von Solarmodulen



## Kröncke-Optik für Schülerübungen und Praktika

Das Optiksystem nach Kröncke bietet robuste, über Jahrzehnte bewährte Zuverlässigkeit mit der für Schülerübungen und Praktika erforderlichen Präzision in zahlreichen Experimenten zur Strahlen- und zur Wellenoptik. Die Experimente werden klassisch mit dem weißen Licht einer Glühlampe durchgeführt, deren Wendel insbesondere zur Beobachtung von Interferenzen auf einen verstellbaren Spalt abgebildet wird.

Alle optischen Komponenten sind in Blendschirmen ohne Stiel montiert und können zur genauen Justierung im Optikreiter problemlos auch senkrecht zum optischen Strahlengang verschoben werden. Die Optikreiter lassen sich auf dem U-Profil der Optischen Bank frei verschieben und mit minimalem Spannaufwand fixieren.

### Basissatz Kröncke-Optik

**Lieferumfang:**

- 1 Optikleuchte K
- 1 12 V, 25 VA
- 1 Optische Bank K, 1000 mm
- 6 Optikreiter K
- 2 Klemmhalter K
- 2 Sammellinse K, f = 50 mm
- 2 Sammellinse K, f = 100 mm
- 2 Sammellinse K, f = 150 mm
- 1 Sammellinse K, f = 300 mm
- 1 Sammellinse K, f = 500 mm
- 1 Zerstreuungslinse K, f = -100 mm
- 1 Zerstreuungslinse K, f = -500 mm
- 1 Blende mit 1 Spalt
- 1 Blende mit 3 Spalten
- 1 Photo in Diarahmen
- 1 Schirm, transparent
- 1 Schirm, weiß
- 1 Satz 4 Farbfilter
- 1 Maßstab, 15 mm
- 1 Perl Eins
- 1 Lochblende, d = 1 mm
- 1 Lochblende, d = 6 mm

**Fragen Sie uns nach Mengenrabatten für Klassensätze ab 8 Stück**



### Basissatz Kröncke-Optik (230 V, 50/60 Hz)

**P-1009932** .....

### Basissatz Kröncke-Optik (115 V, 50/60 Hz)

**P-1009931** .....

### Inklusive 12 Experimentieranleitungen zur Strahlenoptik:

- Lochkamera
- Abbildung durch Sammellinsen
- Abbildungsfehler
- Abbildung im Auge (Augenmodell)
- Korrektur der Fehlsichtigkeit
- Lupe
- Mikroskop
- Astronomisches Fernrohr
- Erdfernrohr
- Diaprojektor

### Geräteausstattung Strahlenoptik:

**P-1009932 Basissatz Kröncke-Optik (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1009931 Basissatz Kröncke-Optik (115 V, 50/60 Hz)**



Beugung am Mehrfachspalt

2m

**CD mit Experimentieranleitungen inklusive!**



Diaprojektor



Sichtbarkeit von polarisiertem Licht in getrübbtem Wasser

**Inklusive 3 Experimentieranleitungen zur Polarisation:**

- Polarisation transversaler Wellen
- Polarisator und Analysator
- Sichtbarkeit von polarisiertem Licht in getrübbtem Wasser
- Doppelbrechung
- Drehung der Polarisationssebene in einer Zuckerlösung

Geräteausstattung Polarisation:

- P-1009932 Basissatz Kröncke-Optik (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1009931 Basissatz Kröncke-Optik (115 V, 50/60 Hz)
- P-1009701 Ergänzungssatz Polarisation



P-1009701

**Ergänzungssatz Polarisation**

Ergänzungssatz zum Basissatz Kröncke-Optik (P-1009932 bzw. P-1009931) zur Durchführung von Schülerexperimenten aus der Polarisation von Lichtwellen.

**Lieferumfang:**

- 1 Paar Polarisationsfilter K
- 1 Lochblende 10 mm
- 1 Küvette, rechteckig

**P-1009701** .....



P-1009700

**Ergänzungssatz Interferenz**

Ergänzungssatz zum Basissatz Kröncke-Optik (P-1009932 bzw. P-1009931) zur Durchführung von Schülerexperimenten aus der Interferenz von Lichtwellen.

**Lieferumfang:**

- 1 Optische Bank K, 500 mm
- 1 Verstellbarer Spalt K
- 1 Blende mit 9 Kreisscheiben
- 1 Blende mit 9 Kreislöchern
- 1 Blende mit 3 Einzelspalten und 1 Doppelspalt
- 1 Blende mit 4 Mehrfachspalten und Gitter
- 1 Blende mit 3 Strichgittern
- 1 Mikrometerschraube K
- 1 Fresnel-Spiegel K

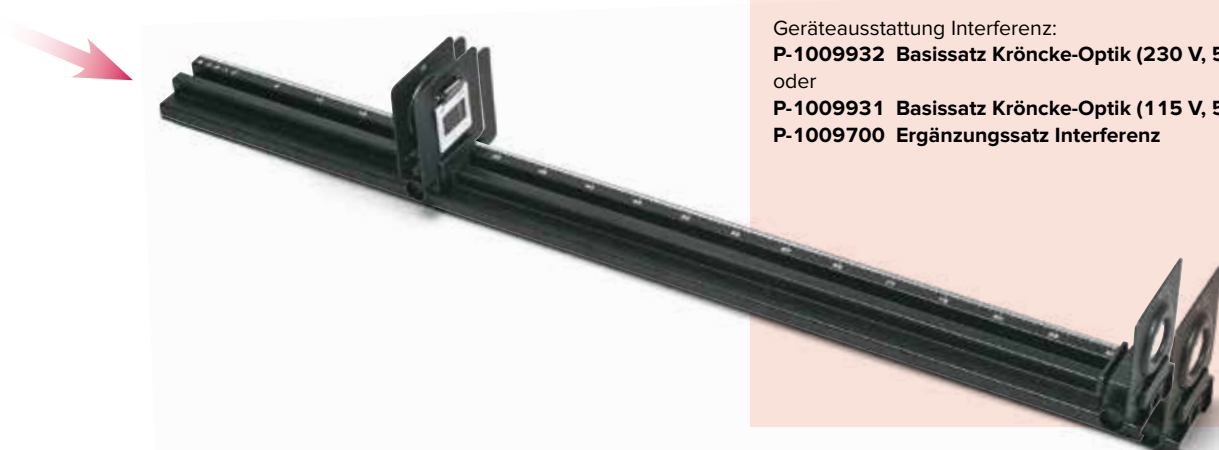
**P-1009700** .....

**Inklusive 10 Experimentieranleitungen zur Interferenz:**

- Fresnel-Spiegel
- Beugung an kleinen Öffnungen und Scheiben
- Beugung am Luftspalt
- Beugung am Draht
- Beugung an Mehrfachspalten
- Beugung am Gitter
- Optisches Auflösungsvermögen
- Bestimmung der Wellenlänge von Licht

Geräteausstattung Interferenz:

- P-1009932 Basissatz Kröncke-Optik (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1009931 Basissatz Kröncke-Optik (115 V, 50/60 Hz)
- P-1009700 Ergänzungssatz Interferenz

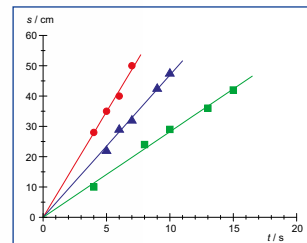


**Themen:**

- Weg-Zeit-Diagramm
- Geradensteigung
- Geschwindigkeit



Weg-Zeit-Diagramm der Luftblasen



P-1003502

**Schülerset Konstante Geschwindigkeit, 3 Röhren**

Gerätesatz zur Herleitung des Begriffs der Geschwindigkeit im Schülerexperiment. Bestehend aus drei farbigen Kunststoffröhren, in denen sich jeweils eine Luftblase mit konstanter Geschwindigkeit in einer viskosen Flüssigkeit aufsteigt, sobald die Röhren vertikal ausgerichtet werden. Da sich die Viskositäten unterscheiden, unterscheiden sich auch die Geschwindigkeiten. Die Position der Luftblase wird in Abhängigkeit der Zeit in ein Koordinatensystem eingetragen. Die drei unterschiedlichen, resultierenden Geradensteigungen führen zur Definition der Geschwindigkeit.

Länge: ca. 500 mm  
Durchmesser: ca. 13 mm

P-1003502

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003369 Mechanische Stoppuhr, 15 min
- P-1002603 Taschenbandmaß, 2 m

**Vorteil**

- Darstellung von positiven und negativen Geschwindigkeiten möglich

**Schülerset Konstante Geschwindigkeit, 4 Röhren**

Gerätesatz zur Herleitung des Begriffs der Geschwindigkeit im Schülerexperiment. Bestehend aus drei farbigen und einer transparenten Kunststoffröhre. In den farbigen Röhren steigt eine Luftblase mit konstanter Geschwindigkeit in einer viskosen Flüssigkeit auf, sobald sie vertikal ausgerichtet werden. Da sich die Viskositäten unterscheiden, unterscheiden sich auch die Geschwindigkeiten. Die transparente Röhre enthält auch eine Plastik- und eine Metallkugel, die nach unten fallen. So lassen sich auch negative Geschwindigkeiten darstellen. Die Position der Luftblase bzw. der Kugeln wird in Abhängigkeit der Zeit in ein Koordinatensystem eingetragen. Die unterschiedlichen, resultierenden Geradensteigungen führen zur Definition der Geschwindigkeit.

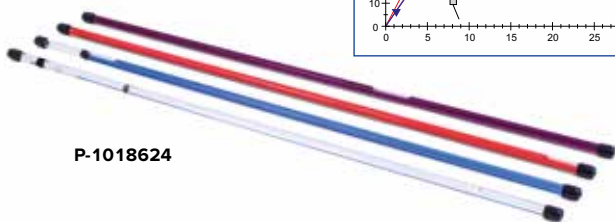
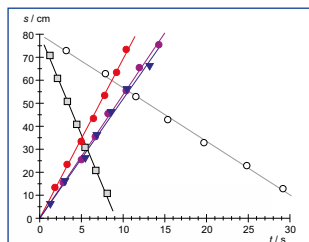
Länge: ca. 830 mm  
Durchmesser: ca. 13 mm

P-1018624

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003369 Mechanische Stoppuhr, 15 min
- P-1002603 Taschenbandmaß, 2 m

Weg-Zeit-Diagramm der Luftblasen und der Kugeln



P-1018624

**Themen:**

- Bestimmung der Masse der evakuierten Luft und der Dichte von Luft
- Wirkung des Luftdrucks auf einen geringfügig aufgeblasenen Luftballon und auf einen Saugnapf
- Siedepunktserniedrigung von Flüssigkeiten bei vermindertem Luftdruck

**Schülerset Vakuum**

Gerätesatz zur Einführung in die Grundlagen der Vakuumphysik im Schülerexperiment.

**Lieferumfang:**

- 1 Experimentierteller mit Dichtungsring
- 1 Vakuumglocke
- 1 Becher
- 1 Vakuumschlauch mit Rückschlagventil
- 1 Vakuumschlauch mit T-Stück und Rückschlagventil
- 1 einfache Handpumpe in Aufbewahrungsbehälter
- 1 Saugnapf
- 2 Luftballons

P-1003494

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009772 Elektronische Waage Scout Pro 200 g

Wirkung des Luftdrucks auf einen geringfügig aufgeblasenen Luftballon



P-1003494

## Themen:

### Farben:

- Farbiges Licht und farbige Körper
- Mischung von Farben

### Schatten:

- Schattenwurf
- Farbige Schatten

### Reflexion:

- Reflexion am Planspiegel
- Reflektierte Bilder, Bildumkehr
- Mehrfachreflexionen an einem Spiegel
- Reflexion an einem Hohlspiegel (Brennpunkt und sphärische Aberration)
- Reflexion an einem Parabolspiegel
- Reflexion an einem Wölbspiegel

### Brechung:

- Bestimmung der Brechzahl mit einem Halbkreiskörper
- Bestimmung der Brechzahl mit einer planparallelen Platte
- Winkel minimaler Ablenkung in einem Prisma
- Totalreflexion in einem Halbkreiskörper
- Totalreflexion in einem Prisma
- Brennpunkt einer Sammellinse
- Brennpunkt einer Zerstreuungslinse
- Sphärische Aberration



P-1003209

## Lichtbox

Gerätesatz für Optikexperimente auf der Tischplatte, bestehend aus einer Lichtbox im robusten Kunststoffgehäuse und zahlreichen optischen Komponenten. Komplett in stabilem Holz-Aufbewahrungskasten. Die Lichtbox weist vier Lichtaustrittsöffnungen auf, wovon die beiden seitlichen für Experimente zur Farbmischung und zum Schattenwurf mit zwei ausklappbar aufgehängten Spiegeln versehen sind. Alle Öffnungen sind mit Halterungen für optische Komponenten in Dia-Rahmen 50x50 mm<sup>2</sup> ausgestattet. Durch Verschieben einer vor der Lampe angebrachten Sammellinse kann paralleles, konvergentes sowie divergentes Licht erzeugt werden. Es stehen zwei doppelseitige Schlitzblenden zur Verfügung, so dass vier verschiedene Strahlkonfigurationen erzeugt werden können.

Lampe: 12 V, 36 W

Anschlüsse: 4-mm-Buchsen

Lichtbox: ca. 175x100x65 mm<sup>3</sup>

Aufbewahrungskasten: ca. 250x240x100 mm<sup>3</sup>

### P-1003209

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

### Lieferumfang:

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1 Licht-Box                        | 1 Unsymmetrisches 90°-Prisma (Acrylglas) |
| 8 Farbkarten                       | 1 Symmetrisches 90°-Prisma (Acrylglas)   |
| 1 Planspiegel (Glas)               | 2 Schlitzblenden                         |
| 1 Hohlspiegel (Metall)             | 8 Farbfiler (in Dia-Rahmen)              |
| 1 Wölbspiegel (Metall)             | 1 Paar Anschlusskabel mit 4-mm-Steckern  |
| 1 Bikonvexlinse, groß (Acrylglas)  | 1 Ersatzlampe                            |
| 1 Bikonvexlinse, klein (Acrylglas) |  |
| 1 Bikonkavlinse (Acrylglas)        |  |
| 1 Planparallele Platte (Acrylglas) |  |
| 1 Halbkreiskörper (Acrylglas)      |  |
| 1 60°-Prisma (Acrylglas)           |  |

### Ersatzlampe für Lichtbox (o. Abb.)

Ersatzlampe für Lichtbox, 12 V, 36 W

### P-1003231

Mit dem Experimentiersystem Brennstoffzelle können Schüler in vielen anschaulichen und quantitativen Experimenten die Welt der Brennstoffzelle und der Solar-Wasserstoff-Technologie schrittweise erforschen.



P-1013904

**Themen:**

- Strom-Spannungs-Kennlinie eines Solarmoduls.
- Leistungskurve und Wirkungsgrad eines Solarmoduls.
- Strom-Spannungs-Kennlinie eines PEM-Elektrolyseurs
- Energetischer und Faraday'scher Wirkungsgrad eines PEM-Elektrolyseurs
- Strom-Spannungs-Kennlinie einer PEM-Brennstoffzelle
- Leistungskurve einer PEM-Brennstoffzelle

**Lieferumfang:**

- 1 Solar-Wasserstoff-System bestehend aus Solarmodul, PEM-Elektrolyseur, Wasserstoff- und Sauerstoffspeicher, PEM-Brennstoffzelle und Lüfter
- 1 Widerstandsdekade mit max. Belastbarkeit 1 W
- 2 Multimeter
- 3 Verbindungskabel, 50 cm, rot
- 3 Verbindungskabel, 50 cm, schwarz
- 1 Stoppuhr
- 250 ml destilliertes Wasser
- 1 Aufbewahrungsbox

**P-1013904** .....

**Experimentiersystem Brennstoffzelle**

Solar-Wasserstoff-System und Zubehör zur Durchführung von Schülerexperimenten. Solar-Wasserstoff-System und Zubehör zur Durchführung von Schülerexperimenten. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage.



P-1013904



**Bereichern Sie Ihren Unterricht durch viele einfach durchzuführende Experimente mit dem Gasdetektor GASTEC.**

**Experimente:**

Analyse von abgestandener und frischer Raumluft.

Untersuchung der Änderung des Kohlenstoffdioxidgehaltes und des Sauerstoffgehaltes in der Umgebungsluft

- beim Abbrennen einer Kerze.
- durch Atmung von Menschen und Tieren.
- durch die Photosynthese von Pflanzen.
- durch die Verbrennung von organischen Substanzen.

**Gasanalyse kinderleicht gemacht:**

- Gläsernes Prüfröhrchen an beiden Enden mit dem Spitzenabbrecher öffnen und Gummischutzkappen aufsetzen.
- Prüfröhrchen in die Handpumpe schieben und an die gewünschte Stelle halten.
- Luft mit der Handpumpe in das Prüfröhrchen saugen und 30 Sekunden warten.
- Prüfröhrchen aus der Handpumpe ziehen und Gasgehalt aus der Verfärbung ablesen.



Grundlegende Schülerexperimente

**Gasdetektor GASTEC**

Kinderleicht handhabbarer Gasdetektor zur Analyse von Gasgehalten in der Umgebungsluft in zahlreichen grundlegenden Experimenten. Mit Handpumpe und Zubehör zur Aufnahme der Luft in spezifische Prüfröhrchen, in denen der gesuchte Gasgehalt aus einer Verfärbung des Adsorptionsmittels abgelesen wird.

**Lieferumfang:**

- 1 Handpumpe zur Probennahme
- 1 Spitzenabbrecher für Prüfröhrchen
- 1 Satz 10 Paar Gummischutzkappen
- 1 Dichtungsfett
- 1 Tragetasche
- 1 Unterrichtsposter mit Experimentvorschlägen, vielen Abbildungen sowie ausführlicher Bedienungsanleitung

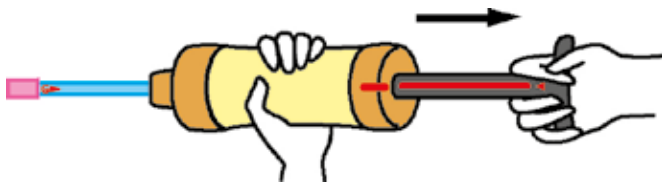
**P-1012504**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012524 Satz 10 CO<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 0,03 – 1,00 Vol %** oder

**P-1012526 Satz 10 CO<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 0,5 – 8,0 Vol %** oder

**P-1012527 Satz 10 O<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 6 – 24 Vol %**



**Satz 10 CO<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 0,03 – 1,00 Vol %** (o. Abb.)

Satz 10 Prüfröhrchen zum Gasdetektor GASTEC zur Bestimmung der Veränderung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Umgebungsluft bei Verbrennungsvorgängen, beim Vergleich von frischer und abgestandener Luft oder bei der Photosynthese von Pflanzen.

**P-1012524**

**Satz 10 CO<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 0,5 – 8,0 Vol %** (o. Abb.)

Satz 10 Prüfröhrchen zum Gasdetektor GASTEC zur Bestimmung der Veränderung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Umgebungsluft bei Verbrennung von organischem Substanzen oder der Atmung von Menschen und Tieren.

**P-1012526**

**Satz 10 O<sub>2</sub>-Prüfröhrchen, 6 – 24 Vol %** (o. Abb.)

Satz 10 Prüfröhrchen zum Gasdetektor GASTEC zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in der Umgebungsluft.

**P-1012527**

**Satz 10 Paar Gummischutzkappen** (o. Abb.)

Ersatzteilset mit 10 Paar Gummischutzkappen für Prüfröhrchen zum Gasdetektor GASTEC.

**P-1012528**



P-1012504

Schülerexperimente

### 3B NETlab™:

- Umfassende Auswertemöglichkeiten, einschließlich Tangente, Integration, Kurvenanpassung, beliebige Formelberechnungen und Interpolation
- Messwernerfassung mit Datum und Uhrzeit zu jedem Messwert
- Aufnahme und Auswertung mehrerer Messwertreihen
- Darstellung der Daten als Graph, Messwerttabelle, analoges oder digitales Multimeter
- Einfache Sensor- und Experimentkonfiguration anhand fertiger Experimentdateien
- Textfenster für Kommentare zum Experiment
- Unterstützung von analogen und digitalen Sensoren
- Automatische Sensorerkennung



### 3B NETlab™

3B NETlab™ ist ein netzwerkfähiges Datenerfassungs- und Auswerteprogramm für das Interface 3B NETlog™. Da es auf der ActiveX-Technologie aufbaut, lassen sich sämtliche Bedienelemente in Webseiten einbinden, die mit dem Browser Microsoft Internet Explorer angezeigt und bedient werden. Hauptfunktion von 3B NETlab™ ist das computergestützte Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung. Dazu steht eine Vielzahl von Experimentieranleitungen in Form von Webseiten zur Verfügung. Der Benutzer kann darin wie im Internet navigieren und mit Hilfe der an Ort und Stelle eingebundenen Bedienelemente alle Vorgänge steuern. Experimentieranleitungen können auch vom Lehrer selbst in der dafür vorgesehenen Programmierumgebung zusammen mit den Standard HTML Werkzeugen erstellt werden. Alle möglichen Internet Werkzeuge und Technologien, wie Multimediasequenzen, Animationen, Filme usw. können in die Experimentdatei eingebunden werden. Zum freien Experimentieren wird ein Messlabor angeboten, aus dem heraus alle Funktionen des 3B NETlog™ bedient werden können. Für die Auswertung der Messdaten steht eine Reihe von grafischen Werkzeugen bereit. Durch seine Netzwerkfunktionalität ist 3B NETlab™ hervorragend für den Einsatz in Schulen geeignet. Der Lehrer hat jederzeit die Möglichkeit, von seinem Platz aus den Stand und die Daten des Schülerexperiments einzusehen. Andererseits können Schüler an Ihren Bildschirmen ein vom Lehrer vorgeführtes Experiment folgen.

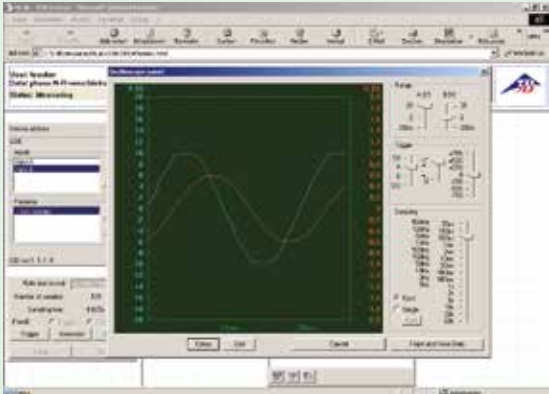
**P-1000544** .....

#### Lizenz:

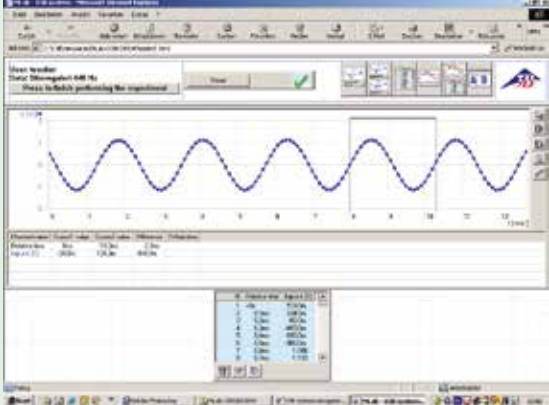
3B NETlab™ beinhaltet eine Standortlizenz zur Nutzung des Computerprogramms im Rahmen des normalen Gebrauchs in der gesamten Schule bzw. Ausbildungseinrichtung inklusive häuslicher Schulungsvorbereitung.

#### Systemvoraussetzungen:

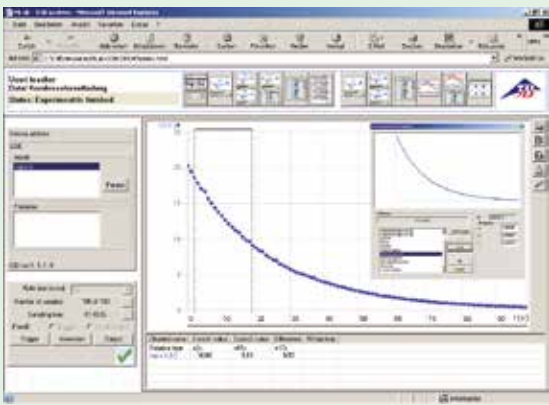
- Windows XP bis Microsoft Internet Explorer 8
- Windows 7 (32-bit und 64-bit) bis Microsoft Internet Explorer 11 oder höher
- Windows 8.1 (32-bit und 64-bit) bis Microsoft Internet Explorer 11 oder höher
- Mindestens 1 GHz Prozessor mit 32-bit (x86) oder 64-bit (x64)
- Mindestens 1 GB RAM
- Mindestens 500 MB Festplattenspeicher
- USB-Anschluss



Oszilloskop: Phasenverschiebung der Spannung im RL-Reihenschwingkreis



Schallamplitude einer Stimmgabel in Abhängigkeit der Zeit



Entladungskurve eines Kondensators

### 3B NET/log™

3B NET/log™ ist einsetzbar als Interface zur Messwerterfassung mit Computeranbindung sowie als Handmessgerät mit Datenlogger für Strom- und Spannungsmessungen oder in Verbindung mit verschiedenen Sensoren. Sensoranschlüsse mit automatischer Sensorerkennung. Computeranschluss über USB. Optionaler Anschluss über Ethernet innerhalb eines Intranets im gleichen Subnetz. Einschließlich USB-Kabel, Installations-CD mit Datentransferprogramm und Stecker-netzgerät.

#### Spannungseingänge:

Kanäle: 2 Differenzverstärker (A und B)  
 Messbereiche: 0 – ±200 mV, 0 – ±2 V, 0 – ±20 V  
 Anschlüsse: zwei 4 mm-Sicherheitsbuchsenpaare

#### Stromeingang:

Kanal: parallel zu A  
 Messbereiche: 0 – ±200 mA, 0 – ±2 A  
 Anschluss: ein 4-mm-Sicherheitsbuchsenpaar

#### Analoge Sensoreingänge:

Kanäle: 2 (A und B)  
 Anschlüsse: zwei 8-Pin-miniDIN-Buchsen  
 Sensoridentifizierung und -kalibrierung: automatisch  
 Triggerung: quasikontinuierlich  
 Abtastrate: 50 kSamples/s  
 Auflösung: 12 bit

#### Spannungsausgänge:

Kanäle: 2 (A' und B'), mit gemeinsamer Masseverbindung

Spannungshub: 0 – ±5 V  
 Anschlüsse: zwei 4 mm-Sicherheitsbuchsenpaare

#### Analoge Sensorausgänge:

Kanäle: 2 (A' und B')  
 Anschlüsse: zwei 8-Pin-miniDIN-Buchsen

Abtastrate: 10 kSamples/s  
 Auflösung: 12 bit  
 Digitale Eingänge:  
 Kanäle: 4 (A, B, C, D)  
 A: TTL  
 B: TTL, schneller Zeiteingang, 100 kS/s  
 C, D: schnelle Optokoppler (galvanische Trennung)  
 Anschluss: eine 8-Pin-miniDIN -Buchse  
 Digitale Ausgänge:  
 Kanäle: 6 (A', B', C', D', E', F')  
 Signal: TTL  
 Anschluss: eine 8-Pin-miniDIN -Buchse  
 Weitere Daten:  
 Computeranschluss: USB-Port  
 Interner Datenspeicher: 128 k  
 Monitor Display: Größe (64x122) für Messwerte in beiden Kanälen  
 Spannungsversorgung: 4,5 V DC/300 mA  
 oder 3 Batterien LR6 AA  
 oder 3 NiCd- bzw. 3 NiMH-Akkumulatoren

### 3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz)

P-1000540 .....

### 3B NET/log™ (115 V, 50/60 Hz)

P-1000539 .....

### 3B NET/log™ mit Ethernet-Anschluss (230 V, 50/60 Hz)

P-1000009 .....

### 3B NET/log™ mit Ethernet-Anschluss (115 V, 50/60 Hz)

P-1000541 .....







P-1001034

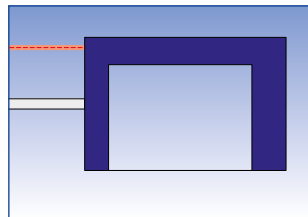
P-1009955  
P-1009954

P-1000563

**Lichtschanke**

Infrarot-Lichtschanke zur Ansteuerung des 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) oder des Digitalzählers (P-1001033 bzw. P-1001032) bei Zeitmessungen zum Freien Fall, Fahrbahnexperimenten, Pendelschwingungen sowie zur Zählung von Impulsen. Betriebsmöglichkeit im internen Modus mit eingebauter Infrarot-Lichtquelle oder im externen Modus mit einem hierfür zusätzlich erforderlichen Laserpointer als Weitbereichs-Lichtschanke z.B. bei Sportveranstaltungen. Mit Betriebsanzeige. Einschließlich Stativstab mit Gewinde, M6-Schraube zur Montage an der Rollenfahrbahn (P-1018102) und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

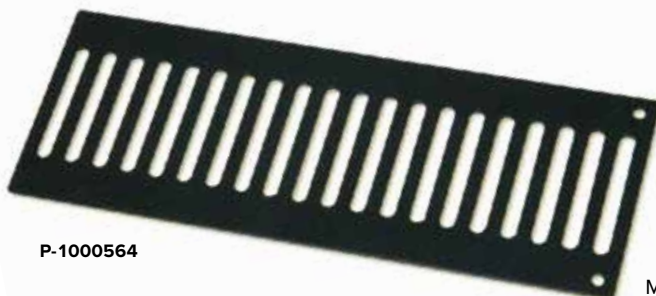
Gabelöffnung: 82 mm  
Anstiegszeit: 60 ns  
Ortsauflösung: < 1 mm  
Zeitauflösung: 0,1 ms  
Abmessungen (ohne Stativstab): 120x80x22 mm<sup>3</sup>

**P-1000563**

Zum Anschluss mehrerer Lichtschranken an 3B NET/og™ zusätzlich erforderlich:

**P-1000571 Digitale Eingangsbox**

Zum Anschluss der Lichtschranke an einen fremden Digitalzähler zusätzlich empfehlenswert:

**P-1009955 Anschlussbox (230 V, 50/60 Hz)****P-1009954 Anschlussbox (115 V, 50/60 Hz)**

P-1000564

**Anschlussbox**

Anschlussbox zur Verwendung der Lichtschranke (P-1000563) oder des Laserreflexsensors (P-1001034) an fremden Digitalzählern. Einschließlich Steckernetzgerät 12 V AC.

Eingang: 8-Pin-miniDIN-Buchse

Ausgang: zwei 4-mm-Sicherheitsbuchsen

**Anschlussbox (230 V, 50/60 Hz)****P-1009955****Anschlussbox (115 V, 50/60 Hz)****P-1009954****Laserreflexsensor**

Sensor zur Ansteuerung des 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) oder des Digitalzählers (P-1001033 bzw. P-1001032) bei Zeitmessungen an bewegten Objekten. Geeignet zur optoelektronischen Abtastung von Hell-/Dunkelmarken auf bewegten Objekten oder in Verbindung mit einer Reflexfolie als Distanz-Lichtschanke. Automatische Anpassung der Laserstrahl-Intensität an die Entfernung zum Objekt. Einschließlich Reflexfolie, Stativstab mit Gewinde und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Reichweite: 2,5 m

Laserintensität: < 1 mW

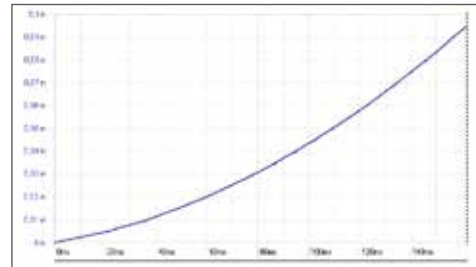
Laserschutzklasse: II

**P-1001034**

Zum Anschluss mehrerer Laserreflexsensoren an 3B NET/og™ zusätzlich erforderlich:

**P-1000571 Digitale Eingangsbox**

Zum Anschluss des Laserreflexsensors an einen fremden Digitalzähler zusätzlich empfehlenswert:

**P-1009955 Anschlussbox (230 V, 50/60 Hz)****P-1009954 Anschlussbox (115 V, 50/60 Hz)**

Weg in Abhängigkeit der Zeit

**g-Leiter**

Aluminiumblech mit 21 Stegen zur Bestimmung der Fallbeschleunigung  $g$  aus den Durchlasszeiten des Lichtstrahls zwischen den einzelnen Sprossen während des freien Falls der  $g$ -Leiter. Eloxiertes Aluminiumblech mit zwei Bohrungen zum Anhängen von Zusatzmassen, um die Unabhängigkeit der Beschleunigung von der Masse zu demonstrieren.

Stegabstand 10 mm

Abmessungen: ca. 205x75 mm<sup>2</sup>

**P-1000564**Messung des Freien Falls mit der  $g$ -Leiter



P-1000559

### Ultraschall-Bewegungssensor

Sensor zur Messung eindimensionaler Bewegungen z.B. auf der Luftkissenfahrbahn oder des Freien Falls. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern und Auffanggitter zum Aufprallschutz vor herab fallenden Messobjekten.

Messbereich: 0,15 – ca. 11 m  
 Auflösung: 2 mm  
 Genauigkeit: ±1%  
 Sensortyp: elektrostatisher 50-kHz-Wandler  
 Repetierfrequenz: 10 Hz

P-1000559

### Beschleunigungssensor ±25 x g

Sensor zur Messung eindimensionaler Stöße und aller Bewegungen mit größeren Beschleunigungen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 0 – ±250 m/s<sup>2</sup>  
 Auflösung: 0,2 m/s<sup>2</sup>  
 Genauigkeit: ±1%  
 Sensorkabel: 2 m  
 Sensortyp: Kapazitiver Beschleunigungssensor

P-1000560



P-1000560

P-1000561

### Beschleunigungssensor ±5 x g

Sensor zur Messung eindimensionaler Beschleunigungen z.B. eines Gleiters auf der Luftkissenfahrbahn, eines Federpendels oder eines Aufzugs. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 0 – ±50 m/s<sup>2</sup>  
 Auflösung: 0,03 m/s<sup>2</sup>  
 Genauigkeit: ±1%  
 Sensorkabel: 2 m  
 Sensortyp: Kapazitiver Beschleunigungssensor

P-1000561

P-1000568



### Wegaufnehmer

Sensor mit drehbarem Rad zur Wegaufnahme über eine Schnur. Einschließlich Stativstab mit Gewinde und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Rad: 24 mm Ø  
 Maximaler Weg: ca. 66 mm  
 Wegauflösung: ca. 1/6 mm

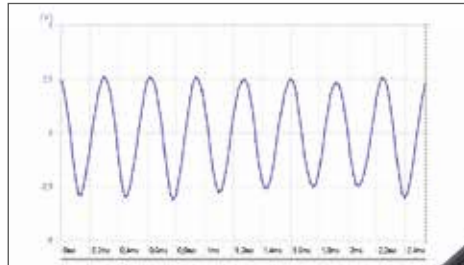
P-1000568

### Kraftsensor ±50 N

Kraftsensor zur Messung eindimensionaler Kräfte, mit Tara-Funktion. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – ±5 N, 0 – ±50 N  
 Genauigkeit: ±1%  
 Sensortyp: Dehnungsmessstreifen

P-1000557



Schallamplitude einer Stimmgabel in Abhängigkeit der Zeit

P-1000565

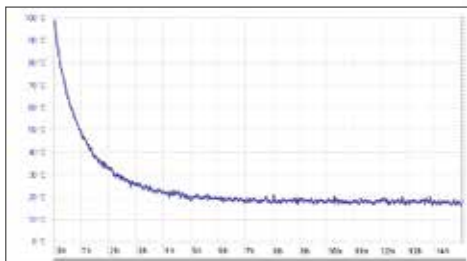


### Mikrofon

Sensor zur Messung des relativen Schalldrucks oder zur Aufzeichnung von Schallwellen, z.B. von Stimmen und Musikinstrumenten. Mit eingebautem Elektret-Mikrofon. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Frequenzbereich: 50 – 20.000 Hz  
 Mikrofonkabel: 2 m

P-1000565



Temperaturabnahme in Abhängigkeit der Zeit



Nachweis des Newton'schen Abkühlungsgesetzes

**UV-A/B Sensor**

Sensorbox mit eingebauter Photodiode zur Intensitätsmessung im UV-A / UV-B-Bereich. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich schraubbarer Blende, UV-A-Filterglas (SCHOTT UG-1) und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – 70 mW/m<sup>2</sup>, 0 – 7 W/m<sup>2</sup>, 0 – 700 W/m<sup>2</sup>

Max. spektrale Empfindlichkeit: ca. 21 mA/W bei 300 nm

Blindheitsfaktor gegen sichtbares Licht: 50

Sensortyp: Titandioxid Schottky-Diode mit eingebautem Filter gegen sichtbares Licht

**P-1000567** .....



P-1000558

**Temperaturelement, TC – K**

Temperatursensor zur Messung von extrem niedrigen und hohen Temperaturen wie z.B. in flüssigem Stickstoff oder Sauerstoff oder im Innern einer Flamme. Mit Kompensation der Raumtemperatur. Die Tauchfühler NiCr-Ni (P-1002804 und P-1002805) können ebenfalls an die Sensorbox angeschlossen werden. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: -270 – 400° C

Genauigkeit: 0,2% und 3°C (-270 – 0°C);

0,1% und 2°C (0 – 400°C)

Auflösung: 1° C

Sensortyp: NiCr-Ni (Typ K)

Sensorenlänge: ca. 60 cm

**P-1000551** .....



P-1000567



P-1000551



P-1009941



P-1000550

P-1009922

**Temperatursensor Pt100**

Temperatursensor zur Temperaturmessung in organischen Flüssigkeiten, Salzlösungen, Säuren und Basen. Schaft und Spitze des Temperaturfühlers aus rostfreiem Stahl. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: -50 – 150°C

Auflösung: 0,1° C

Genauigkeit: 0,1% Messwert plus 0,25°C

Sensorkabel: 1 m, silikonisiert

Sensortyp: Pt100

**P-1000550** .....

**Temperatursensor Pt100 mit Messklemme**

Temperatursensor zur Temperaturmessung an den Kupferrohren der Wärmepumpe (P-1000820/P-1000819). Schaft des Temperaturfühlers aus rostfreiem Stahl. Spitze mit passend geformter Kupferklemme. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: -50 – 150°C

Auflösung: 0,1° C

Genauigkeit: 0,1% Messwert plus 0,25°C

Sensorkabel: 1 m, silikonisiert

Sensortyp: Pt100

**P-1009922** .....

**Magnetfeldsensor ±100 mT**

Sensor zur Messung der magnetischen Flussdichte in tangentialer Richtung. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – ±2 mT,

0 – ±20 mT,

0 – ±100 mT

Auflösung: 0,01 mT, 0,1 mT, 1 mT

Genauigkeit: ±1,5 %

Sensortyp: Linearisierter Hall Sensor

**P-1000558** .....

**Magnetfeldsensor ±2000 mT**

Sensor zur Messung der magnetischen Flussdichte in tangentialer Richtung. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – ±200 mT,

0 – ±2000 mT

Auflösung: 0,1 mT, 1 mT

Genauigkeit: ±1,5 %

Sensortyp: Linearisierter Hall Sensor

**P-1009941** .....

P-1000545



P-1000554



P-1000569



P-1000549



### Hochstromsensor 10 A

Sensor zur Messung hoher elektrischer Ströme in Gleich- und Wechselstromkreisen mit Hilfe eines Nebenwiderstands (Shunt). Kurzzeitig bis 20 A belastbar. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 0 – ±10 A

Max. Strom: ± 20 A für 15 s

Genauigkeit: < 1%

Sensortyp: Shunt-Widerstand 5 mΩ / 2 W

#### P-1000545

### Feuchtesensor

Sensor zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit (RH). Geeignet für Wetterstudien und zur Gewächshaus- und Terrarienüberwachung. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 0 – 95%, nicht kondensierend

Sensortyp: Kapazitiver Sensor

Genauigkeit: ±3% RH ± 1% (5 – 95%),  
±5% RH ± 1% (0 – 5%)

Auflösung: 0,1%

Ansprechzeit: 15 s

#### P-1000554

### Absolut-Drucksensor 2500 hPa

Sensor zur Messung des Absolutdrucks, z.B. in Experimenten zum Boyle-Mariotte'schen Gesetz. Ebenso verwendbar zur Messung der O<sub>2</sub>-Produktion bei der Photosynthese und für Transpirationsversuche in abgeschlossenen Systemen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Kunststoffspritze, Silikonschlauch und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 0 – 2500 hPa

Genauigkeit: ±1 %

Auflösung: 1 hPa

Sensortyp: Halbleitersensor

Schlauchwelle: 4 mm Ø

Kunststoffspritze: 20 ml

Silikonschlauch: 1 m

#### P-1000546



P-1000546



P-1000548



P-1000547

### Elektrometerbox

Impedanzwandler mit hohem Eingangswiderstand zur Messung kleinster Ladungen und kleinster Ströme. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Eingangswiderstand:

≥ 10<sup>11</sup> Ω

Messfehler: ≤ 1,5 %

Anschlüsse: 4-mm-Buchsen

#### P-1000569

### Relativ-Drucksensor ±100 hPa

Sensor zur Messung von Relativdrücken, z.B. des hydrostatischen Drucks in einer Wassersäule oder der Druckdifferenz im Stirlingmotor D (P-1000817). Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Silikonschlauch und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

#### P-1000547

### Barometer

Sensor zur Messung des Luftdrucks. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Silikonschlauch und Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 700 – 1200 hPa

Auflösung: 0,1 hPa

Genauigkeit: 1,5 % vom Bereichsendwert

Sensortyp: Halbleitersensor

#### P-1000549

### Relativ-Drucksensor ±1000 hPa

Sensor zur Messung von Relativdrücken, z.B. der Druckdifferenz im Stirlingmotor G (P-1002594). Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Silikonschlauch und Anschlusskabel mit miniDIN8-Steckern.

#### P-1000548

#### P-1000547

P-1000579



### Satz 30 Elektroden für EKG/EMG

Satz 30 Elektroden zur einmaligen Verwendung mit der EKG/EMG-Box.

P-5006578



P-5006578

### Lichtsensoren

Lichtsensoren zur Messung der Beleuchtungsstärke. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – 600 Lux, 0 – 6000 Lux, 0 – 150000 Lux  
 Auflösung: 0,8 Lux, 8 Lux, 200 Lux

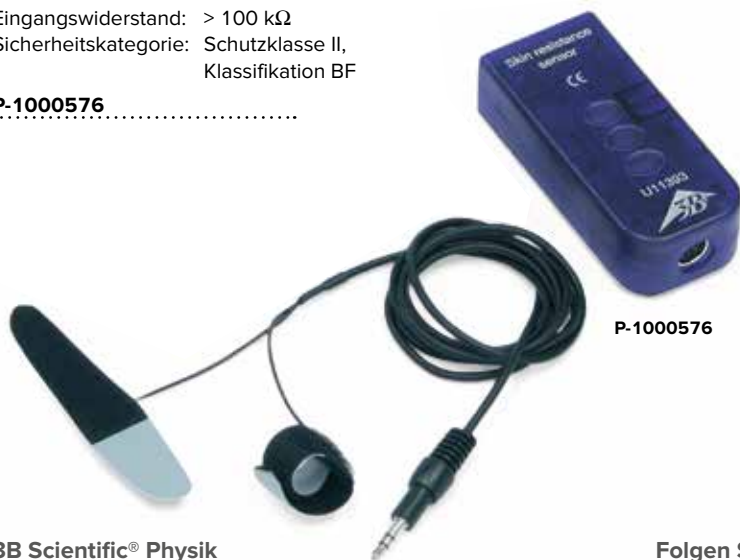
P-1000562

### Hautwiderstandsbox

Sensor zur Messung des Hautwiderstandes einer Testperson unter Einfluss von äußeren Faktoren (Stress, „Lügendetektor“). Ausführung nach den derzeit geltenden Sicherheitsbestimmungen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 1 M $\Omega$  – 10 M $\Omega$   
 Eingangswiderstand: > 100 k $\Omega$   
 Sicherheitskategorie: Schutzklasse II, Klassifikation BF

P-1000576



P-1000576

### Wichtiger Hinweis:

Unsere Sensoren aus dem System 3B NET/og™ sind ausschließlich für Unterrichtszwecke bestimmt.

Die ermittelten Messwerte dürfen niemals zur Beurteilung des Gesundheitszustandes einer Person verwendet werden!

### EKG/EMG-Box

Sensorbox zur Messung des Elektrokardiogramms (EKG) sowie des Elektromyogramms (EMG) an der Skelettmuskulatur in drei Standardableitungen nach Einthoven. Auswahl der Ableitung per Tastendruck und Anzeige durch Leuchtdioden. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Eingangswiderstand: > 10 M $\Omega$

Ausgangsspannung: max.  $\pm 1$  V

Sperrfrequenz: 50 – 60 Hz

P-1000579

P-1000575



### Puls-Sensorbox

Sensor zur Messung der Pulsfrequenz am Ohrflüppchen oder einer Fingerkuppe mittels eines Infrarot-Clips. Automatische Signalpegelanpassung. Ausführung nach den derzeit geltenden Sicherheitsbestimmungen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: 40 – 160 Pulsschläge / min  
 Sicherheitskategorie: Schutzklasse II, Klassifikation BF

P-1000575

P-1000562



### Satz 3 Leitfähigkeitsstandards

Satz 3 Leitfähigkeitsstandards mit den Leitfähigkeiten 147, 1413 und 12880  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , je 0,5 l

**P-1000552**

### Pufferlösung

Gebrauchsfähiger Pufferlösungsatz in 3 Flaschen mit pH 4,00, pH 7,00 und pH 9,00.

Volumen: je 250 ml

**P-1002753**

### Chinhydrone-Pufferlösung (ohne Abb.)

Gebrauchsfähige Pufferlösung mit pH 7,00 zur Verwendung mit dem Redoxsensor.

Volumen: je 250 ml

**P-1002754**

### pH-Sensor

Sensor zur Messung von pH-Werten und Redox-Potentialen in wässrigen Lösungen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: pH 0 bis 14

Sensortyp: Ag-AgCl-Kombinationselektrode, Gel-gefüllt, nicht nachfüllbar

Genauigkeit: pH 0,05 im Bereich von 20°C bis 25°C

Auflösung: pH 0,01

Reaktionszeit:  $\leq 1$  s für 95% vom Endwert

**P-1000556**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002753 Pufferlösung**

### Leitfähigkeitssensor

Sensor zur Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit von flüssigen Medien, des Gesamtgehaltes gelöster Feststoffe, der Ionendiffusion durch Membrane und zur Unterschiedsbestimmung zwischen ionischen und molekularen Verbindungen und zwischen starken und schwachen Säuren. Eine Kalibrierlösung ist im Lieferumfang enthalten. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/log™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereiche: 0 – 200  $\mu\text{S}$ , 0 – 2 mS, 0 – 20 mS

Auflösung: 1  $\mu\text{S}$ , 10  $\mu\text{S}$ , 100  $\mu\text{S}$

Sensortyp: Messelektrode in Vierleitertechnik mit Graphitzellen und integriertem Pt100-Temperaturfühler

Genauigkeit: 5% ohne Kalibrierung, 0,5% mit Kalibrierung

Sensorkabel: 1,5 m

**P-1000553**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000552 Satz 3 Leitfähigkeitsstandards**

**P-1002753**

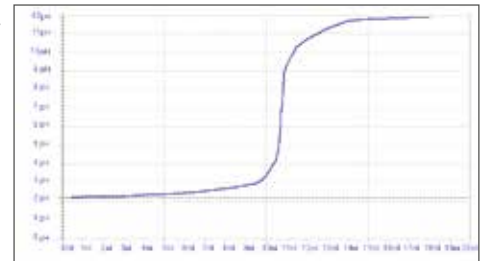
**P-1000552**



Sensoren

Bestimmung des pH-Werts von wässrigen Lösungen

Titration einer Essiglösung mit Natronlauge



**P-1000556**



**P-1000553**

Computerunterstütztes Experimentieren



P-1000543  
P-1000542



P-1000571



P-1000570

### 3B POWERlog

Programmierbare Spannungs- und Stromquelle mit Leistungsausgang zum Anschluss an die beiden Analogausgänge des 3B NETlog™ (P-1000540 bzw. P-1000539). Einschließlich Steckernetzgerät und zwei Anschlusskabeln mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Ausgangsleistung: 6 W

Strom: 0 – ±1 A

Spannung: 0 – ±10 V

Bandbreite: 0 – 50 kHz

### 3B POWERlog (230 V, 50/60 Hz)

P-1000543 .....

### 3B POWERlog (115 V, 50/60 Hz)

P-1000542 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1000544 3B NETlab™

P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000009 3B NETlog™ mit Ethernet-Anschluss  
(230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000541 3B NETlog™ mit Ethernet-Anschluss  
(115 V, 50/60 Hz)

### Relais

Leistungsrelais mit einem Wechselkontaktsatz zum Start einer Messung mit der Software 3B NETlab™. Das Relais wird über die digitalen Ausgänge des 3B NETlog™ (P-1000540 bzw. P-1000539) gesteuert und ist als Öffner oder als Schließer verwendbar. Sichere Potenzialtrennung nach VDE 0160 zwischen Spule und Kontaktsatz. Hochwertige Silberlegierung für das Kontaktmaterial. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

max. Schaltspannung: 250 V AC / 220 V DC

max. Schaltstrom: 6 A AC / 0,12 A DC

max. Schaltleistung: 1500 VA

min. Schaltleistung: 1 mW

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

P-1000566 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1000544 3B NETlab™

P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000009 3B NETlog™ mit Ethernet-Anschluss  
(230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000541 3B NETlog™ mit Ethernet-Anschluss  
(115 V, 50/60 Hz)



P-1000566

### Digitale Ausgangsbox

Ausgangsbox zur Auffächerung der digitalen Ausgänge A, B, C und D des 3B NETlog™ (P-1000540 bzw. P-1000539) auf vier 4 mm-Sicherheitsbuchsenpaare, z.B. zum Anschluss mehrerer Relais (P-1000566). Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Ausgangssignal: TTL-Pegel

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

P-1000570 .....

### Digitale Eingangsbox

Eingangsbox zur Auffächerung der digitalen Eingänge A, B, C und D des 3B NETlog™ (P-1000540 bzw. P-1000539) auf vier miniDIN8-Buchsen, z.B. zum Anschluss mehrerer Lichtschranken (P-1000563). Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Eingangs- und

Ausgangssignal: TTL-Pegel

Anschlüsse: 8-Pin-miniDIN-Buchsen

P-1000571 .....



P-1000555

### Redoxsensor

Sensor zur Messung von Redox-Potentialen in wässrigen Lösungen. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NETlog™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Messbereich: -450 mV bis +1100 mV

Sensortyp: Ag/AgCl-Kombinationselektrode, Gel-gefüllt, nicht nachfüllbar

Genauigkeit: ±4,5 mV im Bereich von 20°C bis 25°C

Auflösung: 0,9 mV

Reaktionszeit: ≤ 1 s für 95% vom Endwert

P-1000555 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

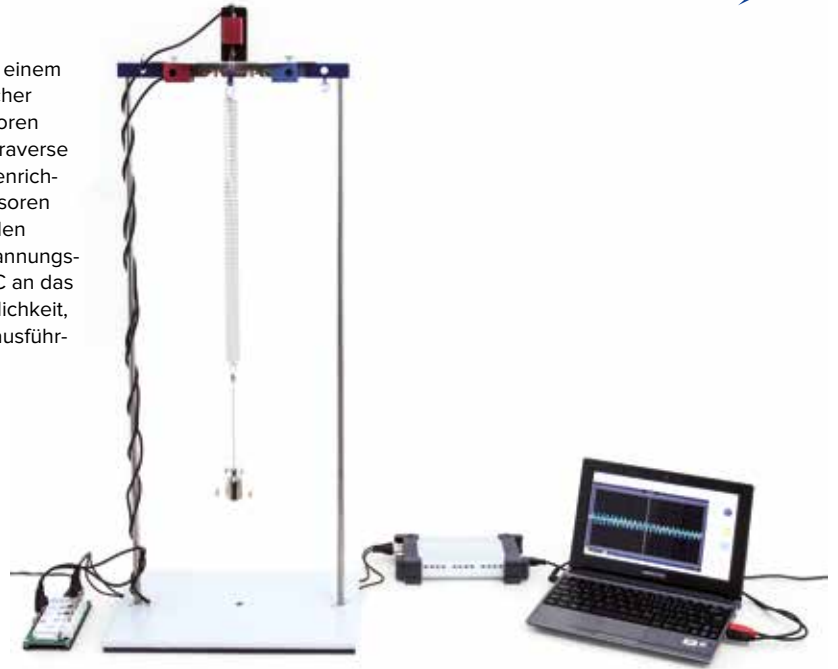
P-1002754 Chinhydron-Pufferlösung

### SW-Paket Sensorik

Ausstattungspaket aus zwei dynamischen Kraftsensoren und einem Verstärkerboard zur Aufzeichnungen und Analyse mechanischer Schwingungen mit einem Standardoszilloskop. Die Kraftsensoren können an Stativstangen mit 10 mm Durchmesser oder der Traverse SW befestigt werden und erfassen dynamisch Kräfte in Achsenrichtung. Im Verstärkerboard werden die Signale beider Kraftsensoren zur Aufzeichnung aufbereitet und die Phasenlage zwischen den Schwingungen beider Signale ausgewertet und als Gleichspannungssignal ausgegeben. Bei Abschluss des Verstärkerboards MEC an das USB-Oszilloskop 2x50 MHz (P-1017264) ergibt sich die Möglichkeit, die Messsignale mit der Oszilloskop-Software auf einem PC ausführlich zu analysieren und auszuwerten.

Dynamischer Kraftsensor:

- Maximale Kraft: 5 N
- Frequenzbereich: 0,3 – 200 Hz
- Anschluss: Klinenstecker 3,5 mm
- Abmessungen: 52x37x26 mm<sup>3</sup>
- Verstärkerboard MEC:
- Eingangsbuchsen: Klinenbuchse 3,5 mm
- Ausgangsbuchsen: BNC
- Abmessungen: 65x100x40 mm<sup>3</sup>



Wilberforce-Pendel

### Lieferumfang:

- 2 Dynamische Kraftsensoren
- 1 Verstärkerboard MEC
- 1 Steckernetzgerät 12 V AC, 700 mA
- 2 HF-Kabel

### SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz)

P-1012850 .....

### SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)

P-1012851 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1017264 USB-Oszilloskop 2x50 MHz
- oder
- P-1008695 Analog-Oszilloskop 2x20 MHz

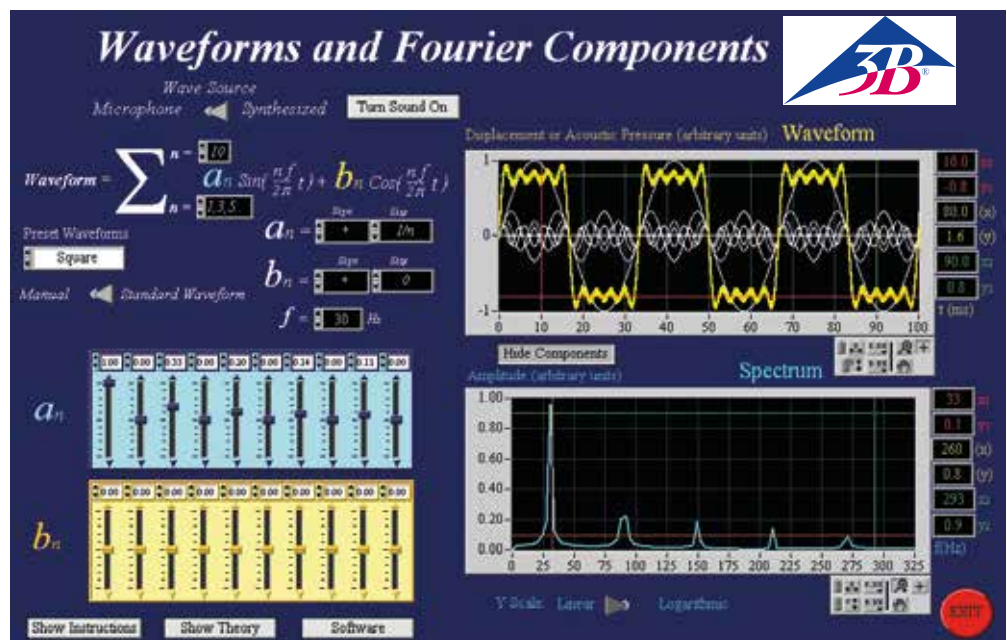


P-1012850  
P-1012851

### Software zur Fourier-Analyse

Software zur Fourier-Analyse und Fourier-Synthese mit Darstellung der Wellenform und des Amplitudenspektrums. Analyse von mit Mikrofon und Soundkarte aufgezeichneten Schallsignalen. Synthese von Fourierkomponenten bei freier Wahl der Grundfrequenz zu periodischen Signalen, die hörbar geschaltet werden können. Systemvoraussetzungen: Windows XP oder höher, 512 MB RAM oder höher, 128 MB Grafikkarte oder höher, 16 bit Soundkarte oder höher, Mikrofon und Lautsprecher

P-1012587 .....

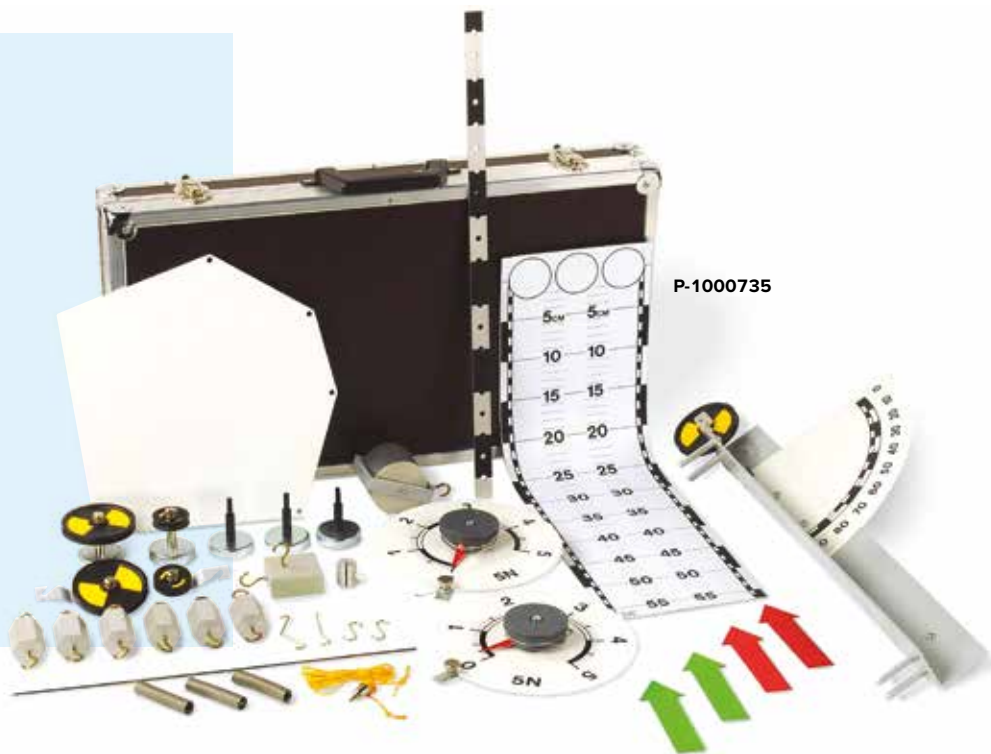


P-1012587



### Themen:

- Geneigte Ebene
- Hebelgesetze
- Drehmomente und Kräfte
- Kräfte an einem Lastarm
- Kraft als Vektor
- Pendelbewegung
- Physikalisches Pendel
- Feste und lose Rolle
- Flaschenzug
- Hooke'sches Gesetz
- Mechanische Resonanz
- Schwerpunkt
- Reibung



P-1000735

### Vorteile

- Große Komponenten gewährleisten weit sichtbare Aufbauten
- Sichere Befestigung durch hochwertige AlNiCo-Magnete
- Schneller und einfacher Aufbau der Experimente
- Messeinheiten, Vektordiagramme und Erklärungen können unmittelbar neben der Versuchsanordnung auf die Tafel geschrieben werden

### Mechanik auf der Weißwandtafel

Die Gerätesammlung Mechanik auf Weißwandtafel besteht aus mehr als 25 großen, farbigen und gut sichtbaren Komponenten, die in einem mit Schaumstoff ausgekleideten Koffer aufbewahrt werden. Über 30 verschiedene Experimente können in kurzer Zeit aufgebaut werden.

P-1000735

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1002591 Weißwandtafel 600x900 mm<sup>2</sup>
- oder
- P-1002592 Weißwandtafel 900x1200 mm<sup>2</sup>

### Lieferumfang:

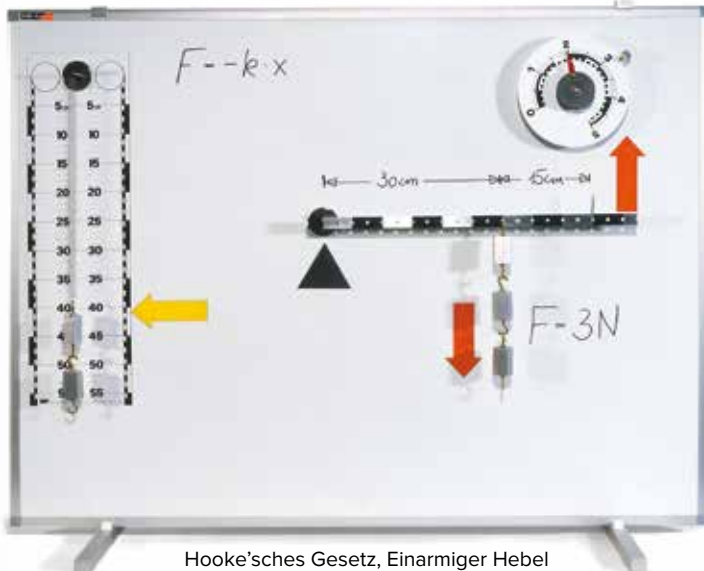
- 1 Geneigte Ebene mit Umlenkrolle und Winkelskala
- 1 Rollkörper, 500 g
- 1 Metall-Hebel mit 20 Bohrungen, 54,5 cm lang
- 1 Zeiger für Hebel, 40 cm lang
- 1 Gegengewicht, geschlitzt mit Rändelschraube, ca. 20 g
- 1 Flasche mit 2 Rollen, 70 mm Ø und 40 mm Ø
- 1 Feste Rolle, 70 mm Ø
- 1 Feste Rolle, 40 mm Ø
- 2 Rundkraftmesser, 5 N
- 3 Magnetfüße mit 8 mm Achse
- 3 Federn mit Öse,  $k = 6,2 \text{ N/m}$
- 1 Doppelmaßstab auf Magnetfolie, ca. 60 cm x 18 cm
- 4 Pfeile und 1 gleichseitiges Dreieck auf Magnetfolie
- 6 Massen mit zwei Haken, je 100 g
- 1 Reibungsblock
- 1 Satz Nylonschnüre
- 1 Schwerpunktplatte
- 1 Lot
- 3 Gummimuffen
- 3 Messinghaken
- 1 Messingbügel
- 1 Aufbewahrungskoffer
- 1 Handbuch

P-1002592

P-1002591



Reibung auf der geneigten Ebene



Hooke'sches Gesetz, Einarmiger Hebel

### Mechanische Additions-Stoppuhr

Additions-Stoppuhr mit Start-, Stopp- und Rückstellknopf in stoßsicherem Kunststoffgehäuse. Zwei Ziffernblattkreise für Minuten und Sekunden. Inklusive Umhängekordel.

Messbereich: 15 min  
 Skalenteilung:  $\frac{1}{10}$  s  
 Durchmesser: 55 mm

**P-1002810**



P-1002810

### Mechanische Stoppuhren

Stoppuhren in Edelstahlgehäuse mit zwei Ziffernblattkreisen für Minuten und Sekunden. Inklusive Umhängekordel in Etui.

Art.-Nr.	Messbereich	Skalenteilung	Durchmesser
P-1003368	30 min	0,2 sec	45 mm
P-1003369	15 min	0,1 sec	45 mm



P-1003369

P-1003368

### Digitale Stoppuhr

Stoppuhr mit 7-stelliger LCD-Anzeige in stabilem Kunststoffgehäuse mit Start/ Stopp- und Split/Reset-Knopf für Start/ Stopp, Addition, Zwischenzeiten und Dualzeit. Inklusive Umhängekordel.

Messbereich: 9 h, 59 min, 59 s,  
 $\frac{99}{100}$  s

Auflösung:  $\frac{1}{100}$  s  
 Batterie: Knopfzelle 1,55 V, Typ 389  
 Abmessungen: ca. 65x65x18 mm<sup>3</sup>

**P-1002811**



P-1002811

### Timer

Stoppuhr zur Vorwärts- und Rückwärtszählung mit akustischer Anzeige, Magnethalter zur Befestigung an Metallfläche und ausklappbarer Schrägstellstütze.

Anzeige: 4-stellige LCD, 18 mm  
 Timerbereich: 99 min / 59 s  
 Zähltakt: 1 s  
 Abmessungen: ca. 60x60x20 mm<sup>3</sup>

**P-1003009**



P-1003009



P-1002809

### Digitale Zeitmessung

Zur zuverlässigen Messung der Durchlaufzeiten bzw. Verdunklungszeiten eines Fahrbahnwagens oder der Schwingungsdauer bzw. Verdunklungszeit eines schwingenden Pendels ist der Einsatz des Digitalzähler (P-1001033 bzw. P-1001032) in Verbindung mit einer oder zwei Lichtschranken (P-1000563) empfehlenswert. Alternativ zur Lichtschranke kann auch der Laserreflexsensor (P-1001034) zur optoelektronischen Abtastung von Hell-/Dunkelmarken auf bewegten Objekten oder in Verbindung mit einer Reflexfolie als Distanzlichtschranke angeschlossen werden.

### Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)

**P-1001033**

oder

### Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)

**P-1001032**

### Lichtschranke

**P-1000563**

oder

### Laserreflexsensor

**P-1001034**



P-1001034

P-1000563



P-1001033  
 P-1001032

P-1001046

Messung der Verdunklungszeit  
 z.B. eines schwingenden Pendels

**Höhenmaßstab, 1 m**

Höhenmaßstab mit Haltestift (d = 12 mm) zum senkrechten Aufstellen in einem Tonnenfuß. Teilung wie bei P-1000742.

**P-1000743**

**Taschenbandmaß, 2 m**

Aus Federbandstahl, mit Feststellknopf und Rückholfeder. Länge: 2 m / 79 inch  
Skalen: cm, mm / 1/32 inch

**P-1002603**

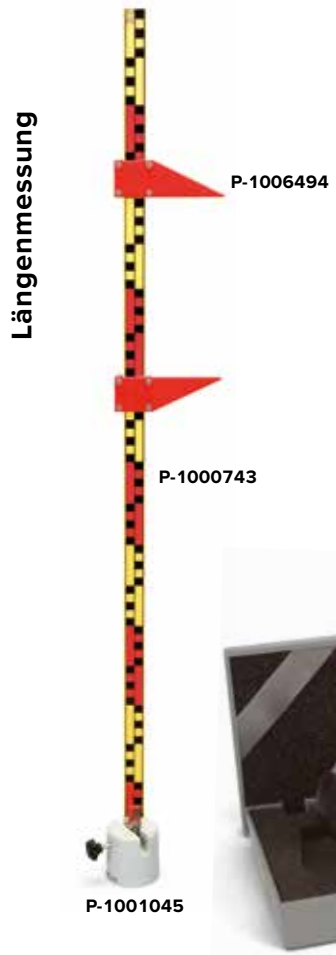
**Messschieber S**

Preisgünstiger Messschieber mit 125 mm langer Skala. Zur Messung von Außen- und Innenmaßen sowie Tiefen geeignet.

**P-1010217**



P-1010217



P-1006494

P-1000743



P-1002603

P-1000742



**Maßstab, 1 m**

Holzmaßstab mit mm-Teilung, Rückseite mit zweifarbiger cm-Blockteilung. Profilquerschnitt: 25x8 mm<sup>2</sup>

**P-1000742**

**Satz Zeiger für Maßstäbe**

Satz Zeiger bestehend aus zwei roten Kunststoffzeigern, als verschiebbare Markierung passend zu den Maßstäben P-1000742 und P-1000743.

Abmessungen: 120x40x20 mm<sup>3</sup>

**P-1006494**

**Digitaler Messschieber, 150 mm**

Messschieber für Innen-, Außen- und Tiefenmessungen. Rostfreier Stahl, gehärtet, LCD-Anzeige. Mit Feststellschraube, Umstellmöglichkeit von cm auf inch, Nullstellung in jeder Position möglich. In Kunststofftui.

Messbereich: 150 mm / 6 inch

Auflösung: 0,01 mm / 1/128 inch

Anzeige: 5-stellige LCD, 6 mm

**P-1002602**



P-1002602



P-1001045

P-1002600



**UE1010200**  
PDF online



P-1002601

**Bügel-Messschraube**

Präzisions-Mikrometerschraube mit Gefühlsratsche und Klemmeinrichtung. Messflächen hartmetallbestückt, geschliffen und feinst geläpft. Messspindel gehärtet mit geschliffenem Gewinde, Messbügel verchromt mit Isolierschutz, Skalentrommel und -hülse matt verchromt. In Kunststofftui.

Messbereich: 0 – 25 mm

Ablesung: 0,01 mm

**P-1002600**

**Messschieber, 150 mm**

Präzisions-Messschieber für Innen-, Außen- und Tiefenmessungen. Edelstahl gehärtet, Messflächen feinst geschliffen, Ableseteile matt verchromt. In Kunstlederetui.

Messbereich: 150 mm / 6 inch

Ablesung: 1/20 mm / 1/128 inch

**P-1002601**

**Präzisionssphärometer**

Sphärometer zur Messung von Plattendicken, Vertiefungen und Krümmungsradien von Kugeloberflächen, z.B. Linsen. Das Gerät besteht aus einem Dreifuß mit drei Stahlspitzen, die ein gleichseitiges Dreieck bilden. In der Mitte ist eine Mikrometerschraube mit einer Messspitze eingelassen. An der Mikrometerschraube befindet sich eine Scheibe mit einer Kreisteilung von 0 bis 500 sowie eine vertikale Skala in Millimeterteilung von -10 bis 15 mm am Dreifuß.

Messbereiche: 0 – 25 mm und -10 – 15 mm

Ganghöhe: 0,5 mm

Messgenauigkeit: 0,001 mm

Fußabstand: 50 mm

**P-1002947**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003190 Planspiegel**

P-1002947



P-1002868  
P-1002869



**UE1010100**  
PDF online

Uhrgläser aus  
P-1002868 und  
P-1002869



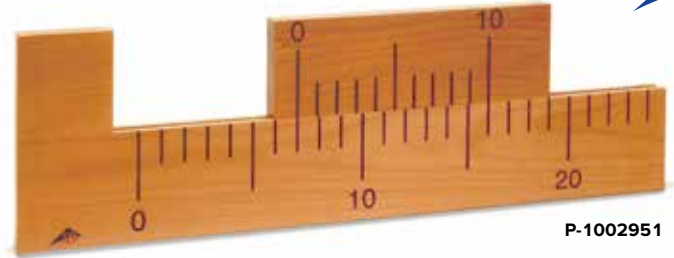
### Messschieber-Modell

Modell eines Messschiebers. Zur Messung von Außen- und Innenmaßen sowie Tiefen bis 300 mm geeignet.

Abmessungen: 420x195 mm<sup>2</sup>

**P-1010214** .....

**P-1010214**



**P-1002951**

### Noniusmodell

Zur Demonstration der Noniusablesung bei Längen- und Winkelmessgeräten.

Länge: 600 mm

Noniuslänge: 260 mm

Höhe: 190 mm

**P-1002951** .....

### Holzmaßstäbe

Diese Holzlineale sind im Klassenraum unverzichtbar.

#### Holzmaßstab 1 m, 10 Stück

**P-1003233** .....

#### Holzmaßstab 0,5 m, 10 Stück

**P-1003234** .....

**P-1003233**

**P-1003234**



**P-1006889**

### Objekt für Messübungen

Unregelmäßiger Körper, der sich besonders gut für Messübungen mit einem Messschieber eignet.

**P-1006889** .....



**P-1009713**



**P-1003518**

### Überlaufgefäß, Metall

Überlaufgefäß, 900 ml.

Aus Metall.

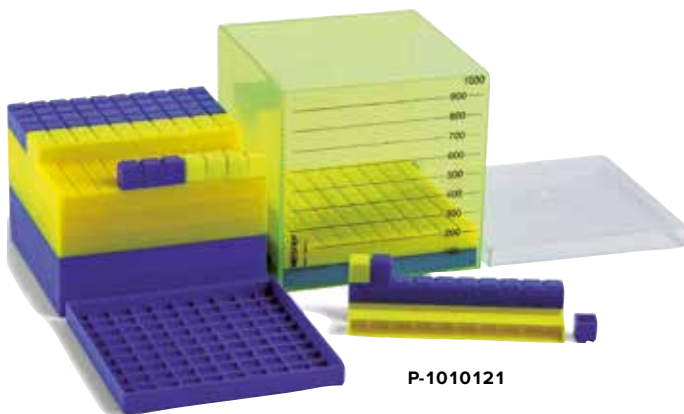
**P-1009713** .....

### Überlaufgefäß, transparent

Überlaufgefäß, 275 ml.

Aus Plexiglas.

**P-1003518** .....



**P-1010121**

### Dezimeterwürfel mit Teilquadrern

Transparenter Würfel in den Abmessungen 100x100x100 mm<sup>3</sup> als skaliertes Behälter mit Inhalt:

9 Quader, 100 cm<sup>3</sup> (4 gelbe, 5 blaue)

9 Quader, 10 cm<sup>3</sup> (4 gelbe, 5 blaue)

10 Würfel, 1 cm<sup>3</sup> (5 gelbe, 5 blaue)

**P-1010121** .....

### Satz 1-Liter-Körper

Gerätesatz aus 5 transparenten Hohlkörpern mit eingravierter Volumenskala.

Zylinder, 1 l ca. 100 mm Ø x 120 mm

Zylinder, 0,5 l ca. 75 mm Ø x 115 mm

Zylinder, 1 l ca. 160 mm Ø x 50 mm

Würfel, 1 l ca. 100x100x100 mm<sup>3</sup>

Quader, 1 l ca. 200x100x50 mm<sup>3</sup>

**P-1012882** .....



**P-1012882**



P-1003102 – P-1003110

### Vorteile

- Präzise
- Gut ablesbar
- Farbkodiert

#### Präzisions-Kraftmesser

Farbkodierte Präzisions-Kraftmesser in transparenter Kunststoffhülle mit gut ablesbarer Skala, Überdehnschutz der Feder und Nullpunkt-kalibrierung.

Genauigkeit: < 1% des Messbereichs  
 Skalenteilung: 1% des Messbereichs  
 Abmessungen: 280x16 mm Ø

Art.-Nr.	Farbe	Messbereich
P-1003102	Silber	0,1 N
P-1003103	Beige	0,2 N
P-1003104	Gelb	1 N
P-1003105	Rot	2 N
P-1003106	Blau	5 N
P-1003107	Grün	10 N
P-1003108	Violett	20 N
P-1003110	Braun	100 N



P-1002698 – P-1002701

#### Kraftmesser, transparent

Kraftmesser mit gut ablesbarer Skala auf transparenter Kunststoffhülle. Zur Projektion auf dem Tageslichtprojektor geeignet. Mit Überdehnschutz der Feder.

Messgenauigkeit: ±3% des Messbereichs  
 Länge: 185 mm  
 Skalenlänge: 60 mm

Art.-Nr.	Messbereich	Skalenteilung
P-1002698	1 N	0,02 N
P-1002699	2 N	0,04 N
P-1002700	5 N	0,1 N
P-1002701	10 N	0,2 N

#### Kraftmesser, farbkodiert

Farbkodierte Kraftmesser zur Messung sowohl von Massen als auch von Kräften. Skalen in Newton und Gramm bzw. Kilogramm kalibriert. Mit Nullpunkt-kalibrierung.

Art.-Nr.	Farbe	Messbereich	Skalenteilung
P-1003370	Blau	250 g / 2,5 N	5 g / 0,05 N
P-1003371	Grün	500 g / 5 N	10 g / 0,1 N
P-1003372	Braun	1000 g / 10 N	20 g / 0,2 N
P-1003373	Rot	2000 g / 20 N	50 g / 0,5 N
P-1003374	Weiß	3000 g / 30 N	50 g / 0,5 N
P-1003375	Gelb	5000 g / 50 N	100 g / 1 N



P-1003370 – P-1003375

#### Kraftmesser mit runder Skala

Federkraftmesser für Demonstrationsversuche. Kugelgelagerte Umlenkrolle mit Schnurrille und Schnur mit Haken. Große, gut ablesbare, runde Skala, Nullpunkteinstellung mittels Rändelschraube. Auf Magnethalter zum Aufbau auf einer Weißwandtafel.

Durchmesser: 200 mm

Art. Nr.	Messbereich	Skalenteilung
P-1009738	1 N	0,02 N
P-1009739	2 N	0,05 N
P-1009740	5 N	0,1 N
P-1009741	10 N	0,1 N

P-1009738



P-1009739



P-1009740



P-1009741



### Satz Schraubenfedern zum Hooke'schen Gesetz

5 Schraubenfedern zur Bestimmung der Federkonstanten, mit Haken und Zeiger.

#### P-1003376

Federkonstanten	2,5 N/m	5 N/m	10 N/m	15 N/m	25 N/m
Länge	122 mm	145 mm	150 mm	147 mm	142 mm
Durchmesser	15 mm	15 mm	19 mm	20 mm	20 mm

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000773** Schlitzgewichtsatz mit Halter, 10x 10 g, rot-grau

**P-1000743** Höhenmaßstab

**P-1006494** Satz Zeiger für Maßstäbe

Stativmaterial

### Kraftmesser zum Hooke'schen Gesetz

Zwei farbkodierte Kraftmesser in transparenter Kunststoffhülle mit leicht ablesbarer cm/mm-Skala zum Nachweis des Hooke'schen Gesetzes und zur Bestimmung der Federkonstante. Überdehnenschutz der Feder und Nullpunktkalibrierung.

Federkonstante: 10 N/m und 20 N/m

Skalenlänge: 115 mm

Abmessungen: ca. 280x16 mm Ø

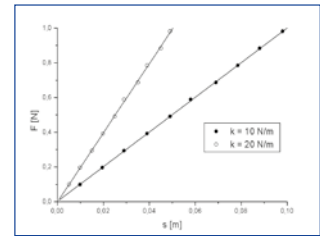
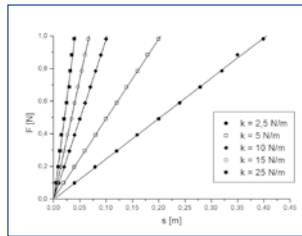
#### P-1003109

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003227** Schlitzgewichtsatz 10 g

**P-1000743** Höhenmaßstab

Stativmaterial



Schraubenfedern

### Schraubenfedern

Für Dehnungs- und Schwingungsexperimente, mit zwei Aufhängeösen. Toleranz 10%.

Art.-Nr.	Federkonstante	Länge	Durchmesser
P-1000786	1,5 N/m	120 mm	20 mm
P-1003515	2,5 N/m	120 mm	16 mm
P-1002945	3,9 N/m	30 mm	34 mm
P-1000741	5 N/m	60 mm	20 mm
P-1002702	16 N/m	115 mm	6 mm
P-1002703	43 N/m	110 mm	9 mm
P-1002946	20 N/m	180 mm	8 mm
P-1002704	86 N/m	95 mm	10 mm

Mechanik

### Sätze 10 Massestücke

Aus Messing. Zum Aneinanderhängen beidseitig mit Haken versehen.

#### Satz 10 Massestücke, 10 g

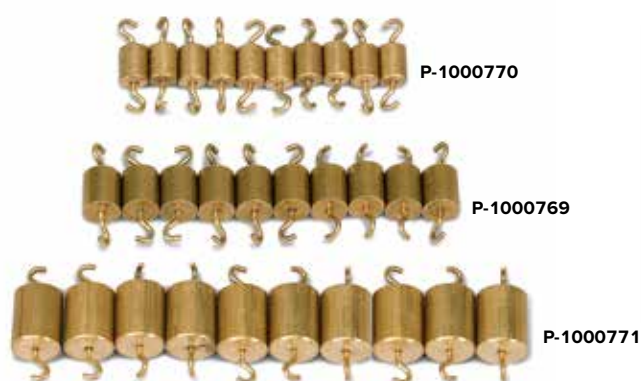
P-1000770 .....

#### Satz 10 Massestücke, 20 g

P-1000769 .....

#### Satz 10 Massestücke, 50 g

P-1000771 .....



### Schlitzgewichtsätze auf Halter

Schlitzgewichte und Halter aus Messing.

Art.-Nr.	Bezeichnung	Massen (inkl. Halter)	Halter Ø
P-1003226	Schlitzgewichtsatz, 20-100 g	2x 5 g, 1x 10 g, 4x 20 g	22 mm
P-1003227	Schlitzgewichtsatz, 10x 10 g	10x 10 g	18 mm
P-1003229	Schlitzgewichtsatz, 5x 50 g	5x 50 g	32 mm
P-1003228	Schlitzgewichtsatz, 5x 100 g	5x 100 g	38 mm

### Schlitzgewichtsätze auf Halter, rot-grau

Farbige Schlitzgewichte und Halter zur Verwendung in Demonstrationsexperimenten.

Art.-Nr.	Bezeichnung	Massen (inkl. Halter)	Teller Ø
P-1000773	Schlitzgewichtsatz, 10x 10 g, rot-grau	10x 10 g	25 mm
P-1000775	Schlitzgewichtsatz, 8x 50 g, rot-grau	8x 50 g	25 mm
P-1000777	Schlitzgewichtsatz, 4x 100 g, rot-grau	4x 100 g	25 mm



### Wägesatz 10 g bis 1000 g

9-teilig, Messing, in Aufbewahrungskasten. Wägestücke beidseitig mit Haken. 1x 10g, 2x 20 g, 1x 50 g, 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, 1x 1000 g

P-1003214 .....

### Wägesatz 1 g bis 50 g

8-teilig, Messing, in Aufbewahrungskasten. 1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 2x 10 g, 1x 20 g, 1x 50 g

P-1003210 .....

### Wägesatz 1 g bis 1000 g

13-teilig, Messing, in Aufbewahrungsblock. 1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 1x 10 g, 2x 20 g, 1x 50 g, 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, 1x 1000 g

P-1003212 .....



### Wägesatz 1 g bis 500 g, geschlitzt mit Aufhänger

13-teilig, Messing, Schlitzgewichte auf Aufbewahrungsgestell.

1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 1x 10 g, 2x 20 g, 1x 50 g, 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, Aufhänger 50 g

P-1018597 .....



### Wägesatz 100 g bis 2000 g

7-teilig, Wägestücke mit Haken. 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, 2x 1000 g, 1x 2000 g

P-1001052 .....





P-1010234

**Wägesatz 1 mg bis 500 mg**

12-teiliger Satz Wägestücke aus Aluminium in Aufbewahrungskasten. 1x 0,5 g, 1x 0,2 g, 2x 0,1 g, 1x 0,05 g, 2x 0,02 g, 1x 0,01 g, 1x 5 mg, 2x 2 mg, 1x 1 mg.

P-1010234

**Wägesatz 1 g bis 500 g**  
12-teilig, Messing, in Aufbewahrungskasten. 1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 2x 10 g, 1x 20 g, 1x 50 g, 2x 100 g, 1x 200 g, 1x 500 g.



P-1010189

P-1010189

Wägestücke



P-1000676

**Satz 3 Halter mit Schlitzgewichten**

Schlitzgewichte aus Messing auf Halter bestehend aus 3 Sätzen à 2x 5 g, 2x 10 g, 2x 20 g, 3x 50 g.

P-1000676



P-1018834

**Balkenwaage**

Balkenwaage auf Hartplastik-Grundplatte. Aluminiumbalken mit Justierschrauben gelagert in einem Stahlschneidlager. Abnehmbare Waageschalen aus rostfreiem Stahl. Verwendbar auch für hydrostatische Experimente in Verbindung mit der Metallbrücke (P-1018835) und dem Archimedes-Becher (P-1018836).

Maximale Last: 500 g  
Empfindlichkeit: 20 mg  
Waagschalen: Ø 120 mm

P-1018834



P-1010168

**Satz Massestücke mit Haken**

11-teiliger Satz Massestücke mit Haken zum Aneinanderhängen an beiden Seiten. Toleranz: 10%. 1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 2x 10g, 1x 20 g, 1x 50 g, 2x 100 g, 1x 200 g.

P-1010168

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1010189 Wägesatz 1 g bis 500 g**

**P-1010234 Wägesatz 1 mg bis 500 mg**

**Tafelwaage Harvard Junior**

Preiswerte, farbenfrohe Zweischaalen-Waage aus Kunststoff, die in Stabilität und Genauigkeit teuren Waagen nicht nachsteht. Mit hochpräzise gefertigtem Metallbalken, austauschbaren Waagschalen und Nullausgleich. Inklusive 8-teiligem Gewichtsatz. Eingebaute Verriegelung zum Schutz vor Schwingungen bei Transport oder längerer Lagerung. Stapelbar.

Maximale Last: 2 kg  
Empfindlichkeit: 0,5 g  
Waagschalen: Ø 150 mm, Kunststoff, flache & hohe Ausführung  
Gewichtsatz: 8-teilig, 370 g

P-1012872



P-1012872

Mechanik



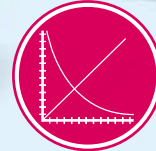
**Themen:**

- Bestimmung der Anfangsgleichgewichtslage des Torsionspendels
- Aufnahme des zeitlichen Verlaufs der gedämpften Schwingungen um die Endgleichgewichtslage des Torsionspendels
- Bestimmung der Endgleichgewichtslage des Torsionspendels nach der Endausschlagsmethode
- Berechnung der Gravitationskonstante  $G$  aus der Schwingungsdauer und der Differenz der Gleichgewichtslagen
- Bestimmung der Gravitationskonstante  $G$  nach der Beschleunigungsmethode



P-1003337

Schwingung um die beiden Gleichgewichtslagen



UE1010300  
PDF online

**Cavendish-Drehwaage**

Drehwaage nach Cavendish zum Nachweis der Gravitationskraft zwischen zwei Massen und zur Bestimmung der Gravitationskonstanten. Dank der kurzen Schwingungsdauer von 2 – 4 min lässt sich die Gravitationskonstante innerhalb einer Unterrichtsstunde mit einer Genauigkeit besser als 10% bestimmen. Kernstück ist ein Torsionspendel aus einem leichten Balken mit zwei kleinen Bleikugeln, der waagrecht an einem dünnen Draht aufgehängt ist. Die Ruhelage wird durch die Anziehungskraft zweier großer Bleikugeln auf die kleinen Kugeln beeinflusst. Nach Umschwenken der großen Kugeln in eine neue Position schwingt das Torsionspendel um die geänderte Ruhelage. Die Drehbewegung wird mit einem kapazitiven Differentialsensor gemessen, der Rausch- und Vibrationsanteile im Signal weitgehend unterdrückt, und mit einem Computer aufgezeichnet. Zur weiteren Auswertung können die Daten in eine Tabellenkalkulation exportiert werden. Alternativ ist auch die Demonstration der Bewegung mit Hilfe eines Lichtzeigers möglich.

- Masse der großen Bleikugeln: 1 kg
- Masse der kleinen Bleikugeln: 15 g
- Gravitationskraft:  $< 10^{-9}$  N
- Torsionsdraht: Wolfram, 25  $\mu$ m
- Schwingungsdauer: 2 – 4 min
- Winkelauflösung: 25  $\mu$ rad
- Abtastrate: 0,5, 1, 2, 5, 10 Samples/s
- Abmessungen: 190x180x200 mm<sup>3</sup>
- Masse: 5 kg

**Lieferumfang:**

- 1 Cavendish-Drehwaage
- 1 Messsoftware
- 1 USB-Kabel

**P-1003337**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003201 Diodenlaser, rot 650 nm**  
**Stativmaterial**

**Wolframdraht** (ohne Abb.)

Rolle Torsionsdraht für die Cavendish-Drehwaage (P-1003337).  
Durchmesser: 25  $\mu$ m

**P-1009718**

**Themen:**

- Tag und Nacht
- Jahreszeiten
- Mondphasen
- Sonnen- und Mondfinsternisse und ihre Zyklen

**Orbit™ Tellurium**

Ansprechendes, leicht zu bedienendes dreidimensionales Modell von Sonne, Erde und Mond zur umfassenden Darstellung der Bewegungsabläufe. Mit Erde und Mond in zwei verschiedenen Größen zur einleuchtenden Darstellung von Tag und Nacht, der Sonnenbewegung am Himmel, der Jahreszeiten, der veränderlichen Länge des Tageslichts, der Mondphasen sowie von Sonnen und Mondfinsternissen und ihren Zyklen. Klar erkennbare Schattengrenzen, da die Sonne von einer hellen Lampe mit Sunbeam™-Reflektor dargestellt wird. Alternativ zur Drehung im Zusammenspiel können die Drehung der Erde um ihre Achse und die Position des Mondes um die Erde von Hand eingestellt werden.

Abmessungen: 650x250x300 mm<sup>3</sup>

**Lieferumfang:**

Tellurium mit Erde und Mond in zwei Größen; Datums-, Sonnenfinsternis-, Mondfinsternis- und Mondphasenanzeigearten; kleine Figur; Sonnenuhr; ausführliche Anleitung in englischer Sprache; Netztrafo 100–240 V / 6V

**P-1008661**



P-1008661

## Vorteile

- Hohe Ablesegenauigkeit durch 2 Winkelskalen
- Erweiterbar auf 4 Kraftkomponenten

### Kräftetisch

Gerät zur quantitativen Untersuchung der Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften, bestehend aus einer kreisförmigen Arbeitsplatte auf stabilem Fuß mit doppelter Skalierung der Winkeleinteilung. An drei Schnüren mit Haken werden über kugelgelagerte Umlenkrollen Massestücke aus dem im Lieferumfang enthaltenen Satz 3 Halter mit Schlitzgewichten (P-1000676) aufgehängt.

Abmessungen: ca. 300 mm x 390 mm Ø

Masse: 3,1 kg

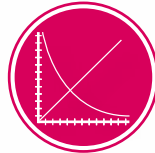
**P-1000694** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000699** **Zusätzlicher Kraftarm**



P-1000694



**UE102030**  
PDF online



P-1000699

### Zusätzlicher Kraftarm

Zusätzliche Umlenkrolle zum Einsatz mit dem Kräftetisch (P-1000694). Mit Befestigungsklammer, Schnur und einem Satz Halter mit Schlitzgewichten à 2x 5 g, 2x 10 g, 2x 20 g und 3x 50 g.

**P-1000699** .....



P-1002604

### Universal-Wasserwaage, 250 mm

Neigungswasserwaage für Waagrecht-, Senkrecht-, Neigungswinkelmessungen sowie Gehrungsarbeiten, aus schlagfestem Kunststoff. Mit 2 Libellen aus Plexiglas, bruch- und auslaufsicher. Horizontal-Libelle fest eingebaut und genau justiert, Neigungswinkel-Libelle dreh- und arretierbar. Zeichenhilfe für 45°, 60° und 120°, mm-Skala an der Messfläche, Winkelskala an der Neigungswinkel-Libelle.

Skalen: 250 mm/1 mm, -90° – +90°/2°

Abmessungen: 250x54x15 mm<sup>3</sup>

**P-1002604** .....

### Standfestigkeitsapparat

Apparat zur Demonstration der Standfestigkeit eines Objekts in Abhängigkeit der Schwerpunktlage über der Standfläche. Durch Neigen des Apparats ist die Schwerpunktlage verstellbar. Die Lage des Schwerpunkts über der Standfläche wird durch ein eingebautes Lot angezeigt.

Abmessungen: 180x150x290 mm<sup>3</sup>

**P-1002950** .....



P-1002950

### Schwerpunktplatte

Kunststoffplatte mit 6 Bohrungen. Zur Einführung des Schwerpunktbegriffs und zur Ermittlung des Flächenschwerpunktes.

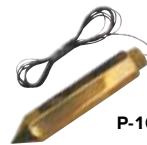
**P-1008513** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002940** **Lot mit Schnur**



P-1008513



P-1002940

### Lot mit Schnur

Messingkörper mit Schnur.

Höhe: 100 mm

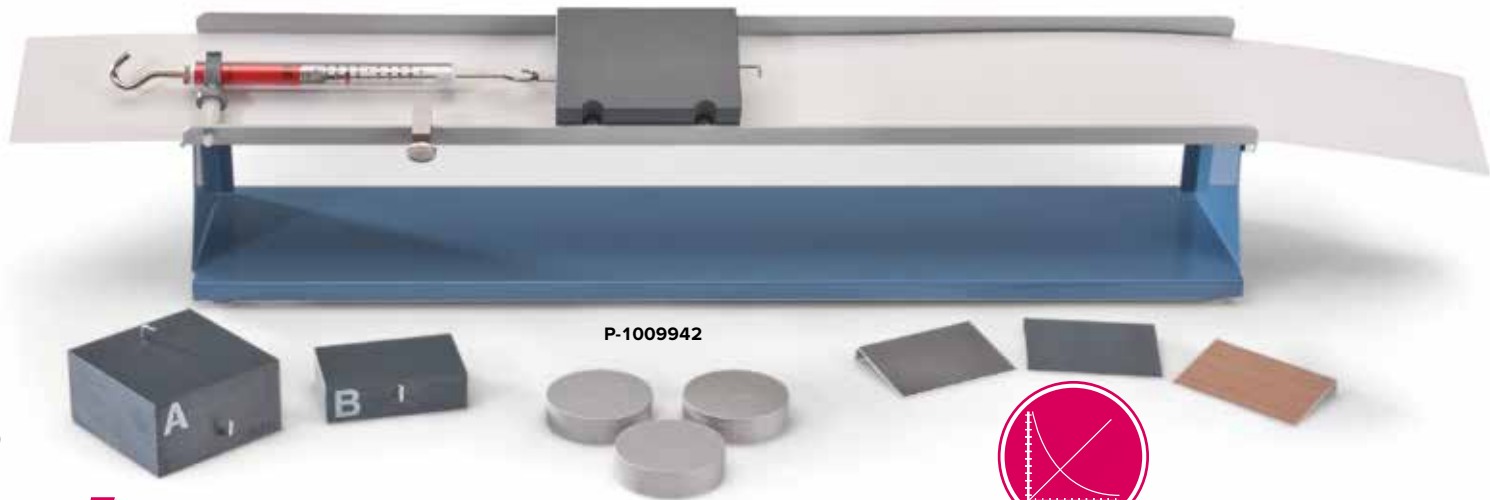
Durchmesser: 20 mm

Masse: 220 g

Schnurlänge: 1600 mm

**P-1002940** .....

P-1002940



P-1009942

**Vorteile**

- **Komplettgerät: weiteres Zubehör nicht erforderlich**
- **Robust, langlebig**



**UE5010500**  
PDF online

**Reibungsmessgerät**

Demonstrationsgerät mit beweglicher Reibzunge zur Messung der Haft- und Gleitreibung zwischen zwei Oberflächen in Abhängigkeit der Auflagefläche, der Auflagekraft oder der Materialkombination. Zur leichteren Ablesung der Gleitreibungskraft wird die Reibzunge unter dem mit einem Kraftmesser verbundenen, ruhenden Reibungskörper mit gleich bleibender Geschwindigkeit hinweg gezogen. Die Reibungsbahn kann zur Variation der Auflagekraft um ihre Längsachse geneigt werden.

Abmessungen: 600x140x150 mm<sup>3</sup>  
Masse: 3 kg

**Lieferumfang:**

Grundgerät mit beweglicher Reibzunge, Kraftmesser 2 N, 3 Reibungskörper, 3 Auflegeschlitten für Reibungskörper, 3 Massestücke 100 g

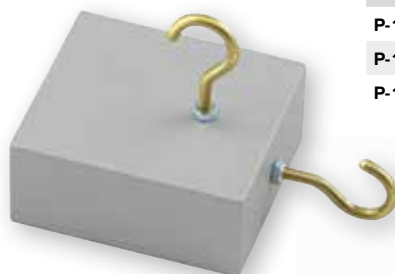
**P-1009942**

**Körper für Reibungsexperimente**

Aluminiumkörper mit teflonbeschichteter Oberfläche und 2 Haken.

Abmessungen: 55x50x25 mm<sup>3</sup>

**P-4003876**



P-4003876

**Holzklötze für Reibungsexperimente**

Zwei Holzklötze mit einer kunststoffbelegten Fläche und Haken zur Befestigung eines Kraftmessers.

Abmessungen: ca. 120x60x60 mm<sup>3</sup> und 120x60x30 mm<sup>3</sup>

**P-1002944**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003104 Präzisions-Kraftmesser, 1 N
- P-1003105 Präzisions-Kraftmesser, 2 N
- P-1003107 Präzisions-Kraftmesser, 10 N
- P-1003212 Wägesatz, 1 g bis 1000 g



P-1003104  
P-1003105  
P-1003107

**Präzisions-Kraftmesser**

Farbkodierte Präzisions-Kraftmesser in transparenter Kunststoffhülle mit gut ablesbarer Skala, Überdehnschutz der Feder und Nullpunkt-kalibrierung.

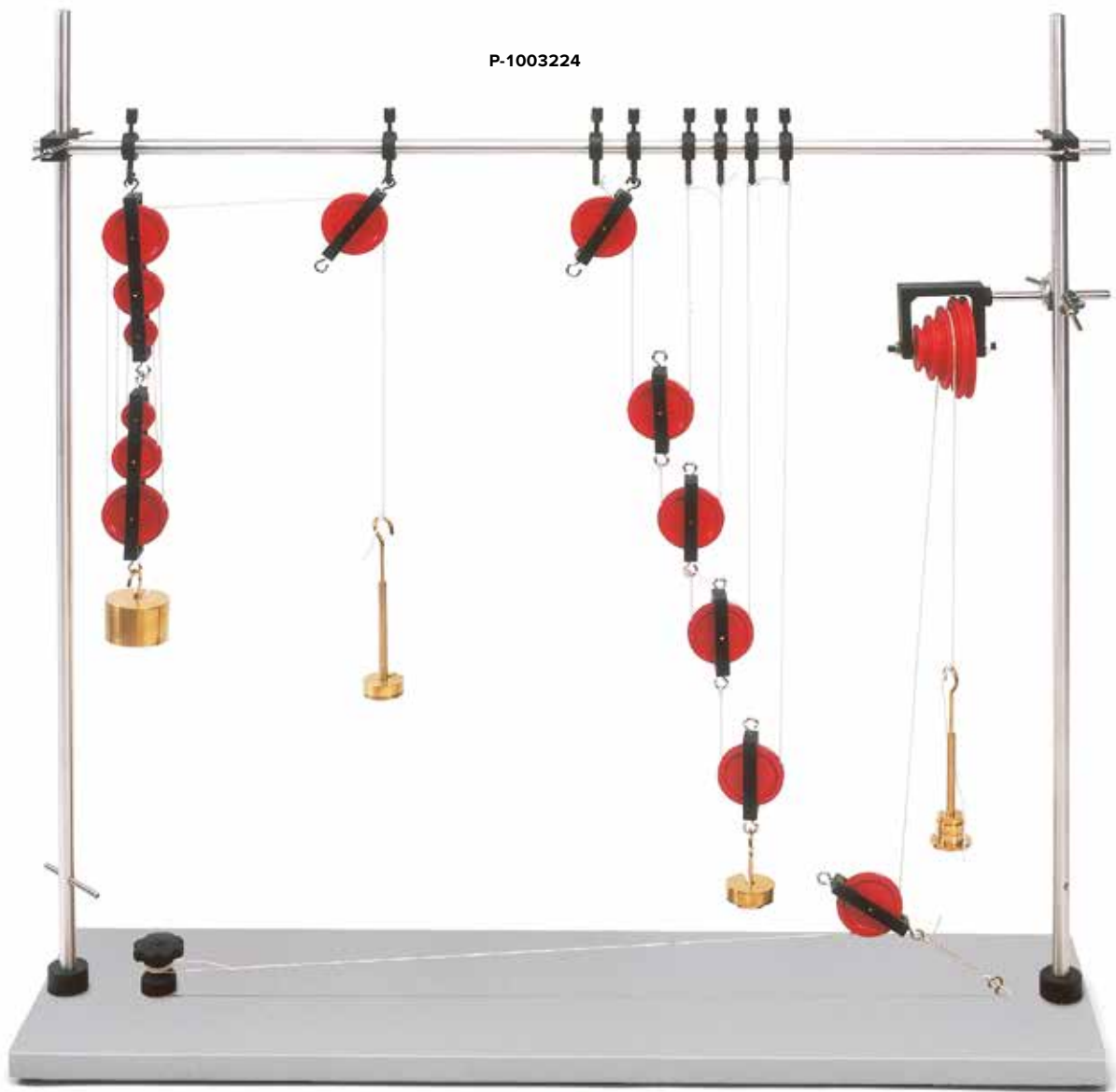
Genauigkeit: < 1% des Messbereichs  
Skalenteilung: 1% des Messbereichs  
Abmessungen: 280 mm x 16 mm Ø

Art.-Nr.	Farbe	Messbereich
P-1003104	Gelb	1 N
P-1003105	Rot	2 N
P-1003107	Grün	10 N



P-1002944





P-1003224



**Themen:**

- Feste Rolle
- Lose Rolle
- Flaschenzug
- Wellrad

**Experimentiersatz Rollen und Flaschenzug**

Experimentiersatz zur Demonstration der Umlenkung und Verteilung von Kräften in einfachen Maschinen (feste und lose Rolle, Flaschenzug) sowie zur Einführung der Begriffe mechanische Arbeit, Leistung und Energie. Kompletter Gerätesatz bestehend aus einer stabilen Grundplatte, Stativstangen, Flaschen, Flaschenzügen, Wellrad, Gewichtshaltern, Schlitzgewichte und einer Rolle Schnur. Alle Experimente können schnell und einfach aufgebaut werden, da die geschlossenen Kunststoffrahmen um die Flaschen das Abrutschen der Schnur verhindern.

Grundplatte: 810x200 mm<sup>2</sup>  
 Rollen: 50 mm Ø

Stativstangen: 810 mm x 12,5 mm Ø  
 Schlitzgewichte: 2x 10 g, 2x 20 g, 2x 50 g, 4x 100 g, 4x 200 g, 1x 500 g  
 Halter: 1x 10 g, 1x 20 g, 5x 50 g

**Lieferumfang:**

- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 Grundplatte               | 1 Wellrad               |
| 3 Stativstangen             | 15 Schlitzgewichte      |
| 2 Kunststoffklemmen         | 7 Halter                |
| 1 Universalmuffe            | 1 Rolle Schnur          |
| 8 Aufhängehaken             | 1 Anschraubknebel       |
| 7 Flaschen mit 1 Rolle      | 2 Flaschen mit 4 Rollen |
| 2 Flaschenzüge mit 3 Rollen |                         |

**P-1003224**

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002603 Taschenbandmaß, 2 m**
- P-1002700 Kraftmesser 5 N**
- P-1003369 Mechanische Stoppuhr, 15 min**

**Rolle mit Tischklemme**

Kugelgelagerte Kunststoffrolle mit Schnurrille zur Umlenkung von Kräften. Auf Tischklemme. Mit Bohrung zur alternativen Befestigung auf Stativstangen bis 12,5 mm Durchmesser.

Rolle: 50 mm Ø

Spannweite der

Tischklemme: 35 mm

**P-1003221**



P-1003221

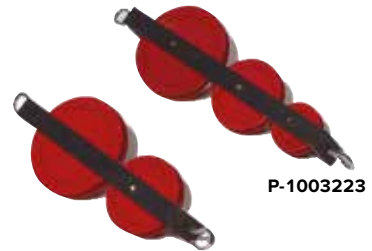
**Rollen und Flaschenzüge**

Für Experimente mit festen und losen Rollen sowie mit Flaschenzügen. Verformungsresistente, reibungsarm gelagerte Rollen mit Schnurrillen und Haken an beiden Enden zum Auf- und Anhängen. Der geschlossene Kunststoffrahmen um die Flaschen verhindert das Abrutschen der Schnur.

**P-1003216**



P-1003217



P-1003223

P-1003222

Art.-Nr.	Bezeichnung	Rollen	Durchmesser	Material
P-1003216	Flasche	1	50 mm	Kunststoff
P-1003217	Flasche	2	50 mm	Kunststoff
P-1003218	Flasche	3	50 mm	Kunststoff
P-1003222	Flasche	2	37/50 mm	Aluminium
P-1003223	Flasche	3	25/37/50 mm	Aluminium

**Hebelarm**

Gerätesatz zur Demonstration der Hebelgesetze und für Gleichgewichtsexperimente. Bestehend aus einem Stativ, an dem ein Hebelarm auf einem Kugellager montiert ist. Mit drei Lochreihen zur Verstellung des Drehpunktes sowie zur Aufhängung der Gewichte, weiß-roter Blockskaala zum schnellen Ablesen der Länge der Hebelarme und Skala mit Zeiger zur genauen Anzeige des Gleichgewichtszustandes. Auch als Modell einer Balkenwaage einsetzbar. Inklusive Gewichtssatz 10x 50 g.

Länge des Hebelarms: 1 m

Masse des Hebelarms: 0,458 kg

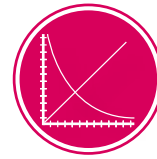
Anzahl der Bohrungen: 21

Bohrungsabstand: 50 mm

**P-1008539**



P-1008539



**UE102020**  
PDF online

**Geneigte Ebene**

Gerät zur Untersuchung der Kräfte auf einen Körper auf der geneigten Ebene und zur Bestimmung der Hangabtriebskraft in Abhängigkeit des Neigungswinkels. Basis und Ebene aus Metall, aufklappbar, mit Skalierung für Winkel, Länge und Höhe. Neigungswinkel einstellbar von 0° bis 45°. Einschließlich verstellbarer Umlenkrolle, Walze, Hängeschale und Schnur.

Länge der Ebene: 600 mm

Länge der Basis: 450 mm

Skalen: cm-, 1°-Teilung

**P-1003213**

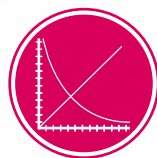
Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002701 Kraftmesser, 10 N**

**P-1010189 Wägesatz 1 g bis 500 g**



P-1003213



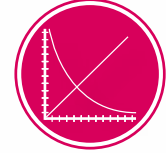
**UE1020400**  
PDF online

## Themen:

- Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen
- Newton'sche Gesetze
- Energieerhaltung
- Elastische und inelastische Stöße



P-1018102

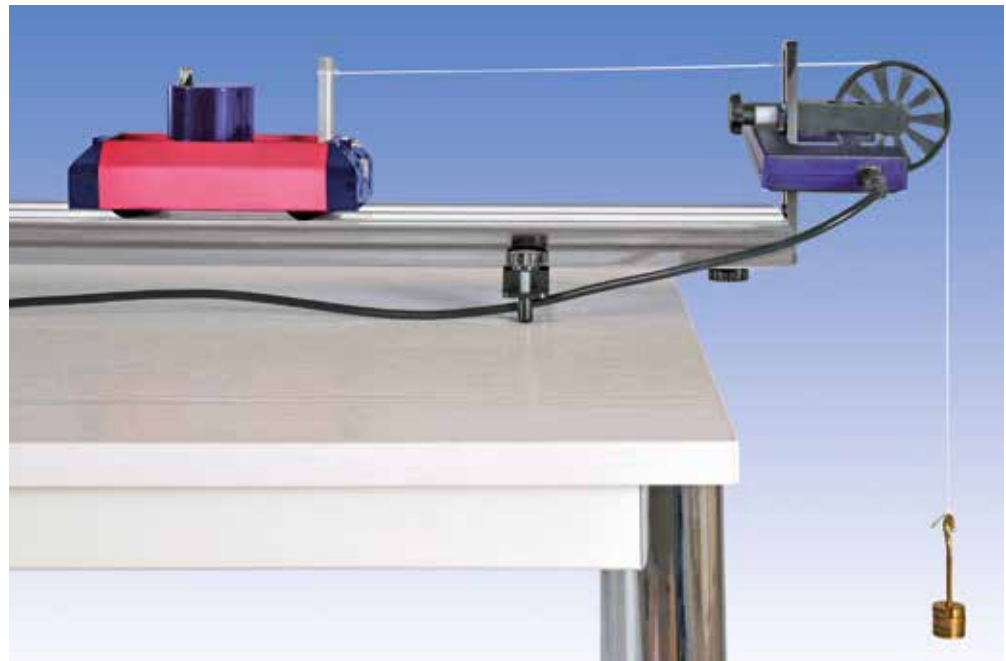


UE1030250  
PDF online

### Rollenfahrbahn

Fahrbahn mit zwei Fahrbahnwagen und weiterem Zubehör zur Untersuchung linearer Bewegungen. Mit verstellbarer Dreipunktauflage zur waagerechten Ausrichtung. Die Wagen bewegen sich reibungsarm auf Rädern mit hochwertigen Kugellagern. Zur Untersuchung elastischer oder inelastischer Stöße werden sie an den Stirnenden mit Magneten bestückt. Einschließlich eines als Umlenkrolle für die Rollenfahrbahn geeignetes Speichenrad, das in Verbindung mit der Lichtschranke (P-1000563) zur Aufzeichnung der Bewegung eines Fahrbahnwagens eingesetzt werden kann.

Wagenmasse: 500 g  
Skalenlänge: 1800 mm  
Länge: 1800 mm



### Lieferumfang:

- 1 Fahrbahn, 1,8 m
- 1 Zweipunktauflage
- 1 Punktauflage mit Endabschlag
- 1 Fahrbahnwagen
- 1 Fahrbahnwagen mit verstellbarem Puffer
- 1 Zusatzmasse 500 g
- 2 Halter für Lichtschranke
- 1 Halter für Umlenkrolle
- 1 Umlenkrolle
- 1 Muffe für Stäbe
- 1 Satz Unterbrecher
- 1 Satz Magnete

### P-1018102

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1007112 Schnur, 100 m
- P-1003227 Schlitzgewichtssatz, 10 x 10 g
- P-1000563 Lichtschranke
- P-1000540 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1000539 3B NET/og™ (115 V, 50/60 Hz)

- P-1007112 Schnur, 100 m
- P-1003227 Schlitzgewichtssatz, 10 x 10 g
- P-1000559 Ultraschall-Bewegungssensor

- P-1000540 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1000539 3B NET/og™ (115 V, 50/60 Hz)

- P-1007112 Schnur, 100 m
- P-1003227 Schlitzgewichtssatz, 10 x 10 g
- P-1000563 Lichtschranke (2x)
- P-1000540 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1000539 3B NET/og™ (115 V, 50/60 Hz)

- Schnur, 100 m
- 100 m lange Schnur aus Hanf, schwarz, auf Rolle gewickelt.

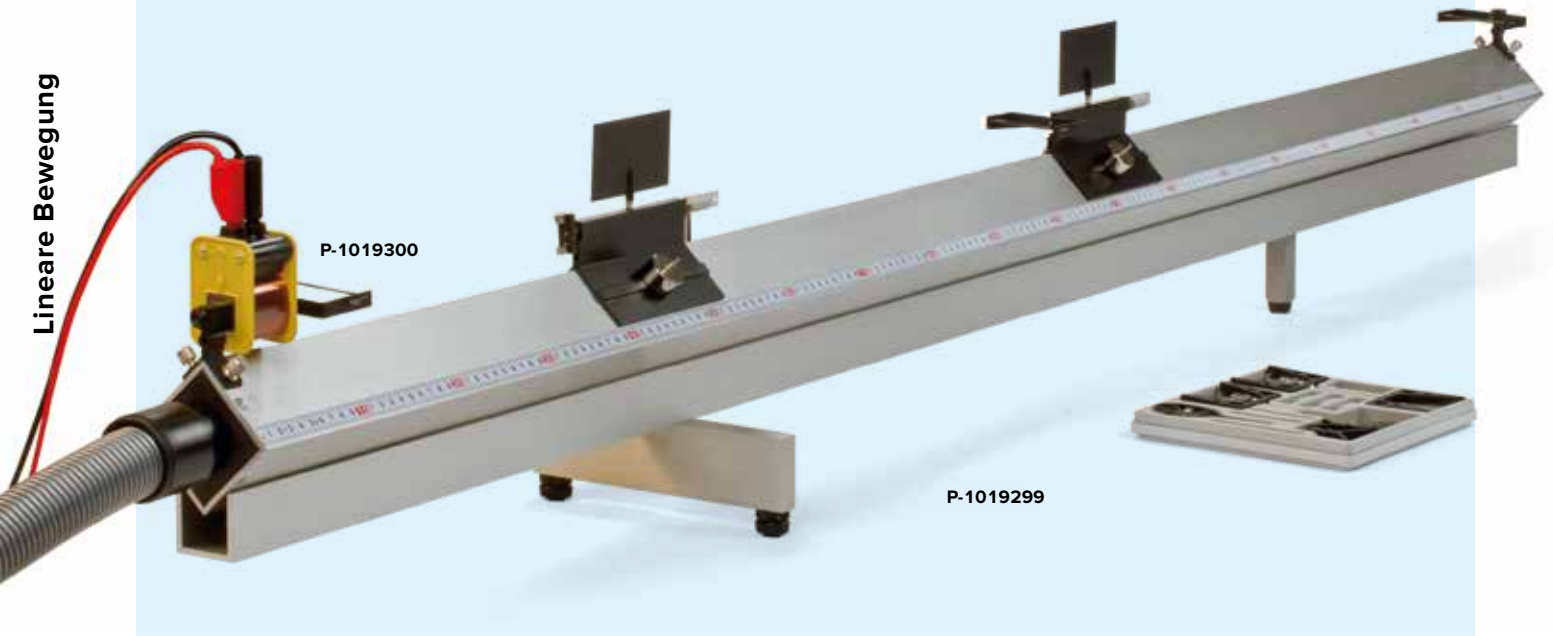
### P-1007112

P-1007112



**Themen:**

- Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen
- Newton'sche Bewegungsgleichungen
- Impuls- und Energieerhaltungssatz
- Elastische und inelastische Stöße
- Bewegungen auf der geneigten Luftkissenbahn

**Vorteile**

- **Kein Durchbiegen der Fahrbahn (Auflage auf stabilem U-Profil-Träger)**
- **Fahrbahnlänge 1,9 m**
- **Nahezu reibungsfreie Bewegung der Gleiter**

**Luftkissenfahrbahn**

Fahrbahn in Vierkantprofil mit 2 Gleitern zur Untersuchung reibungsfreier linearer Bewegungen. Ausführung auf stabilem U-Profil-Träger mit verstellbarer Dreipunktauflage zur waagerechten Ausrichtung. Die stirnseitig eingblasene Luft entweicht auf jeder Fahrbahnseite über kleine Luftaustrittsöffnungen, die in 2 Reihen entlang der Bahn angeordnet sind. Dadurch ist eine nahezu reibungsfreie Bewegung der Gleiter auf dem Dreieckprofil ohne Verkanten garantiert. Mit mm-Maßstab.

Material:	eloxiertes Aluminium
Gesamtlänge:	2,00 m
Arbeitsbereich:	1,90 m
Geradheit über gesamte Länge:	0,03 mm
Fahrbahnprofil:	Quadrat, 63x63 mm <sup>2</sup>
Fahrbahnwandstärke:	3 mm
Abstand der Luftaustrittslöcher:	20 mm
Trägerprofil:	U-Profil
Trägerbreite:	100 mm
Trägerhöhe:	50 mm
Trägerwandstärke:	5 mm

**Lieferumfang:**

- 1 Luftkissenbahn auf U-Profil mit Dreipunktauflage
- 2 Gleiter aus schwarz eloxiertem Aluminium mit 4-mm-Bohrungen zur Aufnahme von Unterbrecherfahnen und anderem Zubehör sowie seitlich angebrachten Stiften zur Aufnahme der Zusatzmassen, Masse: 170 g, Länge: 125 mm
- 4 Zusatzmassen 50 g
- 1 Unterbrecherfahne mit Stecker zur Unterbrechung von Lichtschranken, Masse: 10 g, Breite: 100 mm
- 2 Unterbrecherfahnen mit Stecker zur Unterbrechung von Lichtschranken, Masse: 5 g, Breite: 25 mm
- 3 Gabeln mit Stecker und Gummibändern zum Katapultieren von Gleitern sowie zur Untersuchung von elastischen Stößen, Masse: 10 g
- 3 Platten mit Stecker zur Untersuchung von elastischen Stößen, Masse: 10 g
- 1 Nadel mit Stecker zur Untersuchung von inelastischen Stößen, Masse: 10 g
- 1 Röhrchen mit Stecker, mit Plastilinfüllung zur Untersuchung von inelastischen Stößen, Masse: 10 g
- 1 Haken mit Stecker zur Aufnahme eines Fadens mit Beschleunigungsmassen, Masse: 10 g
- 1 Umlenkrolle für reibungsfreies Umlenken von Beschleunigungsmassen
- 1 Satz Schrauben und Werkzeug zur Montage der Luftkissenfahrbahn
- 1 Bedienungsanleitung in englischer Sprache

**P-1019299**

Zusätzlich erforderlich:

- P-1000606 Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)**  
oder  
**P-1000605 Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1019300 Elektromagnetische Abschussvorrichtung**  
**P-1019301 Schaltbox**  
**P-1019180 Satz Faden und Hakengewichte**



P-1000606  
P-1000605

### Luftstromerzeuger

Gebläse mit kontinuierlich einstellbarem Luftstrom. Einschließlich Schlauch.

Schlauchlänge: ca. 1,5 m  
Max. Leistungsaufnahme: 1100 W  
Abmessungen: ca. 300x180x170 mm<sup>3</sup>  
Masse: 4,4 kg

### Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)

P-1000606 .....

### Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)

P-1000605 .....

### Elektromagnetische Abschussvorrichtung

In Verbindung mit einer Gabel mit Gummiband aus dem Lieferumfang der Luftkissenfahrbahn erteilt die Abschussvorrichtung einem Gleiter einen gleichbleibenden, reproduzierbaren Anfangsimpuls abhängig von der Spannung des Gummibands. Bestehend aus einem Eisenkern, einer Magnetspule und einem Anker. Der Eisenkern wird am Endstück der Luftkissenfahrbahn montiert und dient als Halterung für die Spule. Der Gleiter wird über den Anker und die Gabel mit Gummiband mit der Spule verbunden. Wenn der Strom unterbrochen wird, überträgt das gespannte Gummiband die Energie auf den Gleiter. Als Schalter dient die Schaltbox (P-1019301).

Eisenkern: 20x20x51 mm<sup>3</sup>  
Spule: 400 Windungen  
Spannungsversorgung: 8 DC

P-1019300 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1019301 Schaltbox



P-1019301

### Schaltbox

Steuergerät, das in Verbindung mit der elektromagnetischen Abschussvorrichtung zur Unterbrechung der Stromversorgung dient und gleichzeitig ein Signal an einen angeschlossenen Zähler liefert. Spannungsversorgung: 8 V DC

P-1019301 .....



P-1019180

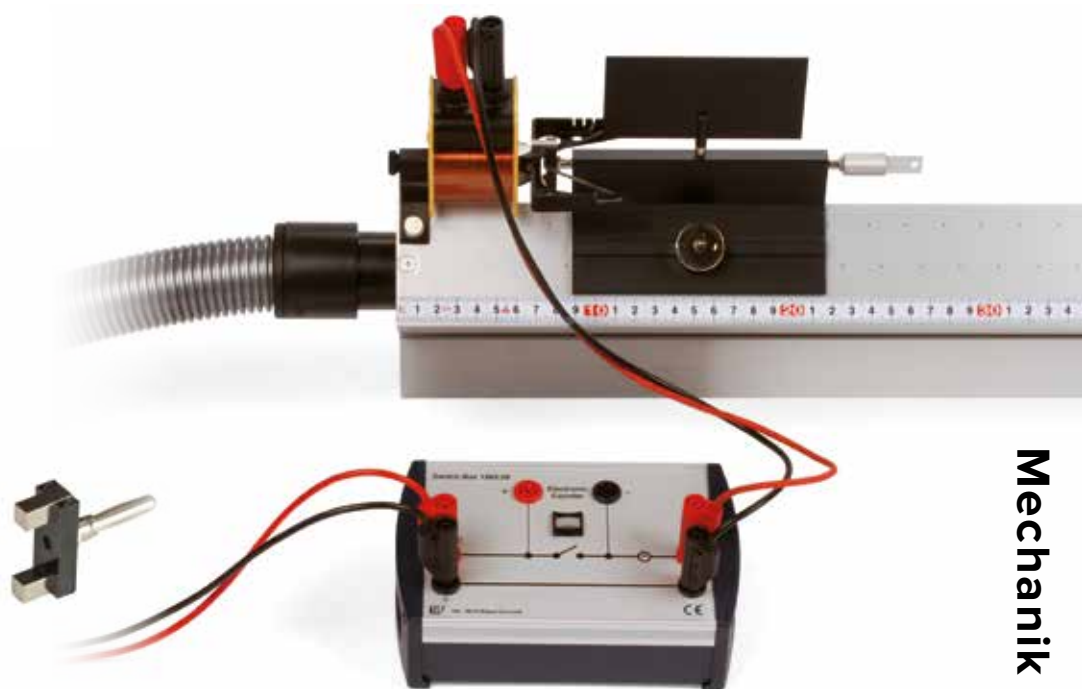
### Satz Faden und Hakengewichte

Satz Antriebsmassen und Faden zur Beschleunigung der Gleiter auf der Luftkissenbahn. Bestehend aus 3 S-Haken 1 g, 5 S-Haken 2 g und 1 Rolle Nähgarn.

P-1019180 .....



P-1019300





**Themen:**

- Newton'sche Bewegungsgleichungen
- Impuls- und Energieerhaltung
- Elastische und inelastische Stöße mit gleichen und unterschiedlichen Massen
- Harmonische Bewegungen und gekoppelte harmonische Bewegungen
- Bahnkurven
- Magnetische Abstoßung


**Vorteil**

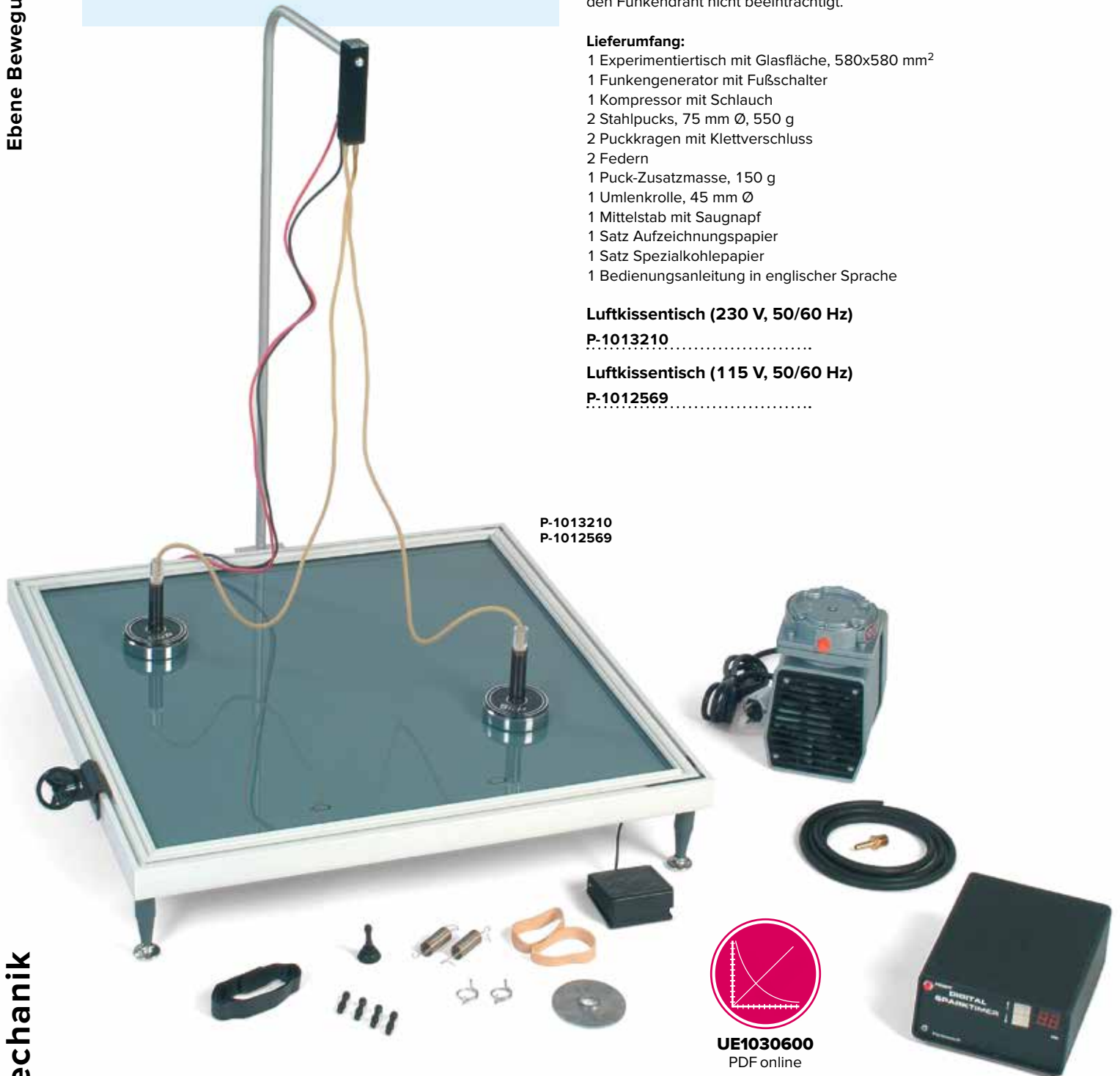
- Zahlreiche Experimente ohne weiteres Zubehör durchführbar

**Luftkissentisch**

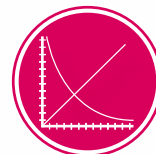
Der Luftkissentisch hat eine ebene Glasoberfläche, auf der Aufzeichnungs- und Kohlepapier aufliegen. Über flexible, leichte Schläuche wird komprimierte Luft zu den Pucks geleitet. Die Luft tritt an der Unterseite eines Pucks aus und lässt ihn über dem Aufzeichnungspapier schweben. Die Puckbewegung wird durch Funkenaufzeichnung markiert. In den Luftschläuchen befinden sich dünne Metallketten, die die Verbindung zum Funkengenerator herstellen. Der Funke springt von einem Kontakt in der Puckmitte über und hinterlässt eine Markierung auf dem Aufzeichnungspapier. Da die Pucks eine Masse von 550 g haben, wird ihre Bewegung durch die Schläuche und den anhängenden Funkendraht nicht beeinträchtigt.

**Lieferumfang:**

- 1 Experimentiertisch mit Glasfläche, 580x580 mm<sup>2</sup>
- 1 Funkengenerator mit Fußschalter
- 1 Kompressor mit Schlauch
- 2 Stahlpucks, 75 mm Ø, 550 g
- 2 Puckkragen mit Klettverschluss
- 2 Federn
- 1 Puck-Zusatzmasse, 150 g
- 1 Umlenkrolle, 45 mm Ø
- 1 Mittelstab mit Saugnapf
- 1 Satz Aufzeichnungspapier
- 1 Satz Spezialkohlepapier
- 1 Bedienungsanleitung in englischer Sprache

**Luftkissentisch (230 V, 50/60 Hz)****P-1013210****Luftkissentisch (115 V, 50/60 Hz)****P-1012569**

P-1013210  
P-1012569



**UE1030600**  
PDF online

**Acrylpuck**

Acrylpuck für Luftkissentisch als zusätzlicher, sehr leichter Puck zur Darstellung des Zusammenstoßes sehr ungleicher Massen. Ein Stahlpuck wird nach einem Stoß mit einem Acrylpuck kaum ausgelenkt.

Durchmesser: 75 mm  
Masse: 90 g

**P-1003362** .....

**Aluminiumpuck**

Aluminiumpuck für Luftkissentisch als zusätzlicher, leichter Puck zur Darstellung des Zusammenstoßes ungleicher Massen.

Durchmesser: 75 mm  
Masse: 210 g

**P-1003363** .....

**Paar Magnetpucks**

Ein Paar Pucks mit sehr starken Magneten, die so angeordnet sind, dass die Pucks sich gegenseitig abstoßen. Zur Durchführung berührungsloser Stöße auf dem Luftkissentisch.

**P-1003364** .....

**Puckführung**

Lange Acrylstange mit innen liegender Feder, die zwischen die Innenkanten des Luftkissentischs geklemmt werden kann. Zur Führung der Pucks bei der Aufzeichnung von harmonischen Schwingungen.

Länge: 590 mm

**P-1003359** .....



P-1003362

P-1003363



P-1003364



P-1003359

**Satz Aufzeichnungspapier**

100 Blatt Druckerpapier zur Aufzeichnung von Bahnkurven auf dem Luftkissentisch.

Abmessungen: 510x580 mm<sup>2</sup>

**P-1003361** .....

Zusätzlich erforderlich:

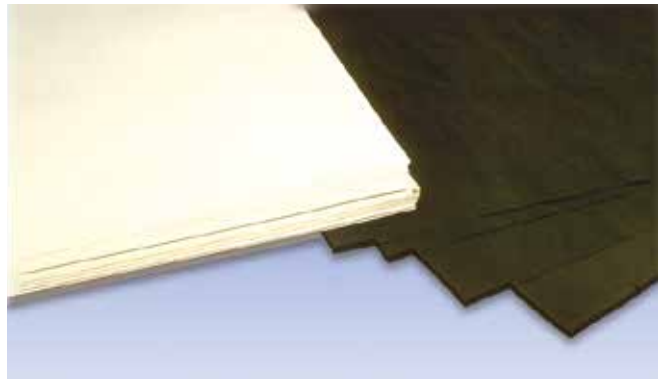
**P-1003366 Satz Spezialkohlepapier**

**Satz Spezialkohlepapier**

10 Blatt Kohlepapier.

Abmessungen: 550x550 mm<sup>2</sup>

**P-1003366** .....



P-1003361

P-1003366

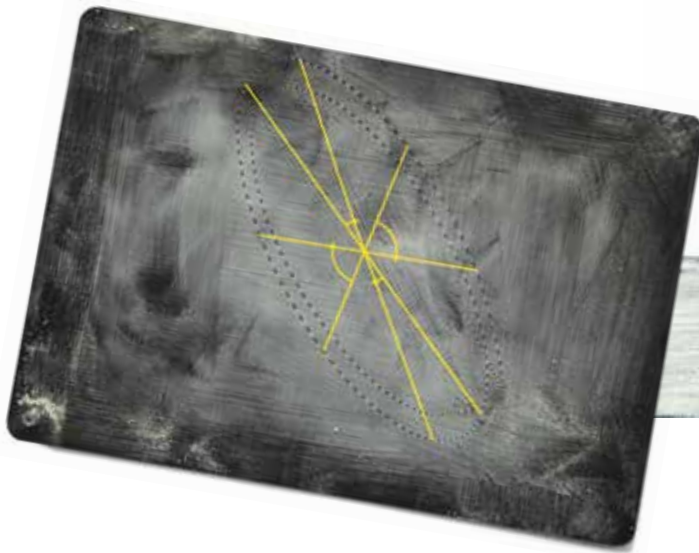


Dokumentieren Sie Ihre Versuche mit dem Luftkissentisch anschaulich mit den Papiersätzen P-1003361 und P-1003366.

Zum Beispiel:  
Elastischer Stoß



Zum Beispiel:  
Messung der Fallbeschleunigung



## Registrierung ebener Bewegungen nach dem Staubmarkenverfahren

Eine Schreibelektrode wird gleitend auf einer ebenen, isolierten Gegenelektrode, der Spurenplatte, geführt, die gleichmäßig mit Schwefelstaub bedeckt ist. Unter dem Einfluss der an den Elektroden anliegenden Wechselspannung wird der Schwefelstaub je nach Polarität von

der Schreibelektrode elektrostatisch angezogen oder abgestoßen. So wird eine Spur aus Marken mit konstantem Zeitabstand auf der Spurenplatte gezeichnet, deren räumlicher Abstand von der Geschwindigkeit der Schreibelektrode abhängt.

### Paar elastische Kugeln mit Schreibelektrode

Paar Kugeln gleicher Masse mit gleitend geführter Schreibelektrode für Experimente zum elastischen Stoß, die nach dem Staubmarkenverfahren aufgezeichnet werden. Aus rotem Kunststoff, mit metallischer Kugelkette.

Durchmesser: je 70 mm  
Masse: je 300 g

**P-1000779**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000739 Gerätesatz zur Staubmarkenregistrierung**



P-1000779

### Pendel mit Schreibelektrode

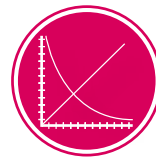
Zylindrischer Pendelkörper mit gleitend geführter Schreibelektrode für Experimente zum Nachweis des Kepler'schen Flächensatzes der Zentralkraft, die nach dem Staubmarkenverfahren aufgezeichnet werden. Aus Stahl, mit metallischer Kugelkette.

Abmessungen: 60 mm x 40 mm Ø  
Masse: 500 g

**P-1000780**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000739 Gerätesatz zur Staubmarkenregistrierung**



**UE1030700**  
PDF online

P-1000780



### Gerätesatz zur Staubmarkenregistrierung

Gerätesatz bestehend aus einer isolierten Spurenplatte mit 4-mm-Anschlussbuchse, einem Taktgeber und Transformator mit zwei sekundärseitigen 4-mm-Steckern, 35 g Schwefelpulver und einem flachen Pinsel.

Transformator: Sicherheitstrenntrafo, kurzschlussfest  
Ausgangsspannung: 115 V – 230 V, berührungsfähig  
Schutzwiderstand: 1 MΩ  
Abmessungen der Spurenplatte: 390x270 mm<sup>2</sup>

**P-1000739**



P-1000739

## Vorteile

- Einfach aufzubauen
- Präzise Zeitmessungen ohne systematische Fehler
- Fallhöhe millimetergenau einstellbar
- Kein Suchen nach heruntergefallenen Kugeln

### Freier-Fall-Gerät

Gerät zur Messung der Fallzeit einer Kugel in Abhängigkeit der Fallhöhe in Verbindung mit einem Digitalzähler. Besonders einfach aufzubauen und zu bedienen und dennoch präzise. Inklusive 3 Stahlkugeln. Ein Mikromagnet hält die Kugel in Startposition. Drei Kontaktstifte unter der Auslösevorrichtung gewährleisten eine reproduzierbare Startposition der Kugel und bilden mit der Kugeloberfläche einen öffnenden Schalter zum Start der Zeitmessung. Beim Aufprall der Kugel auf die Auffangplatte wird die Zeitmessung gestoppt. Dabei ist sichergestellt, dass die Kugel auf der Auffangplatte liegen bleibt. Die Fallhöhe lässt sich an einer Skala auf der Säule millimetergenau einstellen.

Fallhöhenkala	20 – 960 mm
Skalenteilung:	10 mm
Skalengenauigkeit:	0,2 mm
Kugel:	Stahl, 16 mm Ø
Abmessungen:	ca. 200x130x1000 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 1,6 kg

#### P-1000738

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012832 Millisekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)**  
oder

**P-1012833 Millisekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002848 Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel**  
zum Freier-Fall-Gerät

### Satz 3 Stahlkugeln

Ersatzstahlkugeln für Freier-Fall-Gerät (P-1000738), Wurfgerät S (P-1000740) und Kugelpendel (P-1017332).

Durchmesser: 16 mm

#### P-4003748



P-4003748

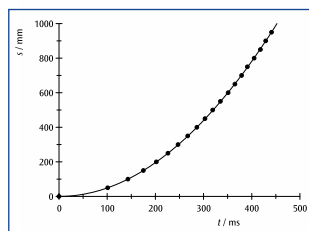
### Lichtschrankenhalter

Halter zur Verwendung der Lichtschranke (P-1000563) mit dem Freier-Fall-Gerät (P-1000738).

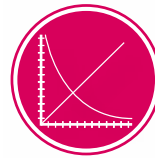
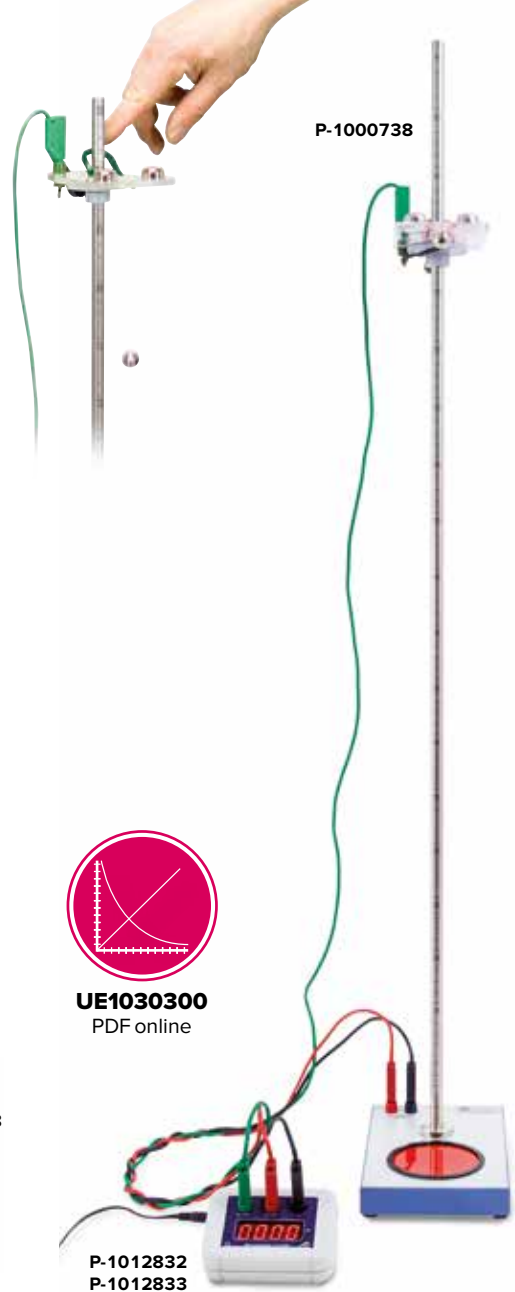
#### P-1018448



P-1018448



Weg-Zeit-Diagramm des Freien Falls



UE1030300  
PDF online

P-1012832  
P-1012833

### Fallrohr

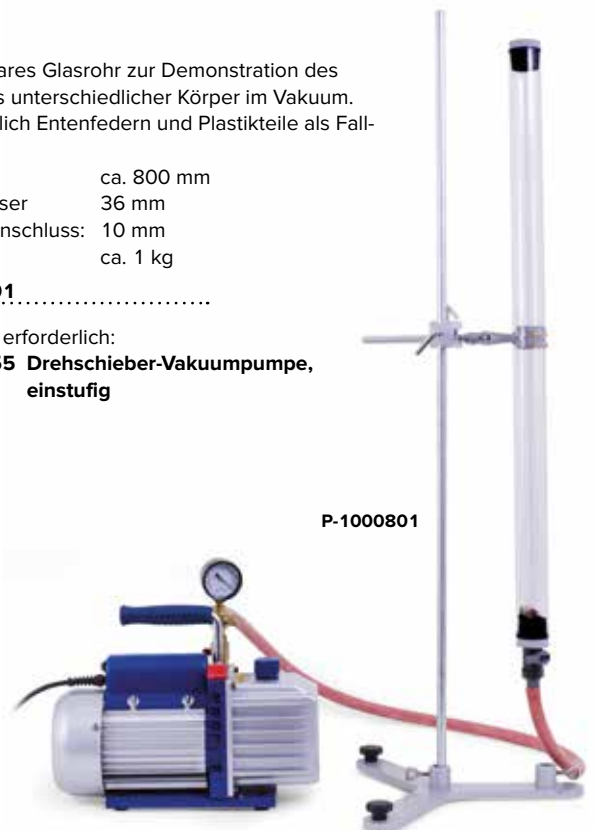
Evakuierbares Glasrohr zur Demonstration des freien Falls unterschiedlicher Körper im Vakuum. Einschließlich Entenfedern und Plastikteile als Fallkörper.

Länge:	ca. 800 mm
Durchmesser	36 mm
Schlauchanschluss:	10 mm
Masse.	ca. 1 kg

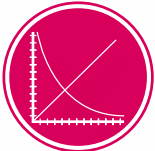
#### P-1000801

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012855 Drehschieber-Vakuumpumpe,**  
einstufig



P-1000801



**UE1030400**  
PDF online



### Vorteile

- Drei reproduzierbare Abwurfgeschwindigkeiten
- Stufenlos einstellbarer Abwurfwinkel
- Konstante Abwurfhöhe unabhängig vom eingestellten Winkel
- Rotationsfreier Abwurf der Kugel

### Wurfgerät

Experimentiergerät zur quantitativen Untersuchung der Gesetze des senkrechten schiefen und waagerechtenwurfes sowie zur Aufnahme von Wurfparabeln in Abhängigkeit des Abwurfwinkels und der Wurfweite. Drei verschiedene, reproduzierbare Abwurfgeschwindigkeit, stufenlos einstellbarer Abwurfwinkel, konstante Abwurfhöhe bei unterschiedlichen Abwurfwinkeln, da Drehpunkt des Wurfgerätes und Abwurfpunkt zusammenfallen sowie quasi rotationsfreier Abschluss der Kugel. Die gekapselte Bauweise und die Verwendung von Kunststoffkugeln gewährleistet sicheres Experimentieren. Das Wurfgerät wird mittels des Halters (P-1002655) an einer Tischplatte befestigt oder in Verbindung mit dem Ballistischen Pendel (P-1002656) verwendet.

Abwurfwinkel: 0° – 90°  
 Wurfweiten  
 (Abwurfwinkel 45°): 1,1 m, 2,3 m und 4,5 m  
 Standardabweichung der Wurfweite: < 1%  
 Kugeldurchmesser: 25 mm  
 Kugelmasse: 7 g  
 Abmessungen: ca. 205x65x60 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 480 g

### Lieferumfang:

- 1 Wurfgerät
- 3 Kunststoffkugeln
- 1 Ladestock
- 1 Flügelschraube M8x20

### P-1002654

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1002655 Halter für Wurfgerät**  
 oder  
**P-1002656 Ballistisches Pendel**  
**Schutzbrille(n)**

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1002657 Lichtschrankenhalter zum Wurfgerät**  
**P-1000563 Lichtschranke**

### Themen:

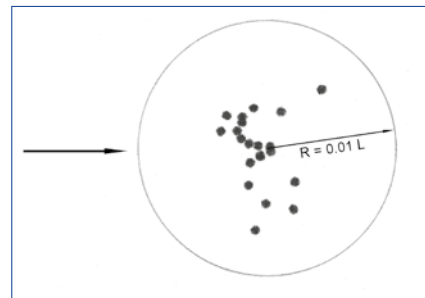
- Senkrechter, schiefer und horizontaler Wurf
- Aufnahme von Wurfparabeln beim Schiefen Wurf
- Bestimmung von Wurfweite und Wurfhöhe in Abhängigkeit des Abwurfwinkels
- Bestimmung der Abwurfgeschwindigkeit aus Wurfweite und Wurfhöhe
- Bestimmung der Abwurfgeschwindigkeit mit einem Ballistischen Pendel
- Elastischer und inelastischer Stoß

### Halter für Wurfgerät

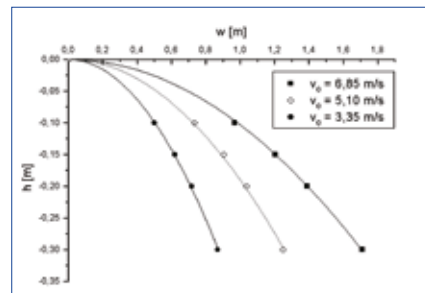
Tischklemme für das Wurfgerät (P-1002654) aus eloxiertem Aluminium.

Spannweite: 10 – 65 mm  
 Abmessungen: ca. 150x70x80 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 710 g

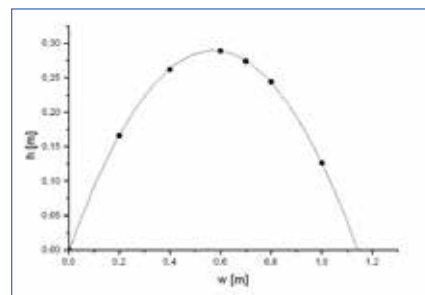
### P-1002655



Typisches Messergebnis bei 20 Würfen.  
 L = Wurfweite.



Horizontaler Wurf:  
 Wurfhöhe in Abhängigkeit der Wurfweite



Schiefer Wurf: Wurfhöhe in Abhängigkeit der Wurfweite (Abschuss: 45°)

### Ballistisches Pendel

Zubehör zum Wurfgerät (P-1002654) für Experimente zum elastischen und inelastischen Stoß sowie als Halter zur Durchführung von Wurfexperimenten. Die aus Wurfexperimenten und Pendelexperimenten ermittelten Kugelgeschwindigkeiten stimmen auf etwa  $\pm 3\%$  überein. Mittels Zusatzmassen können unterschiedliche Pendelausschläge bei konstanter Kugelgeschwindigkeit untersucht werden. Für die Durchführung von Experimenten zum horizontalen Wurf wird das Wurfgerät in 5 verschiedenen Abschusshöhen 5, 10, 15, 20 und 30 cm an der Rückseite des ballistischen Pendels befestigt.

Pendelhöhe: 370 mm  
 Zusatzmassen: je 17,5 g  
 Grundplatte: 130x130 mm<sup>2</sup>  
 Spannweite  
 der Tischklemme: 10 – 65 mm  
 Masse: 2,1 kg

#### Lieferumfang:

1 Ballistisches Pendel inkl. Tischklemme  
 2 Zusatzmassen

#### P-1002656

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002654 Wurfgerät**



Vertikaler und horizontaler Wurf



#### Lichtschrankenhalter zum Wurfgerät

Halter zur Befestigung der Lichtschranke (P-1000563) am Ausgang des Wurfgeräts (P-1002654).

#### P-1002657

#### Satz 3 Stahlkugeln

Ersatzstahlkugeln für Freier-Fall-Gerät (P-1000738), Wurfgerät S (P-1000740) und Kugelpendel (P-1017332).

Durchmesser: 16 mm

#### P-4003748

### Wurfgerät S

Experimentiergerät zur Untersuchung des senkrechten, schrägen und waagerechtenwurfes sowie zur Demonstration der unabhängigen Überlagerung von horizontaler und vertikaler Bewegung. Drei verschiedene Abwurfgeschwindigkeiten; stufenlos einstellbarer Abwurfwinkel, ablesbar an einer Winkelskala über einen Faden mit Lot. Die Kugel ist bis zum Abschuss magnetisch am Abschusspunkt fixiert, daher ist die Abwurfhöhe unabhängig vom Abwurfwinkel. Beim Abschuss einer Kugel kann zeitgleich an der Rückseite des Schussbolzens eine zweite Kugel im freien Fall ausgelöst werden, die auch zeitgleich zu der waagerechten abgeschossenen Kugel aufschlägt.

Abwurfwinkel: 0° – 90°  
 Maximale Wurfweite: 4 m  
 Kugeldurchmesser: 16 mm  
 Kugelmasse: 17 g  
 Abmessungen : ca. 280x90x90 mm<sup>3</sup>  
 Gesamtmasse: ca. 950 g

#### P-1000740

Zusätzlich erforderlich:

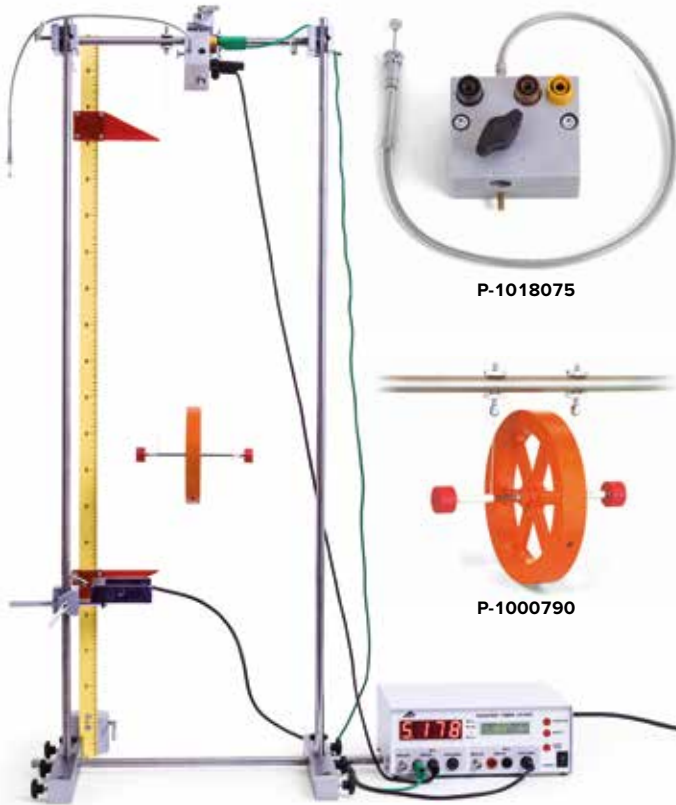
**P-1002934 Stativstangen, 470 mm (2x)**

**P-1002832 Tischklemmen (2x)**

**Schutzbrille**



Mechanik



Messung der Fallzeit

**Auslösevorrichtung für Maxwell'sches Rad**

Mechanische Startvorrichtung zum Auslösen eines definierten Starts des Maxwell'sches Rades. Mit 4-mm-Buchsen zum Anschluss an den Starteingang eines Digitalzählers. Auslösung durch Bowdenzug.

Bohrung für Stativstange: 10 mm Ø  
 Abmessungen: ca. 60x50x50 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 260 g

**P-1018075** .....

**Maxwell'sches Rad**

Speichenrad mit großem Trägheitsmoment zur Demonstration der Energieerhaltung bei der Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt. Mit Haltestange und verstellbarer Aufhängung. Die Drehachse wird durch zwei Schnüre, die ihrerseits an einer Haltestange hängen, in der Horizontalen gehalten und zur Aufwärtsbewegung gezwungen, wenn die beiden Schnüre aufgewickelt werden. Lässt man die aufgewickelte Anordnung los, nimmt das Speichenrad bei seiner Abwärtsbewegung kinetische Energie auf, die sich vor allem durch immer schneller werdende Rotation bemerkbar macht. Zwei Blenden auf den Achsenenden verhindern ein Ausbrechen des Rades. Im Tiefpunkt wickeln sich die beiden vollständig abgewickelten Schnüre wieder auf und zwingen das Speichenrad zur Aufwärtsbewegung unter Abgabe seiner kinetischen Energie. Zur Messung der Trägheitskraft bei Beschleunigung wird der Aufbau einschließlich Stativ auf eine Waage gestellt.

Trägheitsmoment: ca. 10 kg cm<sup>2</sup>  
 Raddurchmesser: ca. 130 mm  
 Radmasse: ca. 370 g  
 Haltestange: 370 mm x 12 mm Ø

**P-1000790** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1002936 Stativstange 1000 mm (2x)**
- P-1018874 Stativfuß, H-Form**
- P-1002830 Universalnuffe (4x)**
- P-1012848 Stativstange 280 mm**
- P-1018075 Auslösevorrichtung für Maxwell'sches Rad**
- P-1000563 Lichtschranke (2x)**
- P-1003123 Digitalzähler mit Schnittstelle (230 V, 50/60 Hz) oder**
- P-1003122 Digitalzähler mit Schnittstelle (115 V, 50/60 Hz)**

**Atwood'sche Fallmaschine**

Aufbau zur Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen, Demonstration des zweiten Newton'schen Axioms und Bestimmung der Fallbeschleunigung g. Inklusive Aluminiumstativ zur Befestigung an der Wand. Über eine drehbare Scheibe läuft ein Seil mit beidseitig angehängten Massen. Die Anordnung erfährt eine langsam ablaufende beschleunigte Bewegung, wenn die angehängten Massen geringfügig differieren. Diese Bewegung wird durch Zug an einem Seil ausgelöst und mit einer verschiebbaren Gewichtsplattform angehalten. Zur Beobachtung der Drehbewegung ist die Drehscheibe in 20 Winkelsegmente aufgeteilt. Sie kann zur Messung ihres Trägheitsmoments leicht demontiert werden.

Drehachse: kugelgelagert  
 Scheibendurchmesser: 152 mm  
 Scheibendicke: 10 mm  
 Massestücke: je 150 g  
 Zusatzmassen: je 1 x 5 g, 2 x 2 g, 1 x 1 g

**P-1003367** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003369 Mechanische Stoppuhr, 15 min**



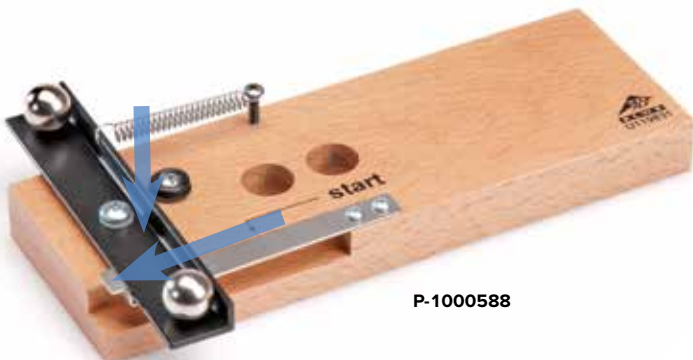
**P-1003367**

**Freier Fall und Horizontaler Wurf**

Gerät zur Demonstration der ungestörten Überlagerung von horizontaler und vertikaler Bewegung. Auf einer Holzplatte befindet sich die Abwurfschiene, die mit einer Zugfeder gespannt wird. Als Probekörper dienen zwei Stahlkugeln. Nach dem Auslösen fällt die eine Kugel senkrecht und die zweite wird gleichzeitig horizontal geworfen. Beide Kugeln treffen zur gleichen Zeit auf dem Boden auf. Zwei Bohrungen in der Grundplatte dienen zur Aufbewahrung der Kugeln.

Kugeldurchmesser: 15 mm  
 Abmessungen: ca. 200x120x30 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 230 g

**P-1000588** .....

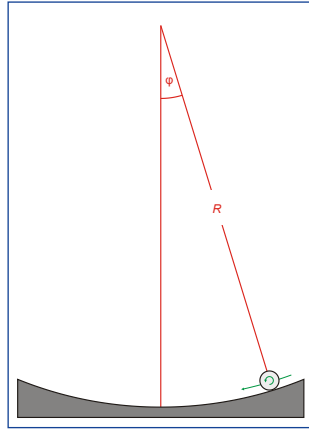


**P-1000588**

### Kugelpendel

Konkaver Acrylglaskörper mit sphärischer Krümmung. Eine rollende Kugel schwingt darin um ihre Ruhelage wie ein mathematisches Pendel. Der Krümmungsradius entspricht der Pendellänge. Inklusive 3 Stahlkugeln.  
 Kugeldurchmesser: 16 mm  
 Krümmungsradius: 200 mm  
 Durchmesser: 140 mm

**P-1017332**



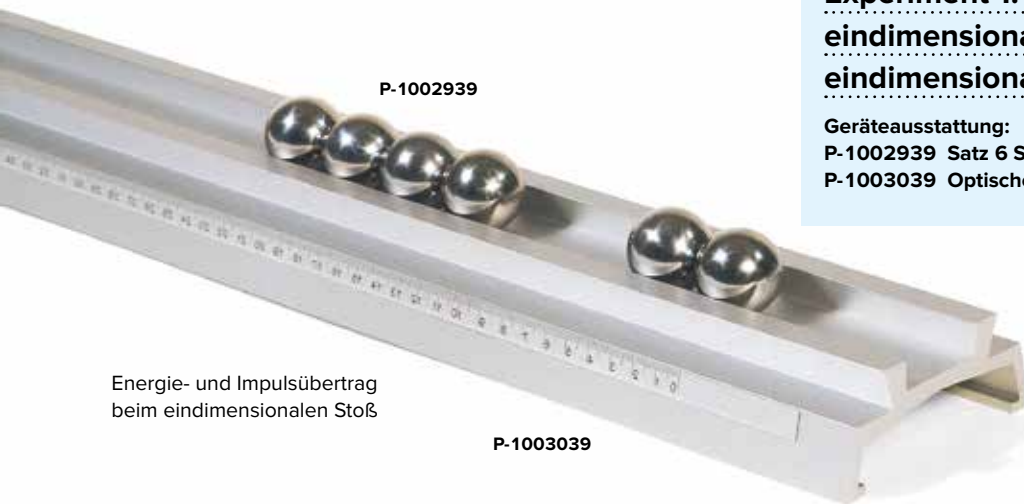
P-1017332

### Satz 6 Stahlkugeln

Kugellagerkugeln aus gehärtetem und poliertem Stahl. In Verbindung mit einer Laufschiene geeignet für Experimente zum elastischen Stoß, in Verbindung mit Uhrgläsern zur Demonstration verschiedener Gleichgewichtszustände. Ohne Schiene.

Durchmesser: je 30 mm  
 Masse: je 130 g

**P-1002939**



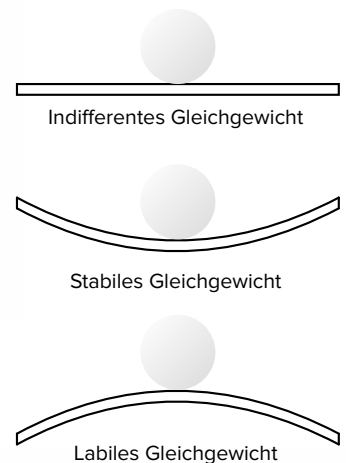
P-1002939

Energie- und Impulsübertrag beim eindimensionalen Stoß

P-1003039

### Experiment 1: Untersuchung eindimensionaler Bewegungen oder eindimensionaler Stöße

Geräteausstattung:  
 P-1002939 Satz 6 Stahlkugeln  
 P-1003039 Optische Bank U, 1200 mm

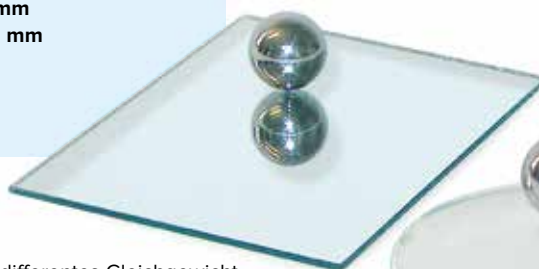


### Experiment 2: Stabiles, indifferentes und labiles Gleichgewicht

Geräteausstattung:  
 P-1002939 Satz 6 Stahlkugeln  
 P-1002868 Satz 10 Uhrglasschalen, 80 mm  
 P-1002869 Satz 10 Uhrglasschalen, 125 mm  
 P-1003190 Planspiegel

P-1003190

Indifferentes Gleichgewicht



P-1002868

Stabiles Gleichgewicht



P-1002869

Labiles Gleichgewicht





**Themen:**

- Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Drehbewegungen
- Newton'sche Bewegungsgleichungen bei Drehbewegungen
- Trägheitsmoment und Drehmoment
- Experimentelle Bestimmung des Trägheitsmoments
- Harmonische Drehschwingungen

**Luftgelagertes Drehsystem**

Gerätesystem zur Untersuchung reibungsfreier Drehbewegungen. Eine kleine Drehscheibe mit Winkelskala trägt eine Querstange zur Halterung von Massen. Die Drehscheibe lagert auf einem Luftpolster, wobei die Drehachse durch eine Zentrierung vorgegeben ist. Über eine Umlenkrolle und eine Stufenrolle wird mit einer Schnur das Gewicht der eingehakten Antriebsmasse übertragen. Die sehr langsamen Drehbewegungen können mit einer Stoppuhr von Hand gemessen werden. Alternativ ist der Einsatz eines Digitalzählers möglich, der durch die mitgelieferte Auslösvorrichtung gestartet und bei Nulldurchgang durch das Signal eines Laserreflexsensors gestoppt wird.

Winkelskala:	0 – 360°
Skalenteilung:	1°
Länge der Hantelstange:	ca. 440 mm
Radien des Lochrasters:	30 – 210 mm
Schrittweite des Lochrasters:	20 mm
Radien der Stufenrolle:	5,0 mm / 10,0 mm / 15,0 mm
Trägheitsmoment der Drehscheibe mit Hantelstange:	ca. 0,16 g m <sup>2</sup>
Maximales Trägheitsmoment:	ca. 7,1 g m <sup>2</sup>

Minimales Antriebsdrehmoment: ca. 0,05 mN m

Maximales Antriebsdrehmoment: ca. 0,60 mN m

**Lieferumfang:**

- 1 Drehlageeinheit
- 1 Drehscheibe mit Hantelstange
- 1 Stufenrolle
- 1 Auslösvorrichtung
- 2 S-Haken 1,00 g
- 1 S-Haken 2,00 g
- 1 Satz Massestücke (2x 12,5 g, 2x 25 g, 2x 50 g)
- 1 Kompressor mit Netzanschluss
- 1 Silikonschlauch mit Bypass (nicht abgebildet)
- 1 Umlenkrolle
- 1 Stativrohr mit 3 Arretierschrauben und 2 Nivellierschrauben
- 1 Stativrohr mit 2 Arretierschrauben
- 1 Stativstange, 250 mm
- 1 Nivellierscheibe
- 1 Rolle Nähgarn

**Luftgelagertes Drehsystem (230 V, 50/60 Hz)****P-1000782****Luftgelagertes Drehsystem (115 V, 50/60 Hz)****P-1000781**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1001034 Laserreflexsensor****P-1001033 Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001032 Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)****P-1000783 Ergänzungssatz zum Luftgelagerten Drehsystem****Ergänzungssatz zum Luftgelagerten Drehsystem**

Ergänzungssatz zum Luftgelagerten Drehsystem (P-1000782 / P-1000781) zur Untersuchung von reibungsfreien Drehschwingungen und zur Untersuchung von reibungsfreien Drehbewegungen mit einer großen Drehscheibe. Auf der Unterseite der großen Drehscheibe befindet sich ein Winkelraster, das sich zur Abtastung mit dem Laserreflexsensor (P-1001034) eignet, wenn die Drehbewegung mit einem Interface aufgezeichnet werden soll.

Typische Schwingungsdauern: ca. 20 s bis ca. 2 min

Trägheitsmoment der großen Drehscheibe: ca. 2,2 g m<sup>2</sup>

**Lieferumfang:**

- 1 große Drehscheibe mit Winkelskala, 350 mm
- 1 Stativgalgen
- 1 Kreuzmuffe
- 1 Satz Kopplungsfedern mit Magnet (1 N, 2 N, 5 N)

**P-1000783**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1001034 Laserreflexsensor** und**P-1001033 Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)** oder**P-1001032 Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)** oder**P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)** oder**P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)**

Messung der Schwingungsdauer und Bestimmung des Trägheitsmoments

### Watt'sches Pendel

Symmetrisches Doppelpendel auf einer Drehachse zur Demonstration der Zentrifugalkraft. Die Pendel werden in Ruhelage durch eine Feder zusammengehalten. Bei Rotation werden sie in Abhängigkeit von der Drehzahl auf der Achse angehoben. Dies kann im Prinzip zur Drehzahlregelung einer Dampfmaschine genutzt werden.

Höhe: 250 mm  
 Maximaler Durchmesser: 350 mm  
 Achsendurchmesser: 10 mm

#### P-1009695

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002663 Experimentiermotor mit Getriebe**

**P-1002832 Tischklemme**

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

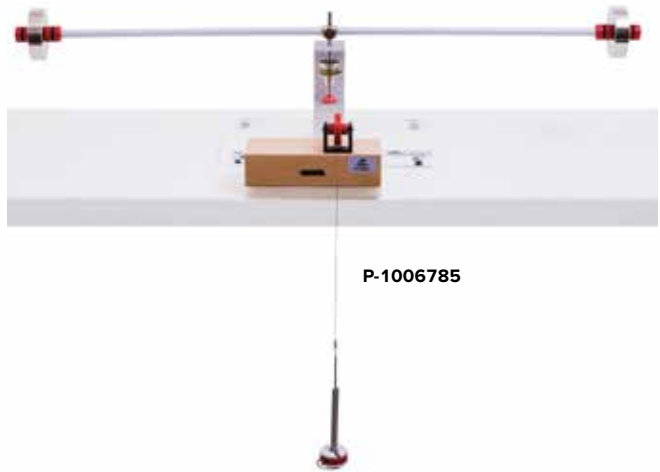
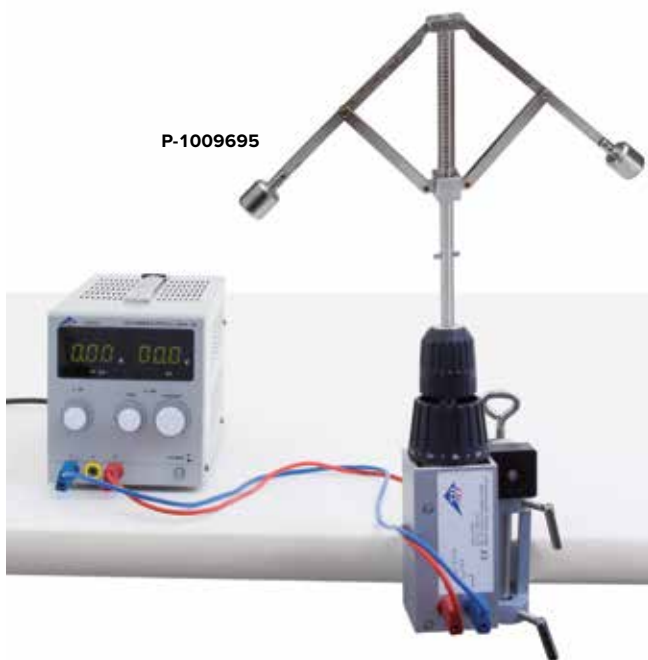
**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003331 Digital-Stroboskop (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003330 Digital-Stroboskop (115 V, 50/60 Hz)**



P-1006785

### Rotationsgerät

Rotationsgerät zur Bestimmung der Winkelbeschleunigung in Abhängigkeit des Drehmoments und zur Bestimmung des Trägheitsmoments in Abhängigkeit des Abstandes von der Drehachse und der Masse. Eine senkrechte, achatgelagerte Drehachse trägt eine Querstange zur Halterung von Massen. Über eine Umlenkrolle und die auf der Achse befindliche Stufenscheibe wird die Gewichtskraft der Antriebsmasse mit einer aufgewickelten Schnur übertragen.

Länge der Querstange: 600 mm  
 Radien der Stufenscheibe: 4,5 mm / 9,0 mm  
 Antriebsmasse: 10 g/ 20 g/ 30 g/ 40 g/ 50g  
 Trägheitsmasse: 100 g/ 200g/ 300g  
 Abmessungen der Grundplatte: ca. 200x140 mm<sup>2</sup>  
 Gesamtmasse: ca. 1,3 kg

#### Lieferumfang:

1 Grundgerät	2 Schlitzgewichte 10 g
2 100 g-Scheiben	1 Schlitzgewicht 20 g
2 200 g-Scheiben	1 Umlenkrolle
1 Hänger für Schlitzgewichte 10 g	1 Rolle Schnur

#### P-1006785

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003331 Digital-Stroboskop (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003330 Digital-Stroboskop (115 V, 50/60 Hz)**

### Experimentiermotor mit Getriebe

Universell einsetzbarer Experimentiermotor für Experimente zu Drehbewegungen z.B. mit dem Watt'schen Pendel (P-1009695). In Verbindung mit der im Lieferumfang enthaltenen Handkurbel als Generator einsetzbar. Robuster links- und rechtsdrehender Gleichstrommotor mit Planetengetriebe und Schnellspannfutter in stabilem Gehäuse aus eloxiertem Aluminium mit abnehm- und verstellbarer Stativstange aus Edelstahl. Zusätzlich montierbar auf Halter für Wurfgerät (P-1002655). Drehzahlregelung über Versorgungsspannung, einstellbares Drehmoment. Einschließlich 3-stufiger Riemenscheibe mit Schnurrillen auf Haltestiel.

Leerlaufdrehzahl: ca. 480 U/min bei 12 V  
 Drehzahlregelung: ca. 40 U/min pro V  
 Spannungsbereich Bohrfutter: 0,8 bis 10 mm  
 Stativstange: 12 mm Ø  
 Riemenscheibe: 10 mm Ø, 20 mm Ø, 40 mm Ø  
 Haltestiel: 10 mm Ø  
 Rundschnurring: Ø 130 mm x 4 mm  
 Nennspannung: 12 V DC, 5 A  
 Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: 210x95x60 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 1,2 kg

#### P-1002663



P-1002663

#### Lieferumfang:

Experimentiermotor	Handkurbel
Stativstange mit Rändelschraube	Riemenscheibe
	Rundschnurring

Zusätzlich erforderlich:

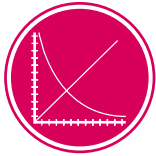
**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

**Themen:**

- Trägheitsmoment der Kreisscheibe
- Drehmoment
- Drehimpuls
- Präzession
- Nutation



**UE1040500**  
PDF online

**P-1000695**

**Gyroskop**

Hochwertiges, präzise gearbeitetes Gyroskop sowohl zur Demonstration als auch zur quantitativen Erarbeitung der Kreiselgesetze im Praktikumsversuch. Experimentiergerät mit einer auf einem Stativstab kipp- und drehbar gelagerten Achse, auf die eine doppelt kugellagerte Kreisscheibe aufgesetzt ist. Auf der Gegenseite der Drehachse befindet sich eine verschiebbare Gegenmasse zur Herstellung des Gleichgewichts, wobei die Feinjustierung über eine Stellschraube am Ende der Achse erfolgt. Zur Erzeugung von äußeren Drehmomenten steht eine Zusatzmasse zur Verfügung, die ebenfalls auf die Achse geschoben werden kann. Der Neigungswinkel der Achse wird an einer gut ablesbaren Skala angezeigt. Eine Libelle ermöglicht die waagrechte Ausrichtung des Gyroskops. Die Kreisscheibe kann von Hand oder mittels einer Schnur in Rotation versetzt werden, wobei das Doppelkugellager eine nahezu reibungsfreie, lange Rotationsdauer gewährleistet. Dabei erlaubt die offene Bauweise des Gyroskops eine sehr gute Beobachtung der Kreiselphänomene.

Skala:	-40° – + 40°	Gegenmasse:	1400 g
Skalenteilung:	1°	Zusatzmasse:	50 g
Kreisscheibe:	250 mm Ø	Gesamtmasse:	4650 g
Masse der Scheibe:	1500 g		

**P-1000695**

**P-1000698**

**Zubehör Gyroskop**

Zubehörsatz zum Gyroskop (P-1000695) bestehend aus Kreisscheibe und Gegenmasse. Zur Demonstration der Aufhebung der Kreiselphänomene bei zwei entgegengesetzt rotierenden Scheiben mit gleicher Drehzahl.

**P-1000698****Fahrradkreisel**

Speichenrad mit massenbelegter Felge zur Demonstration der Drehimpulserhaltung. Einfache Handhabung durch kleinen Raddurchmesser und einfache Aufhängungsmöglichkeit.

Durchmesser: 500 mm

**P-1003489**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003490 Drehplattform**

**P-1001055 Experimentierschnur**



**P-1003489**



**P-1003490**

**Gyroskop S**

Gyroskop mit flachem, dynamisch gewuchertem Metallrotor. Im einem Gestell mit kardanischer Aufhängung bestens zur Untersuchung von Kreiselstabilität, Präzession und Nutation geeignet. Mitgeliefert wird auch ein Pendelgestell, das eine Untersuchung des Roll- oder Kippmoments ermöglicht. Lieferung mit Kardanscheiben aus Kunststoff, kardanischem Gestell, Pendelgestell und Antriebsschnur.

Abmessungen: ca. 170x120 mm<sup>2</sup>

**P-1013228**

**P-1013228**

**Drehplattform**

Drehbare Plattform zum Einsatz mit dem Fahrradkreisel. Auf einem Laborhocker oder als Standfläche verwendbar. Rutschfest.

Durchmesser: 300 mm

**P-1003490**



## Vorteile

- Reibungsarme Spitzenlagerung
- Elektromagnetischer Winkelaufnehmer

### Stabpendel mit Winkelaufnehmer

Pendel mit reibungsarmer Spitzenlagerung und elektromagnetischem Winkelaufnehmer zur Messung der harmonischen Schwingungen eines Schwerependels. Mit verschiebbarer Pendelmasse. Einschließlich Steckernetzgerät. Die Auslenkung des Pendels wird über einen Hallsensor in ein dem Auslenkungswinkel proportionales elektrisches Signal umgewandelt, das einem Interface, einem Y-t-Schreiber oder einem Speicheroszilloskop zur Aufzeichnung der Schwingung zugeführt werden kann.

Pendellänge:	1 m
Pendelmasse:	1 kg
Ausgangsspannung:	$\pm 5$ V
Ausgangswiderstand:	500 $\Omega$
Versorgungsspannung:	12 – 16 V AC
Rohrdurchmesser:	10 mm
Gesamtmasse:	1,4 kg

### Stabpendel mit Winkelaufnehmer (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000763** .....

### Stabpendel mit Winkelaufnehmer (115 V, 50/60 Hz)

**P-1000762** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002832 Tischklemme**
- P-1002936 Stativstange, 1000 mm**
- P-1002830 Universalmuffe**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)**
- oder
- P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)**

### Satz 4 Pendelkugeln

4 Kugeln mit Öse aus Messing, Aluminium, Stahl und Kunststoff zum Aufbau eines mathematischen Pendels.

Durchmesser:	25 mm
Massen:	71,2 g, 25,2 g, 61 g, 10,5 g

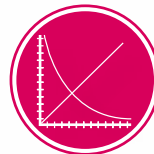
**P-1003230** .....

Zusätzlich erforderlich:

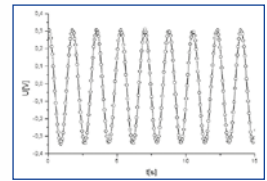
- P-1001055 Experimentierschnur**
- Stativmaterial**



**P-1003230**



**UE1050600**  
PDF online



Pendelauslenkungen als Funktion der Zeit

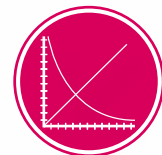


**P-1000763**  
**P-1000762**

### Stabpendel (ohne Abb.)

Stabpendel mit reibungsarmer Spitzenlagerung wie P-1000763 bzw. P-1000762 jedoch ohne Hallsensor und Magnet zur Winkelaufnahme.

**P-1000764** .....



**UE1050600**  
PDF online

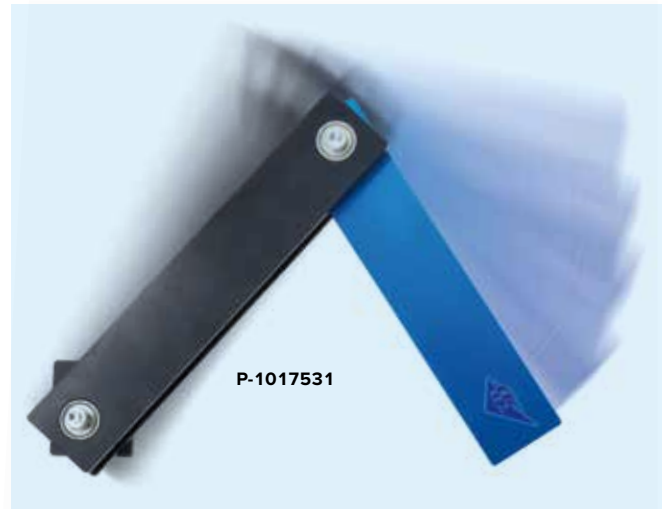


**Chaospendel E**

Doppelpendel aus eloxiertem Aluminium zur Montage an einer stabilen Wand. Beide Pendelarme sind mit höchster Präzision hergestellt und rotieren oder schwingen reibungsarm um ihre Drehachse. Die Bewegungsabfolge ist unvorhersehbar und daher chaotisch. Je nach Anfangsbedingung rotieren die Pendelarme zunächst und geben dabei Energie durch Reibung ab. Wenn die Energie nicht mehr ausreicht, geht die Rotation in Schwingung über. Dabei bedingen sich die Bewegungen der beiden Pendelarme gegenseitig. So kommt es vor, dass die Rotationsenergie des zweiten Pendelarmes auf den ersten übertragen wird und dieser wieder genügend für eine Umdrehung bekommt. Das Chaospendel kommt zum Stillstand, wenn alle Energie in Reibung übergegangen ist.

Abmessungen: ca. 350x38x52 mm<sup>3</sup>

**P-1017531** .....



P-1017531

**Variables-g-Pendel**

Pendel mit stufenlos kippbarer Schwingungsebene zur Beobachtung von Pendelschwingungen bei scheinbar variabler Fallbeschleunigung  $g$ .

Max. Pendellänge: 280 mm

Pendelmasse: 0,5 kg

Winkel der Pendelebene: 0° – 90°

Abmessungen: 300x250x550 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 5 kg

**P-1000755** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002836 Stativfuß, 3-Bein, 185 mm**

**P-1002934 Stativstange, 47 cm**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000756 Lichtschrankenhalter zum Pendel**

**P-1000563 Lichtschranke**

**P-1001033 Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001032 Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000755

P-1000756

P-1002934

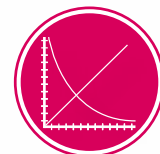
P-1000563

P-1002836

**Lichtschrankenhalter zum Pendel**

Halter zur Montage der Lichtschranke (P-1000563) am Variables-g-Pendel bei beliebiger Winkelstellung des Pendels.

**P-1000756** .....



**UE1050201**  
PDF online

**P-1001033**  
**P-1001032**

### Themen:

- Harmonische Schwingungen
- Bestimmung unbekannter Massen
- Schwere Masse und träge Masse



P-1003235

### Trägheitswaage

Trägheitswaage zur Bestimmung der trägen Masse. Nach Kalibrieren der Vorrichtung durch Bestimmen der Schwingungsfrequenz für Objekte bekannter Masse lässt sich das Gerät dazu verwenden, die unbekannteren Massen zu bestimmen. Die Trägheitswaage besteht aus zwei Metallschalen, die mit steifen Stahlfederbändern miteinander verbunden sind. Eine Schale ist mit 3 Öffnungen zur Aufnahme von drei Massen versehen; die andere Schale kann mit der mitgelieferten Tischzwinge an einer Tischkante angeklemt werden.

Stahlfederbandlänge: ca. 350 mm  
Massen: je ca. 175 g

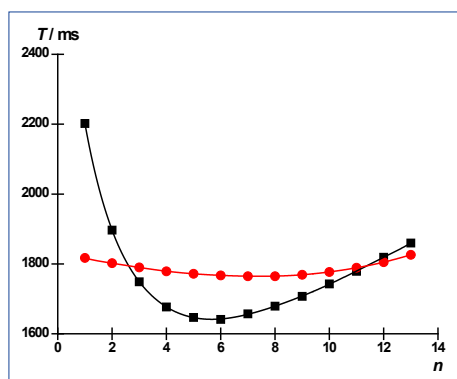
### Lieferumfang:

- 1 Trägheitswaage
- 1 Tischzwinge
- 1 Kabel, 1,85 m
- 3 Massen

### P-1003235

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003369 Mechanische Stoppuhr, 15 min**



Schwingungsdauern um beide Lagerpunkte in Abhängigkeit von der Position der verschiebbaren Masse

### Themen:

- Messung der Schwingungsdauern eines Reversionspendels für zwei Drehpunkte
- Abstimmung des Reversionspendels auf gleiche Schwingungsdauer
- Bestimmung der Fallbeschleunigung

### neu

### Reversionspendel

Besondere Bauform des physikalischen Pendels zur Bestimmung der lokalen Fallbeschleunigung  $g$ . Pendelstab mit zwei Lagerpunkten sowie einer verschiebbaren und einer festen Massescheibe zur Abstimmung der Schwingungsdauer. Bei korrekter Abstimmung schwingt das Pendel um beide Lagerpunkte mit gleicher Schwingungsdauer. Die Aufhängung der Pendelstange erfolgt extrem reibungsarm in einem Schneidenlager auf einem stabilen Gestell. Zur waagerechten Ausrichtung ist das Gestell mit zwei Stellschrauben und einer Libelle ausgestattet. Einschließlich Halteplatte für Lichtschranke.

Aufbauhöhe mit Pendel: ca. 1,25 m

Länge des Pendelstabs: 1,2 m

Abstand der Lagerpunkte: 800 mm

Periodenzeit

abgestimmtes Pendel: 1794 ms bei  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Gesamtmasse: ca. 6,3 kg

### P-1018466

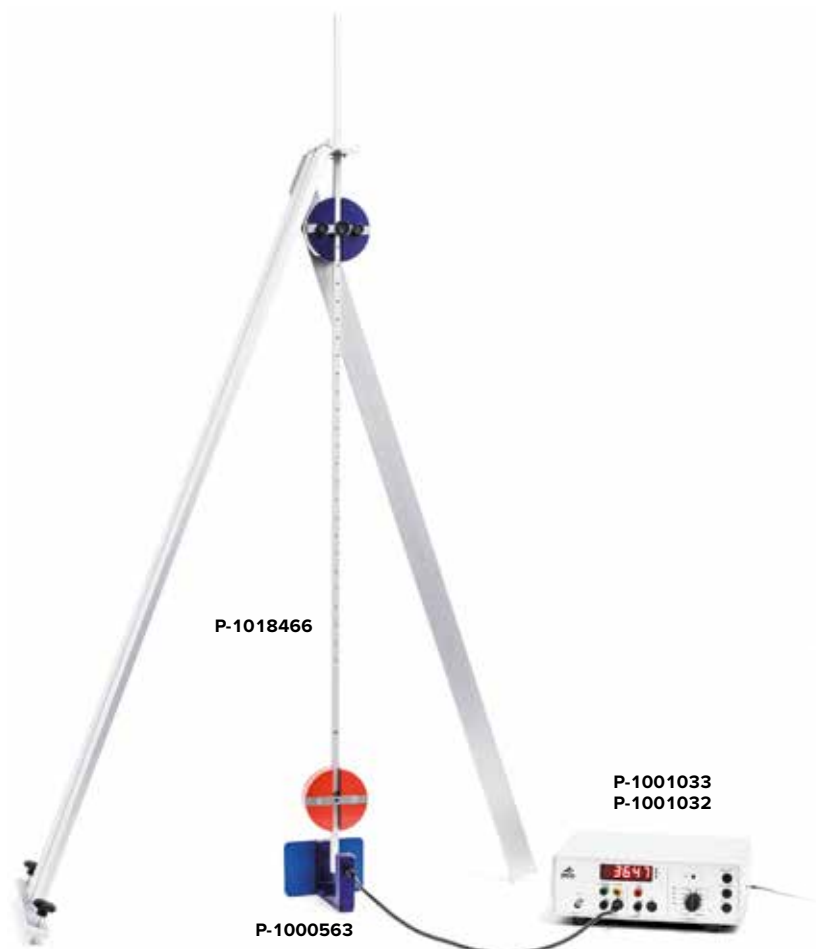
Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000563 Lichtschranke**

**P-1001033 Digital-Zähler (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001032 Digital-Zähler (115 V, 50/60 Hz)**



P-1018466

P-1001033  
P-1001032

P-1000563

## Mechanische Schwingungen im platzsparenden Tischexperiment

### SW-Paket Sensorik

Ausstattungspaket aus zwei dynamischen Kraftsensoren und einem Verstärkerboard zur Aufzeichnungen und Analyse mechanischer Schwingungen mit einem Standardoszilloskop. Die Kraftsensoren können an Stativstangen mit 10 mm Durchmesser oder der Traverse SW befestigt werden und erfassen dynamisch Kräfte in Achsenrichtung. Im Verstärkerboard werden die Signale beider Kraftsensoren zur Aufzeichnung aufbereitet und die Phasenlage zwischen den Schwingungen beider Signale ausgewertet und als Gleichspannungssignal ausgegeben. Bei Anschluss des Verstärkerboards MEC an das USB-Oszilloskop 2x 50 MHz (P-1017264) ergibt sich die Möglichkeit, die Messsignale mit der Oszilloskop-Software auf einem PC ausführlich zu analysieren und auszuwerten.

### Dynamischer Kraftsensor:

Maximale Kraft:	5 N
Frequenzbereich:	0,3 – 200 Hz
Anschluss:	Klinkenstecker 3,5 mm
Abmessungen:	52x37x26 mm <sup>3</sup>

### Verstärkerboard MEC:

Eingangsbuchsen:	Klinkenbuchse 3,5 mm
Ausgangsbuchsen:	BNC
Abmessungen:	65x100x40 mm <sup>3</sup>

### Lieferumfang:

- 2 Dynamische Kraftsensoren
- 1 Verstärkerboard MEC
- 1 Steckernetzgerät 12 V AC, 700 mA
- 2 HF-Kabel

### SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz)

P-1012850 .....

### SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)

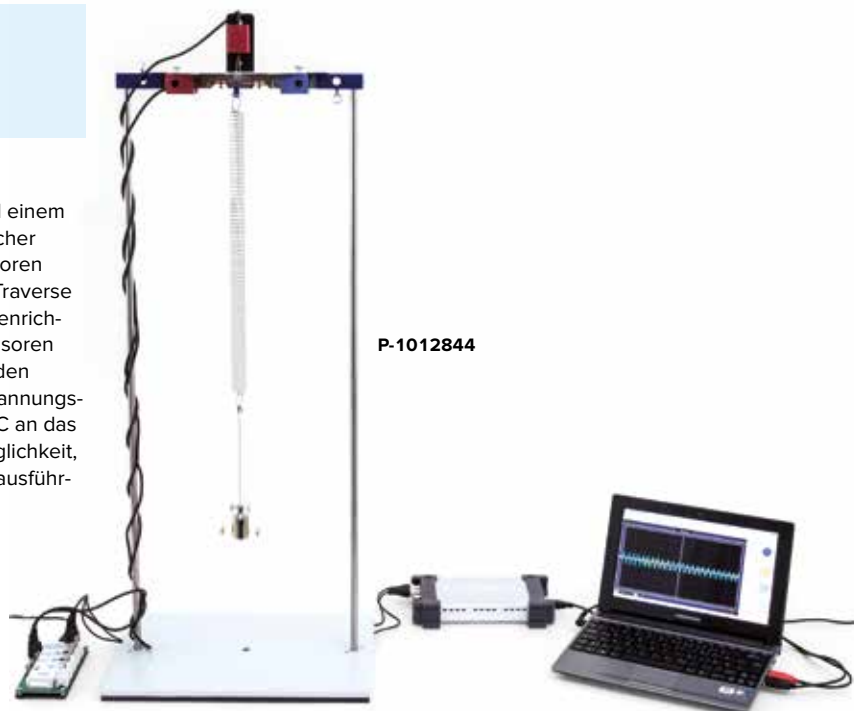
P-1012851 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1017264 USB-Oszilloskop 2x 50 MHz

oder

P-1008695 Analog-Oszilloskop 2x 20 MHz (230 V, 50/60 Hz)



### SW-Paket Wilberforce-Pendel

Ausstattungspaket zum Aufbau eines Wilberforce-Pendels oder eines Torsionspendels im platzsparenden Tischexperiment. Justierbarer Rotationskörper zur Feinabstimmung des Trägheitsmomentes für die Untersuchung gekoppelter Translations- und Rotationsschwingungen im Wilberforce-Experiment. Mit Komponenten zur Ankopplung an die dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik zur Aufzeichnung und umfangreichen Analyse beider Schwingungsarten mit einem Standardoszilloskop.

### Lieferumfang:

- 1 Feder 5 N/m
- 1 Rotationskörper
- 1 Vertikalblech
- 1 Hakenkörper
- 1 Federbaugruppe B zur Kraftsensoranopplung

P-1012844 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1012849 SW-Paket Stativmaterial

Zusätzlich empfehlenswert:

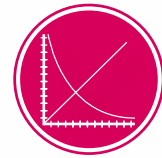
P-1012850 SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz) oder

P-1012851 SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)

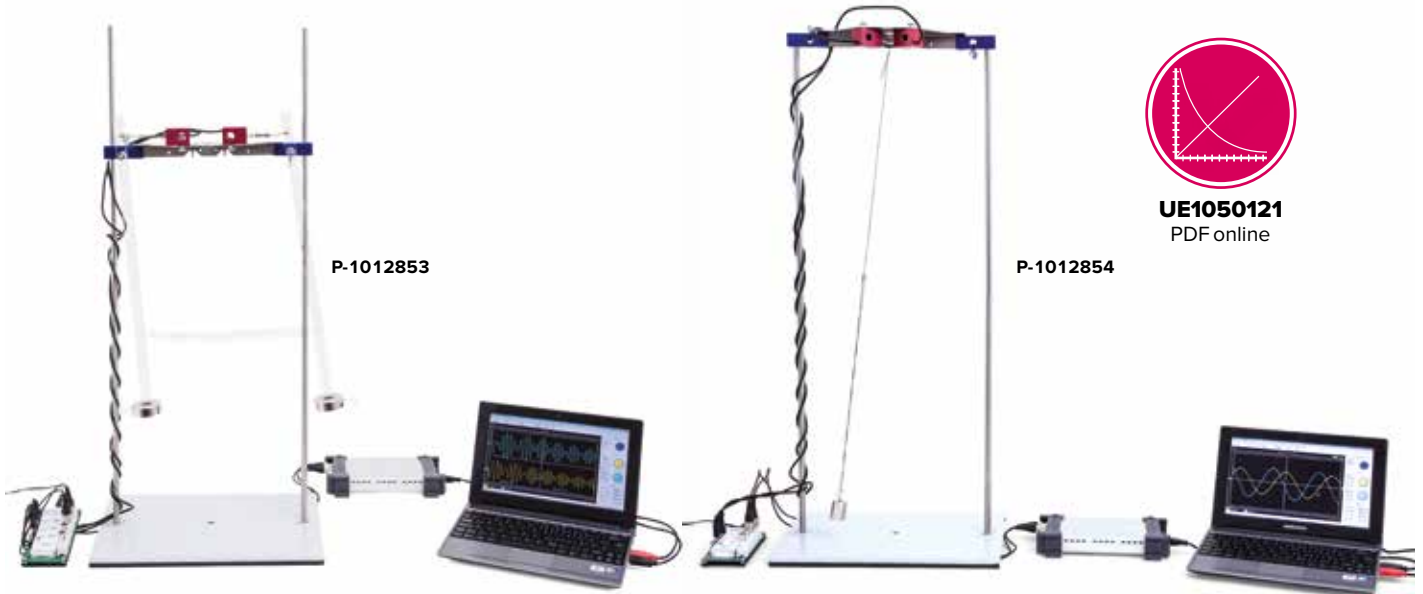
P-1017264 USB-Oszilloskop 2x 50 MHz oder

P-1008695 Analog-Oszilloskop 2x 20 MHz (230 V, 50/60 Hz)





**UE1050121**  
PDF online



P-1012853

P-1012854

### SW-Paket Physikalisches Pendel

Vielseitiges Ausstattungspaket zum Aufbau eines physikalischen Pendels mit verschiebbarer Masse, eines Reversionspendels oder zweier gekoppelter Pendel im platzsparenden Tischexperiment. Mit Komponenten zur Ankopplung an die dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik zur Aufzeichnung und umfangreichen Analyse der Schwingungen mit einem Standardoszilloskop.

#### Lieferumfang:

- 2 Lagerstäbe
- 2 Pendelstangen
- 2 Massestücke 200 g
- 1 Massestück 150 g
- 1 Acyrlring
- 1 Feder 2,5 N/m
- 2 Kopplungsfedern C

**P-1012853** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012849 SW-Paket Stativmaterial**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1012850 SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1012851 SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1017264 USB-Oszilloskop 2x 50 MHz** oder
- P-1008695 Analog-Oszilloskop 2x 20 MHz (230 V, 50/60 Hz)**

### SW-Paket Fadenpendel

Ausstattungspaket zum optimierten Aufbau eines Fadenpendels und zur umfangreichen Untersuchung harmonischer und chaotischer Schwingungen im platzsparenden Tischexperiment. Mit verschiebbarer Fadenumlenkung zur Einstellung von Pendellängen und Magnetstreifen zur Erzeugung chaotischer Schwingungen. Weitere Komponenten dienen der Ankopplung an die dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik für die Aufzeichnung und Analyse der Schwingungen in zwei Freiheitsgraden mit einem Standardoszilloskop.

#### Lieferumfang:

- 1 Faden, 100 m
- 1 Masse 100 g
- 1 langer Magnetstreifen
- 2 kurze Magnetstreifen
- 1 Federbaugruppe A zur Kraftsensoranpassung

**P-1012854** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012849 SW-Paket Stativmaterial**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1012850 SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1012851 SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1017264 USB-Oszilloskop 2x 50 MHz** oder
- P-1008695 Analog-Oszilloskop 2x 20 MHz (230 V, 50/60 Hz)**

### SW-Paket Stativmaterial

Stativmaterial für problemlose, übersichtliche und stabile Aufbauten z.B. zur Untersuchung von mechanischen Schwingungen und Wellen unter Verwendung der Sensoren aus dem SW-Paket Sensorik (P-1012850 oder P-1012851). Mit Grundplatte SW als kippstabile Basis für verkantungsfreie Aufnahme der Stativstangen, zwei Doppelmuffen und Traverse SW. Die Traverse SW dient als multifunktionale Halterung zwischen den Stativstangen auf der Grundplatte für Aufbauten mit den dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik.

- Grundplatte: ca. 345x240x16 mm<sup>3</sup>
- Stativstangen: ca. 400 mm x 10 mm Ø

#### Lieferumfang:

- 1 Grundplatte SW
- 2 Stativstangen mit Außen- und Innengewinde
- 2 Stativstangen mit Außengewinde
- 2 Doppelmuffen SW
- 1 Traverse SW

**P-1012849** .....

Zusätzlich empfohlen:

- P-1012848 Stativstange 280 mm**
- P-1012847 Stativstange 400 mm**



P-1012849





P-1000748  
P-1000747

### Themen:

- Pendelschwingung
- Erdrotation
- Coriolis-Kraft

#### Foucault-Pendel

Pendel zum qualitativen und quantitativen Nachweis der Erdrotation durch Beobachtung der Drehung der Schwingungsebene. Zur Vermeidung elliptischer Schwingungen stößt der Pendelfaden bei jeder Auslenkung gegen einen Charron-Ring. Die Lage der Schwingungsebene wird durch eine Schattenprojektion des Fadens mit hoher Genauigkeit auf einer Winkelskala abgelesen. Bereits nach kurzer Zeit kann daher die Drehung der Schwingungsebene beobachtet werden. Für längere Beobachtungszeiten kann die Dämpfung der Schwingung durch eine stufenlos einstellbare elektromagnetische Anregung kompensiert werden. Die dekorative Aufmachung in einem allseitig verglasten Metallgehäuse mit Innenbeleuchtung macht das Gerät zu einem interessanten Blickfang.

Pendellänge: 1200 mm  
 Pendelmasse: 230 g  
 Durchmesser: 38 mm  
 Vertikale Ausrichtung: mit vier nivellierbaren Füßen  
 Winkelauflösung: 0,1°  
 Abmessungen: ca. 400x400x1400 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 40 kg

#### Foucault-Pendel (230 V, 50/60 Hz)

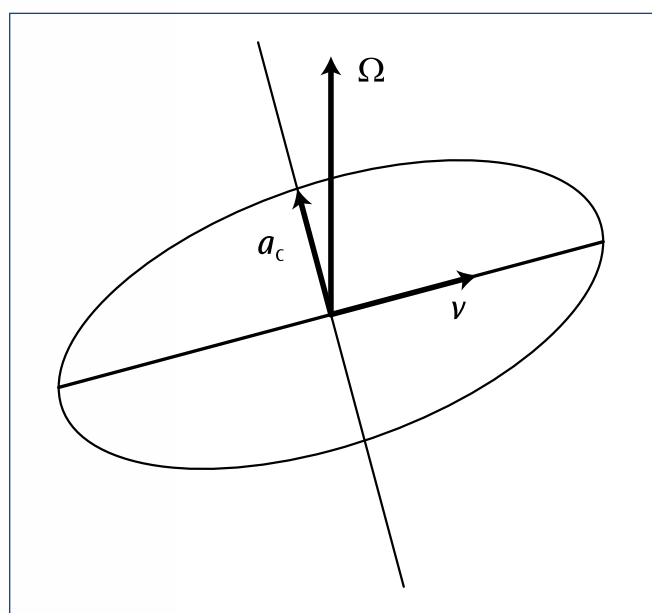
P-1000748

#### Foucault-Pendel (115 V, 50/60 Hz)

P-1000747



UE1050250  
PDF online



Schematische Darstellung zur Coriolis-Beschleunigung

**Themen:**

- Freie Drehschwingungen bei verschiedenen Dämpfungen (Schwingfall mit mäßiger Dämpfung, aperiodische Schwingung und aperiodischer Grenzfall)
- Erzwungene Schwingungen und deren Resonanzkurven bei verschiedenen Dämpfungen
- Phasenverschiebung zwischen Erreger und Resonator im Resonanzfall
- Chaotische Drehschwingungen

**Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A**

Steckernetzgerät zur Versorgung des Elektromotors im Drehpendel nach Pohl (P-1002956). Mit Kabel und zwei Sicherheitssteckern auf der Sekundärseite.

Ausgangsspannung: 24 V, 0,7 A

Kabellänge: 1 m

**Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (230 V, 50/60 Hz)**

P-1000681 .....

**Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1000680 .....

**Drehpendel nach Pohl**

Drehpendel zur Untersuchung von freien, erzwungenen und chaotischen Schwingungen bei verschiedenen Dämpfungen. Mit geschlitztem Skalenring und Zeigern an Resonator und Erreger. Einschließlich Elektromotor, auf Grundplatte montiert. Das schwingende System besteht aus einem kugellagerten Kupferrad, das über eine Spiralfeder mit dem Erregergestänge verbunden ist. Zur Anregung erzwungener Schwingungen ist ein Elektromotor, dessen Drehzahl grob und fein eingestellt werden kann, über einen Exzenter angekoppelt. Für die Dämpfung wird eine elektromagnetische Wirbelstrombremse verwendet. Das Gerät kann in der Demonstration auch in Schattenprojektion eingesetzt werden.

Eigenfrequenz: ca. 0,5 Hz.

Erregerfrequenz: 0 – 1,3 Hz (stufenlos einstellbar)

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Motor: max. 24 V AC/DC, 0,7 A

Wirbelstrombremse: 0 – 2 A DC, 20 V

Skalenring: 300 mm Ø

Abmessungen: ca. 400x140x270 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 4 kg

**P-1002956** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1000681 Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (230 V, 50/60 Hz)

oder

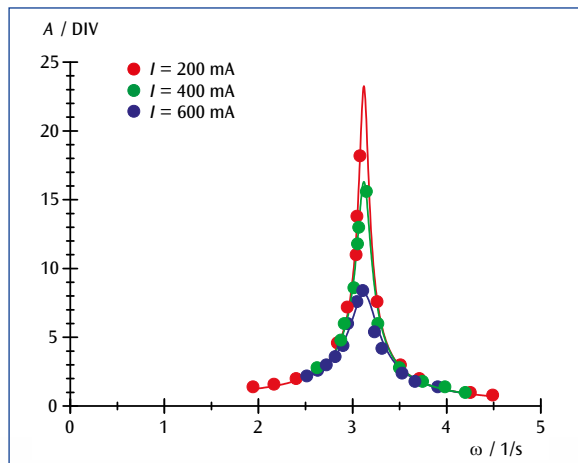
P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1000680 Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (115 V, 50/60 Hz)

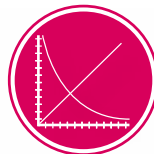
P-1003369 Mechanische Stoppuhr 15 min

P-1003073 Analogmultimeter AM50

Experimentierkabel



Resonanzkurven bei verschiedenen Dämpfungen



UE105050  
UE105055  
PDF online

P-1002956



**Themen:**

- Drehschwingungen
- Bestimmung von Trägheitsmomenten mit der Schwingungsmethode
- Trägheitsmomente verschiedener geometrischer Körper
- Satz von Steiner

**Drillachse**

Robuste Drillachse zur Untersuchung von Drehschwingungen und zur Bestimmung von Trägheitsmomenten verschiedener Probekörper aus der Schwingungsdauer. Mit kugelgelagerter Welle, hochwertiger Schneckenfeder und Haltestab. Als Probekörper dienen verschiebbare Massestücke auf einer dünnen Querstange. Eine Kreisscheibe für Experimente zur Bestimmung von Trägheitsmomenten bei exzentrischen Drehachsen und zur Bestätigung des Steiner'schen Satzes ist enthalten.

Richtmoment der Feder: 0,028 Nm/rad

Höhe der Drillachse: ca. 200 mm

Querstab:

Stablänge: 620 mm

Masse: 135 g

Massestücke: je 260 g

Kreisscheibe:

Durchmesser: 320 mm

Masse: 495 g

Bohrungen: 8

Abstand der Bohrungen: 20 mm

**P-1008662**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002836 Stativfuß, 3-Bein, 185 mm**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002811 Digitale Stoppuhr**

**P-1003104 Präzisionskraftmesser 1 N**

**P-1008663 Satz Probekörper zur Drillachse**



**UE1040205**

PDF online

**Satz Probekörper zur Drillachse**

Zubehör zur Drillachse (P-1008662) zur Demonstration der Abhängigkeit des Trägheitsmoments von der Masseverteilung um die Drehachse. Bestehend aus zwei Zylindern mit nahezu identischer Masse, jedoch unterschiedlicher Masseverteilung, einem Aufnahmeteller für die Zylinder, einer Holzscheibe sowie einer Holzkugel.

**P-1008663****Hohlzylinder (Metall):**

Außendurchmesser: 90 mm

Höhe: 90 mm

Masse: ca. 425 g

**Vollzylinder (Holz):**

Durchmesser: 90 mm

Höhe: 90 mm

Masse: ca. 425 g

**Aufnahmeteller:**

Durchmesser: 100 mm

Masse: ca. 122 g

**Holzscheibe:**

Durchmesser: 220 mm

Höhe: 15 mm

Masse: ca. 425 g

Trägheitsmoment: 0,51 kgm<sup>2</sup>

**Holzkuugel:**

Durchmesser: 146 mm

Masse: ca. 1190 g

Trägheitsmoment: 0,51 kgm<sup>2</sup>

### Gerät zum archimedischen Prinzip

Gerätesatz zum Nachweis des archimedischen Prinzips des Auftriebs in Flüssigkeiten. Hohlzylinder mit Bügel und Haken sowie exakt eingepasstem Vollzylinder mit Öse.

Durchmesser: 55 mm  
Höhe: 53 mm

**P-1003378** .....



**P-1003378**



**P-1018834**

Nachweis des archimedischen Prinzips des Auftriebs in Flüssigkeiten



**P-1018836**

**P-1018835**

### Metallbrücke

Zubehör für hydrostatische Experimente mit der Balkenwaage (P-1018834).

**P-1018835** .....



**P-1000768**

### Satz 5 Dichtkörper

Gerätesatz aus fünf Quadern unterschiedlichen Materials und einem transparenten Hohlkörper mit gleichen Abmessungen zum Nachweis des archimedischen Prinzips. Die Quader sind mit 2 mm-Bohrungen zur Aufhängung versehen.

Materialien: Holz, Aluminium, Eisen, Messing, Kupfer  
Abmessungen eines Quaders: 10x20x45 mm<sup>3</sup>

**P-1000768** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003104 Präzisionskraftmesser 1 N**

### Cartesischer Taucher

Hohle farbige Glasfigur mit einer feinen Öffnung zur Demonstration des Schwebens, Schwimmens, Auf- und Abtriebs eines Körpers in Wasser. Die Glasfigur schwimmt im wassergefüllten Behälter und kann durch etwas Druck auf die Gummikappe zum Sinken, Schweben oder Steigen gebracht werden. Die Gummikappe ist passend für Flaschenhalsdurchmesser von ca. 30 mm bis 40 mm.

### Lieferumfang:

1 Glasfigur  
1 Gummikappe

**P-1002867** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002871 Standzylinder, ungraduiert**



**P-1002867**

Auftrieb

### Archimedes-Becher

Becher mit Bügel und Haken sowie passgenauer Zylinder mit Öse zum Nachweis des archimedischen Prinzips.

Durchmesser: 30 mm  
Höhe: 78 mm

**P-1018836** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1018834 Balkenwaage**

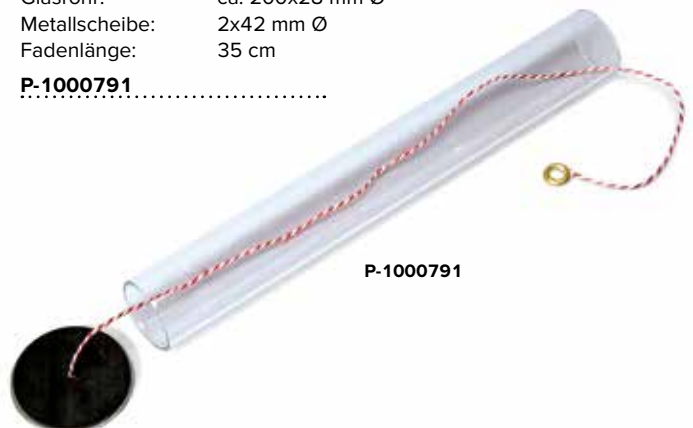
**P-1018835 Metallbrücke**

### Auftriebsapparat

Gerät zum Nachweis des Aufdrucks in Flüssigkeiten. Bestehend aus einem plan geschliffenen Glasrohr und einer Kunststoffscheibe mit Gummibelag als Bodenplatte, an der ein langer Bindfaden befestigt ist. Taucht man das mit der Bodenplatte dicht abgeschlossene Glasrohr in Wasser und lässt den Bindfaden los, so fällt die Bodenplatte nicht ab, da sie durch die Auftriebskraft gegen das Glasrohr gedrückt wird.

Glasrohr: ca. 200x28 mm Ø  
Metallscheibe: 2x42 mm Ø  
Fadenlänge: 35 cm

**P-1000791** .....



**P-1000791**

Mechanik

**Satz 3 Zylinder gleichen Volumens**

Satz drei Zylinder mit gleichem Volumen und unterschiedlichen Massen; jeweils mit Haken.

Materialien: Aluminium, Eisen, Messing

Abmessungen

eines Zylinders: ca. 40 mm x 20 mm Ø

**P-1000752** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1002870 Messzylinder, 100 ml**



**Satz Dichteparadoxon**

Zwei gleiche Kunststoffzylinder mit annähernd der Dichte von Wasser. Legt man den ersten in heißes Wasser, sinkt er zunächst und schwimmt dann nach kurzer Zeit an der Oberfläche. Legt man den zweiten dagegen in eiskaltes Wasser, schwimmt er zuerst und sinkt dann auf den Boden. Der Grund für dieses Verhalten liegt darin, dass sich die Dichte des Kunststoffes mit Erwärmung bzw. Abkühlung stärker als die von Wasser ändert.

**P-1003498** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**2 Bechergläser aus P-1002872 Satz 10 Bechergläser**

**Satz 3 Zylinder gleicher Masse**

Satz drei Zylinder mit gleicher Masse und unterschiedlichem Volumen; jeweils mit Haken.

Materialien: Aluminium, Eisen, Messing

Masse

eines Zylinders: 100 g

**P-1000754** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1002870 Messzylinder, 100 ml**

**Tauchkörper**

Tauchkörper bekannten Volumens mit Haken. In Verbindung mit einer Waage geeignet zur Bestimmung der Dichte fester Körper und mit einem Kraftmesser zur Bestimmung des Auftriebs.

Art.-Nr.	Beschreibung
<b>P-1002952</b>	Al, 50 cm <sup>3</sup>
<b>P-1002953</b>	Al, 100 cm <sup>3</sup>
<b>P-1002954</b>	Fe, 50 cm <sup>3</sup>
<b>P-1002955</b>	Fe, 100 cm <sup>3</sup>

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003107 Präzisionskraftmesser 10 N**

**Alkoholmeter**

Alkoholmeter nach Gay-Lussac zur Bestimmung des Alkoholgehalts in Volumen% von Äthanol-Wasser-Gemischen bei einer Bezugstemperatur von 15° C. Ohne Thermometer, in Aufbewahrungsbehälter.

Skala: 0 – 100% Vol

Teilung: 1%

Länge: 260 mm

**P-1002875** .....

**Universal-Äräometer**

Äräometer zur Dichtebestimmung von Flüssigkeiten in g/cm<sup>3</sup> bei einer Bezugstemperatur von 20°C. Ohne Thermometer, in Aufbewahrungsbehälter.

Messbereich: 0,70 – 2,00 g/ml

Skalenteilung: 0,02 g/ml

Länge: 310 mm

**P-1002876** .....

**Pyknometer nach Gay-Lussac**

Glaskörper mit eingeschliffenem Kapillarstopfen zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten.

Volumen: 50 ml

**P-1002874** .....



**Satz 3 Dichte-Äräometer**

Äräometersatz zur Dichtebestimmung von Flüssigkeiten bei einer Bezugstemperatur von 20°C / 68°F. Ohne Thermometer, in Aufbewahrungsbehälter.

**P-1003012** .....

Messbereich	Skalenteilung	Länge
0,650 – 1,000 g/ml	0,005 g/ml	315 mm
1,000 – 1,500 g/ml	0,005 g/ml	235 mm
1,500 – 2,000 g/ml	0,005 g/ml	235 mm

**Druckdose zur Luftgewichtsbestimmung**

Luftdichte Metalldose mit Ventil zum Nachweis des Luftgewichtskomprimierter Luft. Mit Fahrradventil zum Einpumpen von Luft. Das Gewicht der hineingepumpten Luft wird durch Wägung und anschließend das Volumen durch Auslitern bestimmt.

Abmessungen: ca. 60x190 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 100 g

**P-1000796** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003428 Elektronische Waage, 400 g (230 V, 50/60 Hz)**  
**Fahrradluftpumpe**

**Satz 7 Würfel zur Dichtebestimmung**

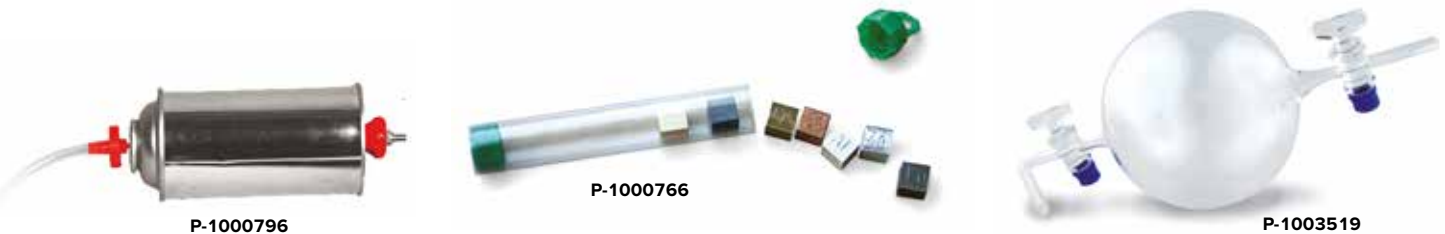
Satz sieben Würfel unterschiedlichen Materials zur Dichtebestimmung durch Wägung. In Aufbewahrungskästchen.

Materialien: Holz, Kunststoff, Aluminium, Eisen, Kupfer, Messing, Zink

Kantenlänge: 10 mm

**P-1000766** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**



**Satz 2 Materialien mit je 4 Massen**

Zwei Probekörpersätze aus jeweils gleichem Material jedoch mit jeweils vier unterschiedlichen Massen zur Herleitung des Begriffs der Dichte im Schülerexperiment. In Aufbewahrungsbehältern.

Materialien: Aluminium, PVC

**P-1003499** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1002870 Messzylinder, 100 ml**

**Gaswägekugel 1000 ml**

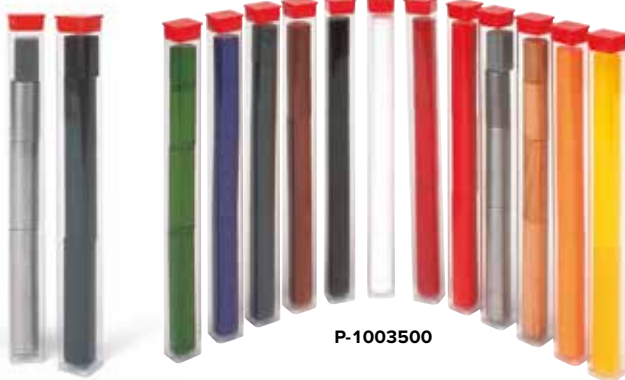
Glaskugel mit zwei Hähnen und Schlaucholiven zum Nachweis des Luftgewichts aus der Gewichtsänderung zwischen gefüllter und evakuierter Kugel.

Masse: ca. 200 g

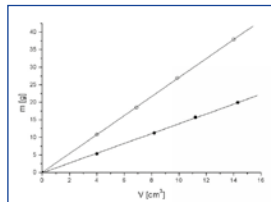
**P-1003519** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003428 Elektronische Waage, 400 g (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012856 Vakuum-Handpumpe**

**P-1003499**

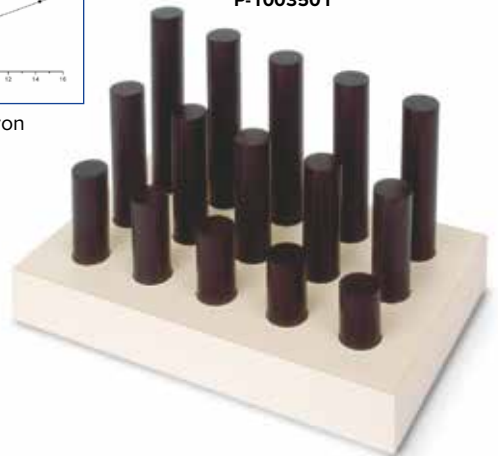


**P-1003500**



Dichtebestimmung von Aluminium und PVC

**P-1003501**



**Satz 12 Materialien mit je 4 Massen**

Zwölf Probekörpersätze aus jeweils gleichem Material jedoch mit jeweils vier unterschiedlichen Massen zur Herleitung des Begriffs der Dichte im Schülerexperiment. In Aufbewahrungsbehältern.

Materialien: Holz, Polypropylen, Polyamid, Acryl (2 Farben), Polyurethan, Phenol, PVC (3 Farben), Teflon und Aluminium

Abmessungen: ca. 25 / 35 / 50 / 70 mm x 16 mm Ø

**P-1003500** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1002870 Messzylinder, 100 ml**

**Satz 15 Körper mit 2 Dichten**

Satz 15 Probekörper verschiedener Masse aus zwei Materialien gleichen Aussehens zur Herleitung des Begriffs der Dichte im Schülerexperiment. Auf Aufbewahrungstablett.

Materialien: Plastik mit der Dichte 1,41 g/cm<sup>3</sup> und 1,15 g/cm<sup>3</sup>

**P-1003501** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1003429 Elektronische Waage 600 g (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1002870 Messzylinder, 100 ml**



P-1002957

**Bodendruckapparat**

Gerät zur Darstellung des hydrostatischen Paradoxons und zur Bestimmung des Bodendrucks. Der Bodendruck wird mittels der Auswölbung einer Membran gemessen und mit Hilfe einer Hebelübersetzung vergrößert angezeigt. Kompensierung für Vergleichsmessung möglich. Einschließlich vier verschieden geformter Gefäßaufsätze aus Glas.  
 Höhe der Gefäßaufsätze: 220 mm  
 Rohrdurchmesser unten: 22 mm  
 Gesamthöhe: ca. 350 mm  
 Grundplattenfläche: ca. 260x110 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 0,8 kg

**P-1002957** .....

**Hydraulische/pneumatische Hebebühne**

Kompletter Gerätesatz für Demonstrations- und Praktikumsversuche u.a. zur Untersuchung der hydraulischen oder pneumatischen Kraftübertragung, des Zusammenhangs von Kraft, Fläche und Druck sowie zur Erarbeitung des Boyle'schen Gesetzes. In einem robusten Standfuß ist ein Kunststoffzylinder mit Kolben (60 cm<sup>3</sup> Volumen) eingesetzt. Auf dem Kolben ist die Hebebühne angebracht. Mittels eines Schlauchsystems mit Ventilen und 3 einfachen Handpumpen verschiedenen Volumens lassen sich unterschiedliche Drücke auf den Kolben ausüben. Eine Schlauchverbindung zum Anschluss eines Drucksensors zur Messwertaufnahme mit einem Datenlogger ist im Lieferumfang enthalten.

Abmessungen: ca. 140 mm Ø x 190 mm  
 Pumpenvolumen: 3 cm<sup>3</sup>, 6 cm<sup>3</sup>, 20 cm<sup>3</sup>

**P-1003495** .....

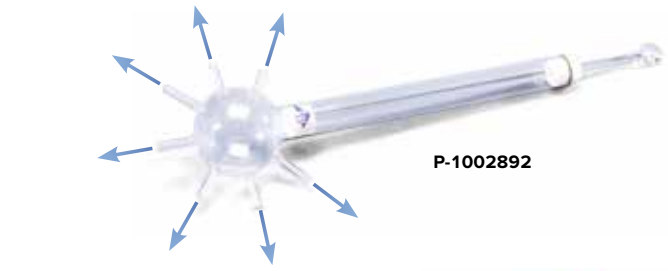
**Druckwaage**

Aufbau zur experimentellen Einführung des Druckbegriffs, für Druckvergleiche und für Versuche zur Kompressibilität von Gasen sowie zur Darstellung von Über- und Unterdruck. Zwei Präzisions-Glaspistolen unterschiedlichen Volumens mit eingeschliften Kolben mit Auflageteller auf Stativ. Einschließlich 15 Scheibengewichten zur Auflage auf die Kolben und Aufbewahrungstab. Schlauchverbindung zwischen den Kolben mit Schlauchklemme, Fangsicherung für den kleinen Kolben. Volumina der Pistolen: 10 ml und 50 ml  
 Verhältnis der Kolbenquerschnitte: 10:3  
 Verhältnis der Kolbenmassen mit Auflageteller: 10:3  
 Scheibengewicht: ca. 400 mN  
 Abmessungen der Grundplatte: ca. 140x100 mm<sup>2</sup>



P-1002653

**P-1002653** .....



P-1002892

**Pascal'sche Druckkugel**

Glasgefäß mit verschiebbarem Kolben zur Demonstration der gleichmäßigen Druckverteilung in Flüssigkeiten nach allen Richtungen durch Beobachtung der unter Druck austretenden Wasserstrahlen.  
 Gesamtlänge: ca. 350 mm  
 Durchmesser: ca. 70 mm

**P-1002892** .....



P-1003495

**U-Rohr-Manometer D**

Demonstrationsmanometer zur Messung des Drucks in „cm Wassersäule“. Beidseitig offenes U-Rohr auf einer Holzfasersplatte (MDF) mit Skala.  
 Schenkellänge: 50 cm  
 Messbereich: 0 – 50 cm Wassersäule bzw. 0 bis 5 kPa  
 Rohrdurchmesser: 10 mm  
 Abmessungen: ca. 200x150x530 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 820 g

**P-1009714** .....

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1000793 Indigolösung**



P-1009714

**U-Rohr-Manometer S**

Manometer für Druckmessungen im Bereich von 0 bis 10 hPa (cm Wassersäule). Beidseitig offenes U-Rohr mit Überlaufgefäß auf einer Aluminium-Halteplatte mit Skala. Mit Stativstange an der Rückseite zur Befestigung an Stativmaterial.  
 Schenkellänge: 200 mm  
 Stativstange: 33 mm x 10 mm Ø  
 Halteplatte: ca. 210x70 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 80 g

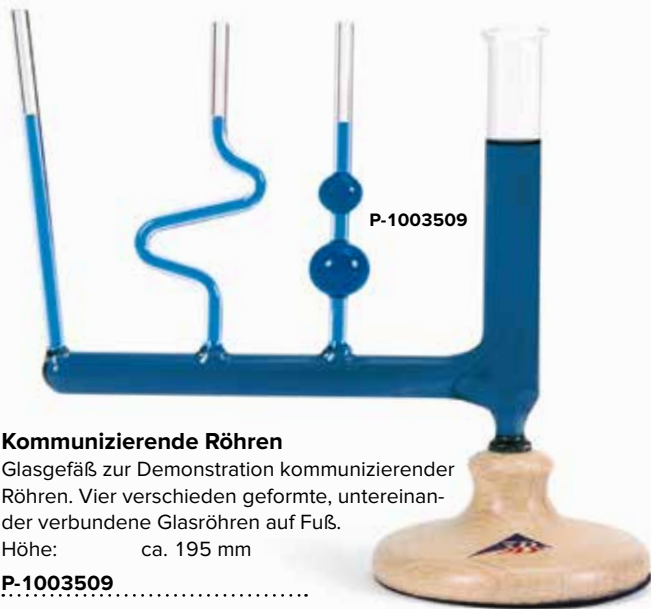
**P-1000792** .....

Zusätzlich erforderlich  
**P-1000793 Indigolösung**

Zusätzlich empfehlenswert  
**P-1002622 Silikon Schlauch, 1 m**



P-1000792



### Kommunizierende Röhren

Glasgefäß zur Demonstration kommunizierender Röhren. Vier verschieden geformte, untereinander verbundene Glasröhren auf Fuß.  
Höhe: ca. 195 mm

**P-1003509** .....

### Ring für Oberflächenspannung

Aluminiumring mit Schneide zur Bestimmung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten. Mit Haken und drei Fäden zur Aufhängung an einem Kraftmesser.

Durchmesser: 60 mm  
Masse: ca. 5 g

**P-1000797** .....

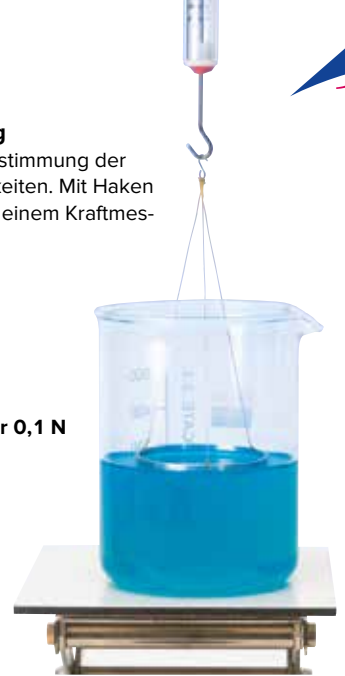
Zusätzlich erforderlich:

**P-1002941 Laborboy**

**P-1003102 Präzisionskraftmesser 0,1 N**

**P-1002872 Becherglas, 600 ml**

**Stativmaterial**



**P-1000797**

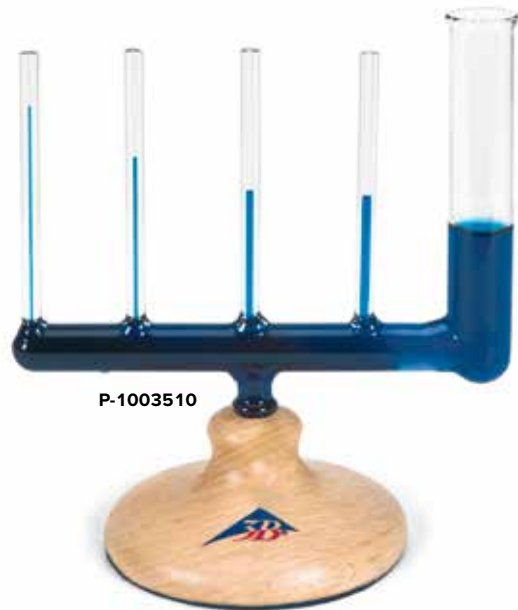


### Standgefäß mit zwei Glasröhren

Glasgefäß zur Demonstration kommunizierender Röhren. Zylinder mit zwei Öffnungen und GL-Verschraubungen; einschließlich zwei verschieden geformten Glasröhren.

Höhe: ca. 220 mm

**P-1002891** .....



**P-1003510**

### Gerät zur Kapillarwirkung

Durch ein horizontales Glasrohr mit einem Wasserreservoir verbundene Kapillarrohre mit unterschiedlichen Durchmessern. Das Wasser steigt umso höher über das Niveau des Reservoirs je kleiner der Rohrdurchmesser ist, da der Kapillardruck zunimmt.

Innendurchmesser

der Kapillarrohre: 2,0 mm, 1,5 mm, 1,0 mm und 0,5 mm

Höhe: ca. 165 mm

**P-1003510** .....

### Auslaufgefäß, Metall

Robuster Metallzylinder mit drei Ausläufen in verschiedenen Höhen zur Untersuchung der Abhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Wassertiefe durch Beobachtung der unter Druck austretenden Wasserstrahlen.

Höhe: ca. 430 mm

Durchmesser: ca. 125 mm

**P-1009715** .....



**P-1009715**

### Indigolösung (ohne Abb.)

30 ml Indigolösung in Flasche zur Einfärbung von Wasser in Demonstrationsexperimenten.

**P-1000793** .....



**P-1000794**

### Keilförmiges Gefäß

Keilförmiges Gefäß aus Acrylglas zur Demonstration der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten sowie zur Veranschaulichung von Kapillarkräften.

Länge: 100 mm

**P-1000794** .....



## Viskositätsmessungen an

- Leichtölen, Maschinenölen, Petroleum, Benzin, Diesel (Mineralöle und Treibstoffe)
- Kunststofflösungen, Harzlösungen, Klebstofflösungen, Latexdispersionen (Polymerchemie)
- Druckfarben, Lacken, Wasserlacken, Tinten (Farben und Lacke)
- Emulsionen, Suspensionen, Lösungen, Extrakten (Kosmetik/Pharmazie)
- Emulsionen, Dispersionen (Papierindustrie)
- flüssigen Waschmitteln, Spülmitteln, Tensidlösungen (Detergentien)
- Honig, Fruchtsaft, Bier, Milch (Lebensmittelindustrie)
- Gasen und Gasgemischen

### Kugelfallviskosimeter

Kugelfallviskosimeter nach Höppler für einfache, aber präzise Messungen der dynamischen Viskosität lichtdurchlässiger Newton'scher Flüssigkeiten. Die Kugel rollt und gleitet in einem geneigten zylindrischen Messrohr, das mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt ist. Die gesuchte Viskosität gemessen in mPa s ergibt sich unmittelbar aus der Fallzeit, die die Kugel für das Zurücklegen einer wohl definierten Strecke im Messrohr benötigt. Das Messrohr kann anschließend „auf den Kopf“ gedreht werden, um zusätzlich die Zeit für die Rückkehr der Kugel zu messen. Das Messrohr befindet sich in einem Wasserbad, das für die Messung der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur mit temperiertem Wasser gefüllt werden kann.

#### Lieferumfang:

Kugelfallviskosimeter mit 6 Kugeln und 1 Kugellehre  
 Thermometer 0 – 100° C  
 Reinigungsset  
 Prüfschein mit genauer Angabe der Kugelkonstanten  $K$  und der Dichte  $\rho$  für die Umrechnung der Fallzeit in die Viskosität.

#### Technische Daten:

Messbereich:	0,5 mPa s bis $7 \cdot 10^4$ mPa s (nach DIN 53015) > $7 \cdot 10^4$ mPa s (für Laufzeiten der Kugel > 300 s)
Messgenauigkeit:	0,5 bis 2% (je nach verwendeter Kugel)
Kugeln:	#1, #2: Borosilikatglas #3, #4: Ni-Eisen #5, #6: Stahl
Kugeldurchmesser:	11,00 bis 15,81 mm
Messrohrdurchmesser:	15,95 mm
Laufzeit der Kugel:	30 bis 450 s
Länge der Messstrecke:	100 mm in beiden Laufrichtungen
Arbeitswinkel:	10° zur Senkrechten
zusätzliche Arbeitswinkel:	70°, 60°, 50° zur Waagerechten
Füllvolumen:	40 ml
zulässiger Temperaturbereich:	-60°C bis +150°C
Abmessungen:	180x220x330 mm <sup>3</sup>
Masse:	3,1 kg

#### P-1012827

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002811 Digitale Stoppuhr**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002622 Silikonschlauch (2x)**

**P-1008654 Bad/Umwälzthermostat (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1008653 Bad/Umwälzthermostat (115 V, 50/60 Hz)**

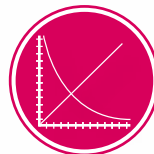
### Glycerin

250 ml Glycerin in wässriger Lösung für Experimente zur Viskosität. In Glasflasche.  
 Konzentration: 85%

#### P-1007027



P-1007027



**UE1080350**  
PDF online



P-1008654  
P-1008653



P-1012827

**neu**

**Themen:**

- Elastische Verformung flacher Stäbe
- Bestimmung des Elastizitätsmoduls

**Vorteile**

- Belastungskennlinie der Messuhr muss nicht berücksichtigt werden
- Messung an beidseitig gestützten und einseitig eingespannten Proben möglich

**Messapparatur Elastizitätsmodul**

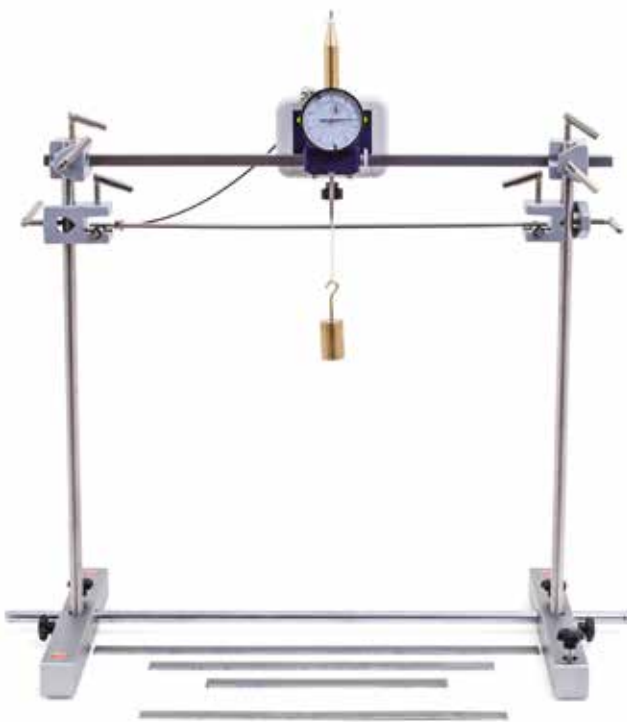
Messapparatur zur Untersuchung der elastischen Verformung von Stäben mit flacher Geometrie und zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls. Mit Messuhreinheit zur Bestimmung der Verformung an elektrisch leitenden Materialproben. Die Messuhreinheit ist mit der Materialprobe elektrisch so kontaktiert, dass das Aufsetzen der Messspitze auf die Materialprobe empfindlich bestimmt und mit Hilfe von zwei LEDs angezeigt wird. Die Durchbiegung der Materialprobe mit angehängtem Massestück wird mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 mm gemessen und daraus der Elastizitätsmodul bestimmt.

Batterie für Messuhreinheit: 9 V, 6F22  
 Abmessungen: 550x280x500 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 5,5 kg

**Lieferumfang:**

- 6 Flachstäbe aus Stahl (B: 15 mm, L: 200/ 300 / 400 mm, D: 2 / 3 mm)
- 1 Messuhreinheit
- 1 Horizontalbalken mit Stativ
- 2 Auflage-Schneiden
- 1 Spannstock
- 1 Satz Massestücke und Halteklammern

**P-1018527**



P-1018527

**Erweiterungssatz Elastizitätsmodul** (ohne Abb.)

Satz Flachstäbe mit den effektiven Längen 200, 300 und 400 mm sowie den Breiten 10 und 20 mm zur Messung der elastischen Verformung und des Elastizitätsmoduls mit dem Gerätesatz Elastizitätsmodul (P-1018527).

**Lieferumfang:**

- 12 Flachstäbe aus Stahl (D: 2 / 3 mm)
- 6 Flachstäbe aus Aluminium (D: 3 mm)

**P-1018528**

**neu**

**Themen:**

- Torsion runder Stäbe
- Bestimmung der Schubmoduls

**Vorteile**

- Einfacher Aufbau, einfache Bedienung
- Statische und dynamische Messungen ohne aufwendigen Umbau möglich

**Torsionsgerät**

Messapparatur zur Untersuchung der Torsion von Stäben mit runder Geometrie und zur Bestimmung von Richtgröße und Schubmodul. Mit Skalenscheibe zur Messung des Torsionswinkels und Pendelscheibe zur Übertragung der Torsionskräfte auf eingespannte Materialproben bei statischer Messung sowie zur Festlegung des Trägheitsmomentes bei dynamischer Messung. Die Schwingungsdauer wird im dynamischen Fall mit Hilfe einer Lichtschranke elektronisch gemessen. Aus den Messwerten werden die Richtgröße und der Schubmodul bestimmt.

Abmessungen: 570x300x300 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 2,3 kg

**Lieferumfang:**

- 1 Rundstab aus Stahl (D: 2 mm, L: 500 mm)
- 1 Torsionsgrundgerät
- 1 Standplatte für Lichtschranke (P-1000563)

**P-1018550**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003370 Kraftmesser, farbkodiert, 2,5 N**

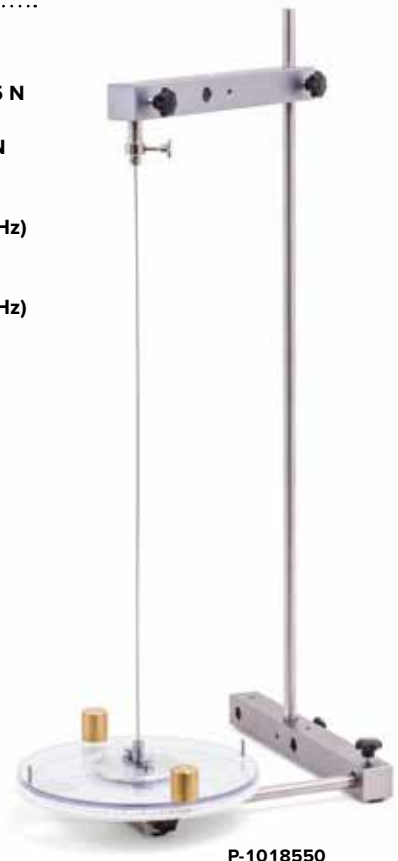
**P-1003371 Kraftmesser, farbkodiert, 5 N**

**P-1000563 Lichtschranke**

**P-1001033 Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001032 Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)**



P-1018550

**Erweiterungssatz zum Torsionsgerät** (ohne Abb.)

Satz Rundstäbe zum Torsionsgerät (P-1018550).

**Lieferumfang:**

- 1 Rundstab aus Stahl (D: 2 mm, L: 300 mm)
- 6 Rundstäbe aus Messing / Kupfer / Aluminium (D: 2 mm, L: 300 / 500 mm)
- 2 Rundstäbe aus Aluminium (D: 3 / 4 mm, L: 500 mm)

**P-1018787**



P-1010126

**Vakuumkammer mit Handpumpe**

Preisgünstige transparente Vakuumkammer aus Kunststoff für grundlegende Experimente zum Unterdruck. Mit in die Bodenplatte integrierter Handpumpe, Belüftungsventil und Manometer zur Messung des Unterdrucks bis 330 hPa.

Abmessungen: ca. Ø 200 mm, H = 250 mm

P-1010126 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1010125 Satz 100 Luftballons



P-1010125

**Satz 100 Luftballons**

Satz 100 Luftballons zur Verwendung in der Vakuumkammer mit Handpumpe.

P-1010125 .....



P-1012856

P-1003208

**Magdeburger Halbkugeln**

Halbkugelpaar zur Demonstration des historischen Experiments von Otto v. Guericke zur Kraftwirkung des atmosphärischen Luftdrucks. Zwei Kunststoff-Halbkugeln mit Handgriffen und eingelegtem Gummidichtungsring lassen sich vakuumdicht zusammensetzen. Eine Halbkugel ist mit Absperrhahn und Schlauchanschluss versehen. Einschließlich Schlauch.

Vakuumanchluss: 8 mm

Durchmesser: 120 mm

Schlauchlänge: 110 mm

P-1003208 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1012856 Hand-Vakuumpumpe



P-1003496

**Magdeburger Platten**

Gerätesatz zur Untersuchung des historischen Experiments von Guericke zur Kraftwirkung des atmosphärischen Luftdrucks im Demonstrations- und Praktikumsexperiment. Inklusive Schlauchanschluss, einer einfachen Handpumpe und Schlauchverbindungen mit eingebauten Einwegventilen. Zwei Acrylglasplatten mit Handgriffen können grobvakuumdicht zusammengesetzt werden. Zur Dichtung stehen drei verschieden große Dichtungsringe zur Verfügung, daher kann die Abhängigkeit der Kraftwirkung von der Kontaktfläche untersucht werden.

Acrylglasplatten: ca. 13x105 mm Ø

Dichtungsringe: ca. 65 mm, 80 mm, 100 mm Ø

P-1003496 .....

### Vakuumglocke

Vakuumglocke aus Glas mit Halteknauf und geschliffenem Flansch zum Aufsetzen auf Vakuum-Experimentierteller (P-1003166).

Innendurchmesser: 190 mm  
Gesamthöhe: 220 mm

**P-1003167** .....



### Vakuum-Experimentierteller

Experimentierteller zum Aufbau eines Vakuumrezipienten in Verbindung mit der Vakuumglocke (P-1003167) für Experimente im Grob- und Feinvakuumbereich. Metallteller mit Dichtungsscheibe auf Dreibein, pumpenseitigem Schlauchanschluss und Belüftungshahn. Einschließlich zweipoliger Stromdurchführung mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen, zweipoliger Stromzuführung über ca. 1 m lange Kabel mit 4 mm-Sicherheitssteckern und Mittelbohrung mit M12-Gewinde zur Befestigung von Experimentiergeräten.

Durchmesser: 250 mm  
Höhe: 90 mm  
Elektrische Grenzdaten: max. 48 V, max. 12 A  
Vakuumanchluss: 2 Schlaucholiven, 12 mm und 8 mm Ø

**P-1003166** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003167 Vakuumglocke**
- P-1003317 Drehschieber-Vakuumpumpe, zweistufig**
- P-1002619 Vakuumschlauch 8 mm**

### Vakuumrezipient

Preisgünstiger Vakuumrezipient aus Acrylglas für Experimente im Grob- und Feinvakuumbereich. Bestehend aus Bodenplatte und Vakuumzylinder mit Belüftungsventil, Manometer, Absaughahn, Kontaktdurchführungen und Gummiring.

Volumen: ca. 9 l  
Leckrate: < 0,5 mbar/h  
Bodenplatte: ca. 320x320x10 mm<sup>3</sup>  
Vakuumzylinder: ca. 200x240 mm Ø  
Wandstärke: 5 mm  
Masse: ca. 2,9 kg

**P-1009943** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1012831 Vakuumschlauch 4 mm**
- P-1003317 Drehschieber-Vakuumpumpe, zweistufig**

P-1009943



### Elektrische Klingel

Klingel zur Demonstration von elektromagnetisch arbeitenden Geräten und zum Nachweis der Unterbrechung der Schallausbreitung im Feinvakuum (< 1 hPa). Offenes Acrylglasgehäuse mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen.

Stromversorgung: 6 V AC  
Abmessungen: ca. 100x95x50 mm<sup>3</sup>

**P-1003170** .....

Zusätzlich erforderlich:

### Vakuumrezipient

### Vakuumpumpe

**P-1003316 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003315 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1003169

### Auftriebswaage

Balkenwaage auf Sockel mit angehängter Styroporkugel und verstellbarem Gegengewicht zum Nachweis der Auftriebskraft auf einen Körper bei atmosphärischem Luftdruck. Stellt man die unter atmosphärischem Druck ins Gleichgewicht gebrachte Balkenwaage unter eine Vakuumglocke und evakuiert diese, so senkt sich die Styroporkugel wegen der Verminderung des Auftriebs.

Styroporkugel: 50 mm Ø  
Sockel: 120x90 mm<sup>2</sup>  
Höhe: 125 mm

**P-1003169** .....

Zusätzlich erforderlich:

- Vakuumrezipient**
- Vakuumpumpe**



P-1002620

P-1002619



P-1012830

P-1012831

### Vakuumschläuche

Vakuumschläuche aus Naturkautschuk nach DIN 12865. Farbe rot.

	P-1012831	P-1012830	P-1002619	P-1002620
Länge	1 m	1 m	1 m	1 m
Innendurchmesser	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm
Wandstärke	4 mm	4 mm	5 mm	5 mm
Temperaturbereich	-30° bis + 85°	-30° bis + 85°	-30° bis + 85°	-30° bis + 85°

### Wasserstrahlpumpe

Pumpe für Experimente im Grobvakuumbereich, mit eingebautem Rückschlagventil gegen Wasserrückstieg, zerlegbar.

Material: Kunststoff  
 Saugvermögen: ca. 4 l/min (abhängig vom Wasserdruck)  
 Endtotaldruck: ca. 15 hPa (abhängig von der Wassertemperatur)  
 Auspumpzeit für 5 l-Behälter: 6 – 10 min  
 Gewindeanschluss: R 1/2" mit Einsätzen für R 3/8" und R 3/4"



P-1003008

**P-1003008** .....

### Kolben-Vakuumpumpe

Robuste Doppelhubkolbenpumpe für Vakuumexperimente, die mit einem Enddruck von 400 hPa auskommen. Sowohl bei der Aufwärtsbewegung als auch bei der Abwärtsbewegung des Kolbens wird Luft aus dem Rezipienten gesaugt. Zugstange mit Haltegriffen und massiver Fußbügel. Einschließlich Vakuumschlauch  $\varnothing$  5 mm.

Enddruck: 400 hPa  
 Schlauchanschluss: 5  $\varnothing$   
 Abmessungen: ca. 160x235x560 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,7 kg

### Hand-Vakuumpumpe

Einfache mechanische Luftpumpe zum Befüllen und Evakuieren kleiner Behälter. Mit ergonomischem Griff, um 360° drehbarem Zeigeranometer, Belüftungsventil, langem und kurzem Schlauch und sechs Anschlussadaptern.

Manometer: -980 hPa – 4000 hPa  
 Schlauchanschluss: 8,5 mm  $\varnothing$   
 Schläuche: 850 mm x 6,5 mm  $\varnothing$  innen  
 65 mm x 4,5 mm  $\varnothing$  innen  
 Abmessungen: ca. 180x60x260 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,3 kg



P-1012856

**P-1012856** .....



P-1000798

**P-1000798** .....

### Drehschieber-Vakuumpumpe, einstufig

Leistungsstarke, kompakte, einstufige, ölgedichtete Drehschieber-Vakuumpumpe für Vakuumversuche. Mit thermischem Überlastschutz, Handgriff, Gasballastventil, Manometer und Schlauchanschluss. Inklusive Pumpenöl.

Saugvermögen: 100 l/min  
 Enddruck: 0,05 hPa  
 Motorleistung: 245 W  
 Manometer: 0 – 1000 hPa  
 Schlaucholive: 10 mm  $\varnothing$   
 Netzanschlussspannung: 115 V oder 230 V, 50/60 Hz  
 Abmessungen: ca. 318x124x240 mm<sup>3</sup>  
 Gewicht: ca. 8 kg

**P-1012855** .....

### Drehschieber-Vakuumpumpe, zweistufig

Leistungsstarke, kompakte, zweistufige, ölgedichtete Drehschieber-Vakuumpumpe für Vakuumversuche. Mit thermischem Überlastschutz, Handgriff, Gasballastventil, Manometer und Schlauchanschluss.

Inklusive Pumpenöl.  
 Saugvermögen: 100 l/min  
 Enddruck: 0,003 hPa  
 Motorleistung: 245 W  
 Manometer: 0 – 1000 hPa  
 Schlaucholive: 10 mm  $\varnothing$   
 Netzanschlussspannung: 115 V oder 230 V, 50/60 Hz  
 Abmessungen: ca. 335x138x250 mm<sup>3</sup>  
 Gewicht: ca. 11 kg

**P-1003317** .....



P-1012855



P-1003317

### Dosierventil DN 16 KF

Einstellbar über Mikrometerschraube.

Anschluss: DN 16 KF

**P-1018822**



P-1018822

P-1002923

### 2-Wege-Kugelhahn DN 16 KF

Anschlüsse: DN 16 KF

Länge: 100 mm

**P-1002923**

### Kreuzstück DN 16 KF

Anschlüsse: DN 16 KF

Abmessungen: 80x44 mm<sup>2</sup>

**P-1002924**

### T-Stück DN 16 KF

Anschlüsse: DN 16 KF

Abmessungen: 50x44 mm<sup>2</sup>

**P-1002925**



P-1002924

P-1002925



P-1002929

P-1002928

P-1002926

P-1002927

### Übergangsflansch DN 16 KF / Welle 12 mm

Übergangsflansch zum Anschluss eines Vakuumschlauchs an KF-Systeme.

Anschluss: DN 16 KF

Schlauchanschluss: 12 mm

Länge: 40 mm

**P-1002928**

### Übergangsflansch DN 16 KF / NS 19/26

Übergangsflansch zum Anschluss von Komponenten mit Hülsenschliff, z.B. Gasentladungsröhre (P-1002905), an KF-Systeme.

Anschluss: DN 16 KF

Kern: 19/26 NS

Länge: 40 mm

**P-1002929**

### Belüftungsventil DN 16 KF

Anschluss: DN 16 KF

Abmessungen: 36 mm x 26 mm Ø

**P-1002926**

### Blindflansch DN 16 KF

Anschluss: DN 16 KF

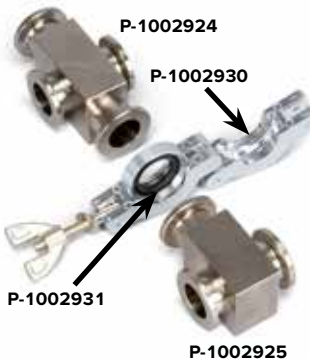
**P-1002927**

### Drehschieber-Vakuumpumpe P 4 Z

Kompakte, zweistufige Drehschieberpumpe mit hohem Saugvermögen. Automatische Schmierung der Drehschieber und Lager mit einem optimierten Öldruck verbessert die erreichbaren Enddrücke, stabilisiert die Pumpentemperatur und verlängert die Lebensdauer. Direktantrieb mit elastischer Kupplung. Gute chemische Resistenz und hohe Wasserdampfverträglichkeit. Eine geeignete Einrichtung verhindert, dass Öl zurück steigt und den Rezipienten verunreinigt. Geringes Gewicht und geringe Geräusentwicklung. Dauerbetriebsfest durch hochwertige Technik. Pumpe komplett anschlussfertig mit Ölfüllung, Zentrierung, Spannring, Motorschutzschalter, Netzschalter und Anschlusskabel mit Netzstecker.

Anschlussflansche: DN 16 KF  
 Saugvermögen (Pneurop): 77/92 l/min bei 50/60 Hz  
 Enddruck (ohne Gasballast partial):  $2 \times 10^{-4}$  hPa  
 Enddruck (mit Gasballast total):  $1 \times 10^{-2}$  hPa  
 Wasserdampfverträglichkeit: 40 hPa  
 Motorleistung: 200 W  
 Ölfüllung: 530 ml  
 Netzanschlussspannung: 100 / 115 / 230 V, 50/60 Hz  
 Abmessungen: ca. 415x150x235 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 17,5 kg

**P-1002919**



P-1002924

P-1002930

P-1002931

P-1002925

### Spannring DN 10/16 KF

Spannring für zur mechanisch sicheren Verbindung von KF-Bauteilen.

Anschluss: DN 16 KF

**P-1002930**

### KF-Außenzentrierung DN 10/16 KF

Gummidichtring für KF-Verbindungen.

**P-1002931**

### Pirani-Vakuummeter

Einfach programmierbares Tischgerät für die Messung und Regelung im Fein- und Grobvakuumbereich mit Pirani-Drucksensor und übersichtlicher Folientastatur. Messsensor, Messleitung (2,5 m) und Netzkabel sind im Lieferumfang enthalten.

Vakuumanschluss: DN 16 KF  
 Messbereich: 1100 – 0,001 hPa  
 Messunsicherheit: < 20% vom Anzeigewert  
 Anzeige: digitale LED-Anzeige in mbar, Pa, psi, torr  
 Ziffernhöhe: 10 mm  
 Auslesung: 5 pro sec  
 Schwellwertschalter: 2x 230 V, 2 A, unabhängig einstellbar  
 Schaltgenauigkeit/Hysterese:  $\pm 1$  Digit  
 Zulässige Überlast: 2 bar absolut  
 Leistungsaufnahme: max. 15 W  
 Netzanschlussspannung: 100 / 115 / 230 V, 50/60 Hz  
 Abmessungen: ca. 90x120x90 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,9 kg

**P-1012514**



P-1002919



P-1012514

**Luftdüse (Laminator)**

Luftdüse zur Erzeugung eines nahezu laminaren Luftstroms z.B. in Experimenten mit dem Satz Widerstands- und Auftriebskörper oder in Rückstoßexperimenten. Auf Stiel. Die Luftdüse enthält keine beweglichen Teile, erzeugt keinen Drall und ist sehr leicht. Sie weitet den Luftstrom eines angeschlossenen Gebläses auf. Dabei tritt die Luft aus den rohrförmigen Düsen im Bereich des Kunststoffringes aus und vermischt sich mit der Sekundärluft zu einem Gesamtluftstrom von großem Durchmesser. Einschließlich Schlauch.

- Luft Eintrittsöffnung: 33 mm
- Luftaustrittsöffnung: 120 mm
- Abmessungen: ca. 255x150 mm<sup>2</sup>
- Stieldurchmesser: 10 mm
- Masse: ca. 350 g

**P-1000758** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000606 Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000605 Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

**Stativmaterial**

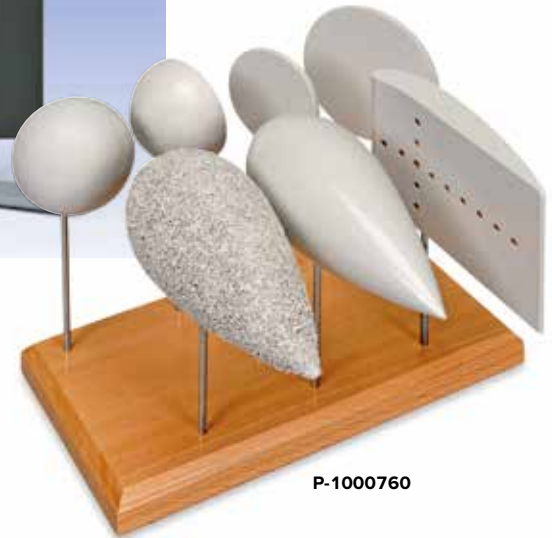
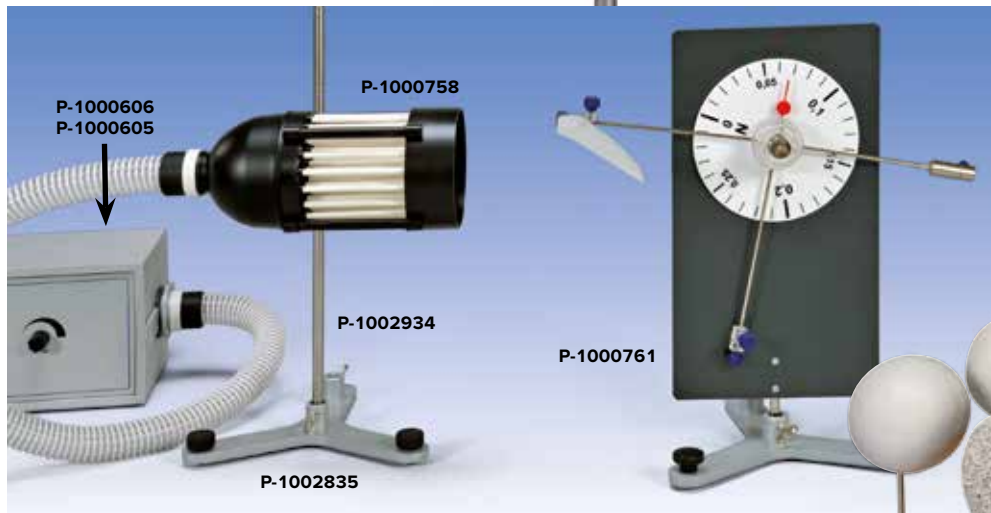


**Komponentenwaage**

Komponentenwaage mit Haltevorrichtung zur Messung von Luftwiderstand und Auftrieb an den Widerstandskörpern (P-1000760). Auf Stiel.

- Messbereich: 0 – 0,3 N
- Skalendurchmesser: 170 mm
- Abmessungen: ca. 350x220 mm<sup>2</sup>
- Stieldurchmesser: 10 mm
- Masse: ca. 900 g

**P-1000761** .....



**Luftstromerzeuger**

Gebläse mit kontinuierlich einstellbarem Luftstrom. Einschließlich Schlauch.

- Schlauchlänge: ca. 1,5 m
- Max. Leistungsaufnahme: 1100 W
- Abmessungen: ca. 300x180x170 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 4,4 kg

**Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1000606** .....

**Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000605** .....



**Satz Widerstands- und Auftriebskörper**

7 Holzmodelle mit Stiel zur Messung des Auftriebs und des Strömungswiderstands verschiedener Körper im laminaren Luftstrom. Inklusive Aufbewahrungsblock.

**Lieferumfang:**

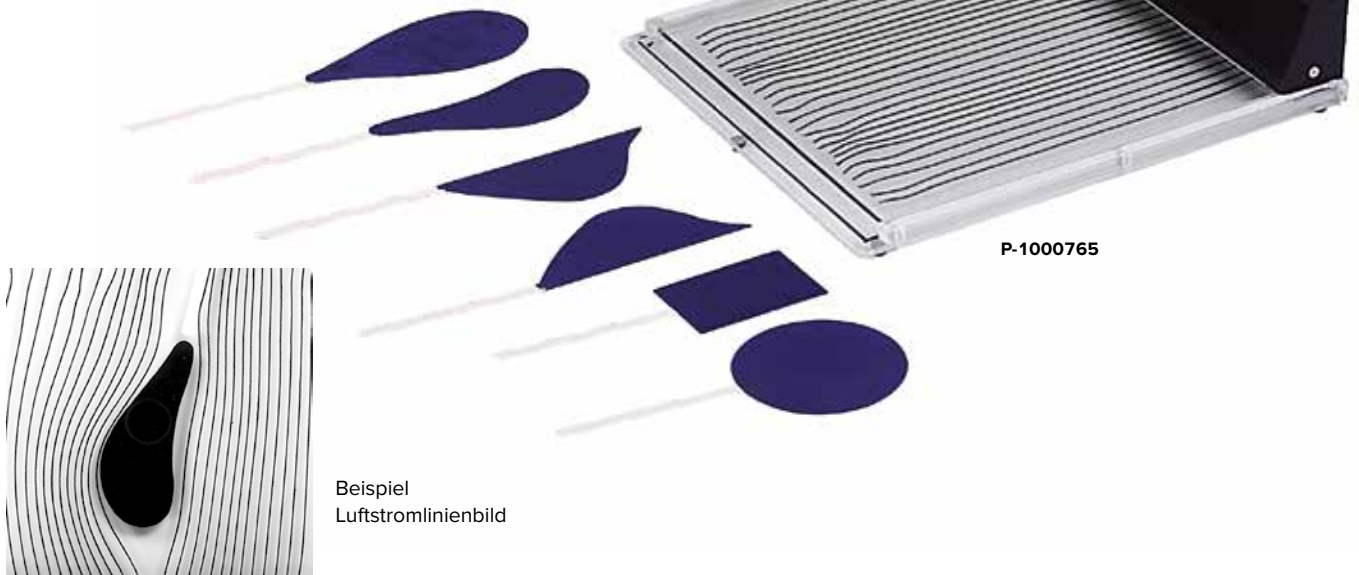
- 1 Stromlinienkörper, glatt, l = 120 mm
- 1 Stromlinienkörper, rau, l = 120 mm
- 1 Kugel, d = 50 mm
- 1 Kreisplatte, d = 47 mm
- 1 Kreisplatte, d = 68 mm
- 1 Halbkugel, d = 50 mm
- 1 Tragflächenprofil, l = 150 mm

**P-1000760** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000758 Luftdüse (Laminator)**

**P-1000761 Komponentenwaage**


 Beispiel  
Luftstromlinienbild

### Luftstromliniengerät

Gerät zur Darstellung von Luftstromlinienbildern unterschiedlich geformter Körper. Die Stromlinienbilder können mit einem Overheadprojektor großflächig abgebildet werden. Zwischen zwei Glasplatten befinden sich in gleichen Abständen angeordnet einseitig befestigte Fäden. Die Fäden folgen den Luftströmungen zwischen den beiden Glasplatten. In den Luftstrom können Strömungskörper unterschiedlicher Form eingeschoben werden. Die eingeschobenen Körper sind von außen im Luftstrom verschieden positionierbar. Einschließlich Schlauch.

Abmessungen: ca. 385x310x75 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 3,2 kg

### Lieferumfang:

- 1 Luftstromliniengerät
- 1 Kreiskörper
- 1 Rechteckkörper
- 1 Stromlinienkörper
- 1 Tragflächenprofil
- 2 Strömungskörper zur Darstellung einer Verengung
- 1 Schlauch

### P-1000765

Zusätzlich erforderlich:

- P-1000606 Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1000605 Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**Tageslichtprojektor**



P-1006784

### Wasserstromliniengerät

Gerät zur Demonstration und Untersuchung laminarer Strömungen in Wasser. Es kann die Entstehung einer Strömung im Wasser, der Stromlinienverlauf einer geradlinigen laminaren Strömung und beim Umströmen verschieden geformter Körper untersucht werden. Auch der Stromlinienverlauf an einer Einengung kann eindrucksvoll demonstriert werden. In das Gerät, bestehend aus oberer und unterer Wanne, wird ein rechteckiges Stück Velourspapier eingesetzt. Dieses saugt infolge der Kapillarität Wasser aus der oberen Wanne heraus. Das Wasser strömt in dem Velourspapier nach unten. Die Wasserströmung wird im oberen Bereich in konstanten Abständen mit Farbstoff markiert. Dank der geringen Strömungsgeschwindigkeit von etwa 2 mm/s kann man die Entstehung der Strömung am Farbstoff beobachten. Nach dem Trocknen des Velourspapiers erhält man ein bleibendes Stromlinienbild, das man kopieren und auswerten kann.

Abmessungen: ca. 220x140x240 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 1 kg

### P-1006784

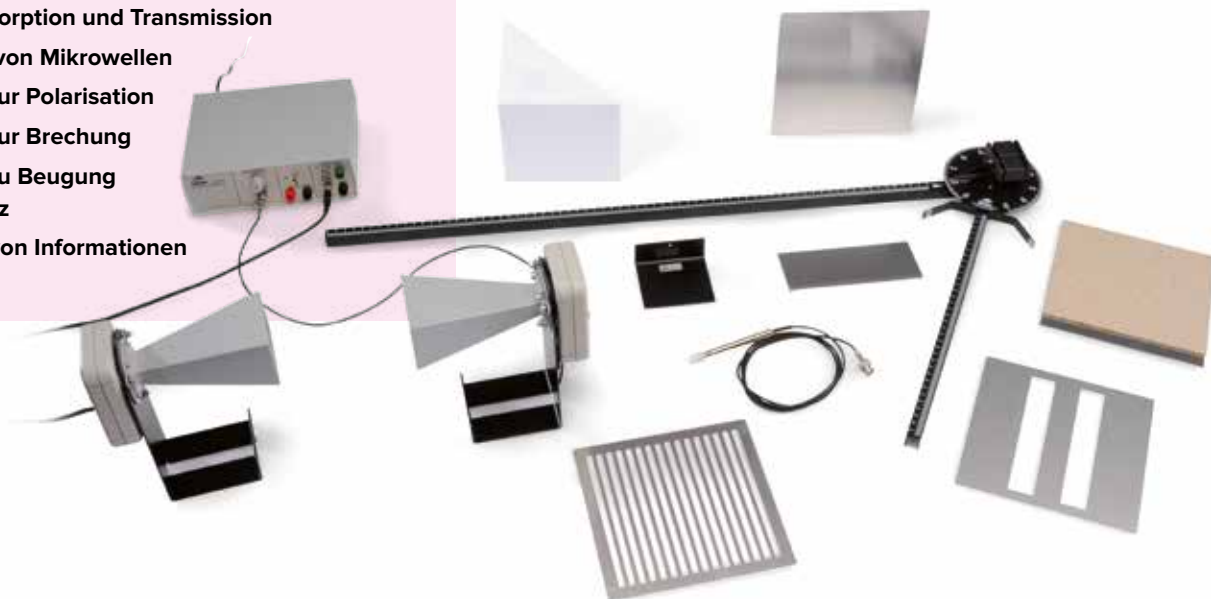
### Lieferumfang:

- 2 Acrylglaswannen
- 1 Maske
- 20 Blätter Velourspapier mit Aussparungen
- 1 Fläschchen mit Farbstoff
- Tupfer für Farbstoff
- Gummihandschuhe



**Themen:**

- Geradlinige Ausbreitung von Mikrowellen
- Reflexion, Absorption und Transmission
- Abschirmung von Mikrowellen
- Experimente zur Polarisation
- Experimente zur Brechung
- Experimente zu Beugung und Interferenz
- Übertragung von Informationen

**Mikrowellensatz**

Gerätesatz zur Durchführung von wellenoptischen Experimenten bei Wellenlängen im cm-Bereich. Ein Sender mit Hornantenne strahlt ein eng begrenztes Bündel linear polarisierter elektromagnetischer Wellen mit einer Wellenlänge von ca. 3 cm ab. Die Polarisationsrichtung kann durch Drehen der Hornantenne um die Achse der Ausbreitungsrichtung gedreht werden. Zum Nachweis der Wellen stehen ein Empfänger mit Hornantenne oder eine Mikrowellensonde zur Verfügung. Im Betriebsgerät wird die Intensität des empfangenen Signals in eine proportionale Ausgangsspannung zur Messung mit einem Voltmeter gewandelt. Außerdem kann ein akustisches Signal eingeschaltet werden, dessen Lautstärke proportional zur Intensität ist.

Oszillatorfrequenz:	9,4 GHz (P-1009951) 10,5 GHz (P-1009950)
Sendeleistung:	10 – 25 mW
Interne Modulatorfrequenz:	ca. 3 kHz
Akustisches Signal:	schaltbar
Externe Modulation:	100 Hz – 20 kHz, max. 1 V
Ausgangsspannung:	max. 10 V
Empfänger mit Hornantenne:	Siliziumdiode mit Resonator
Mikrowellensonde:	Siliziumdiode mit Resonator
Abmessungen des Basisgeräts:	ca. 170x200x75 mm <sup>3</sup>

**Lieferumfang:**

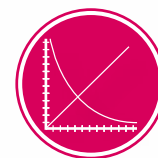
- 1 Betriebsgerät
- 1 Steckernetzgerät
- 1 Sender mit Hornantenne
- 1 Empfänger mit Hornantenne
- 1 Mikrowellensonde
- 1 Mikrowellenbank, 800 mm
- 1 Mikrowellen-Gelenkbank, 400 mm mit Plattenhalter
- 1 Reflektorplatte 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 Polarisationsgitter, 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 Absorptionsplatte aus Faserstoff, 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 Prisma aus Paraffin
- 1 Auflageplatte für Prisma
- 1 Platte mit Doppelspalt
- 1 Abdeckplatte für Doppelspalt

**Mikrowellensatz 9,4 GHz (230 V, 50/60 Hz)****P-1009951****Mikrowellensatz 10,5 GHz (115 V, 50/60 Hz)****P-1009950**

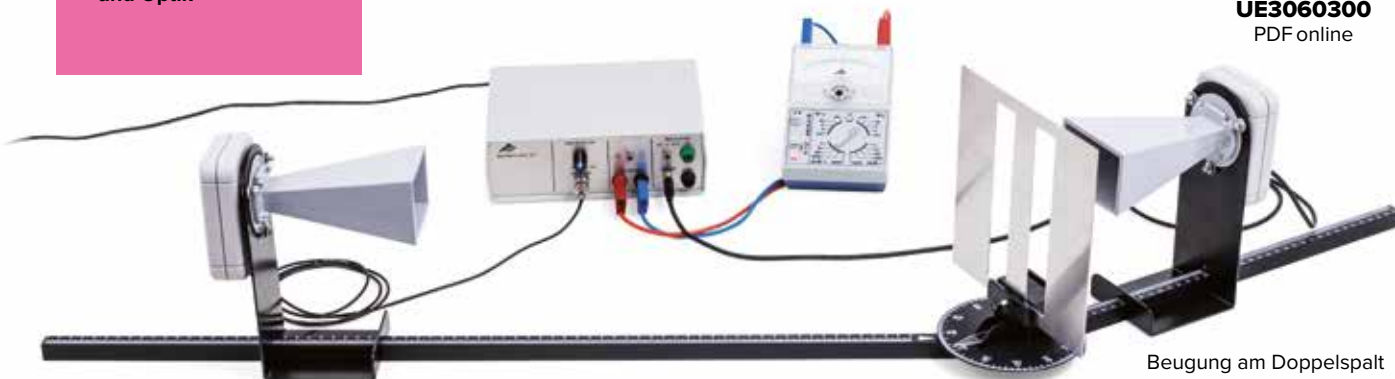
Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30****Hinweis:**

Unsere Empfehlungen zur Wellenoptik mit sichtbarem Licht finden Sie im Abschnitt „Licht und Optik“



**UE3060300**  
PDF online



Beugung am Doppelspalt

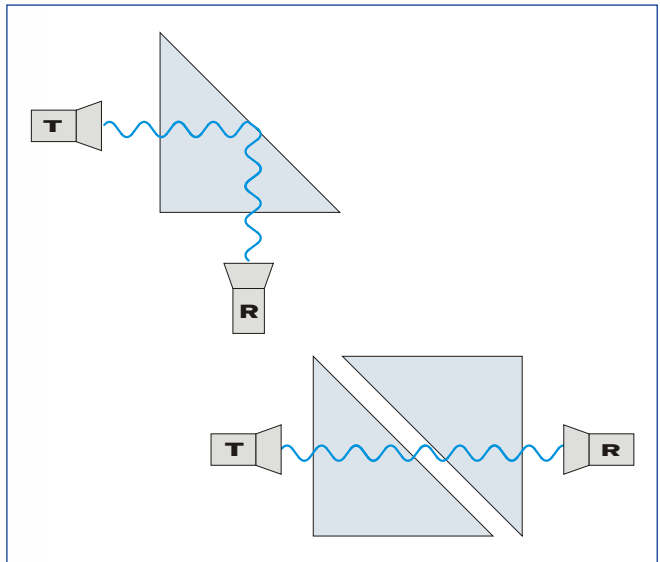


P-4008112

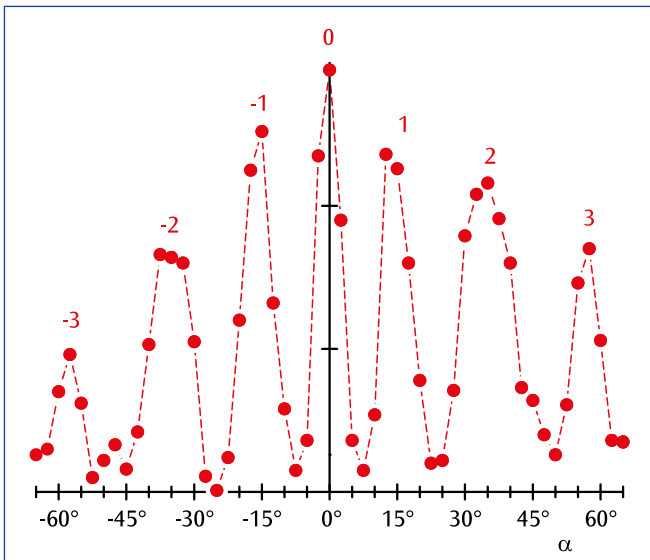
### Paraffinprisma

Kunststoffprisma gefüllt mit Paraffin zur Nutzung mit dem Mikrowellenlinsensatz (P-1009950 bzw. P-1009951).

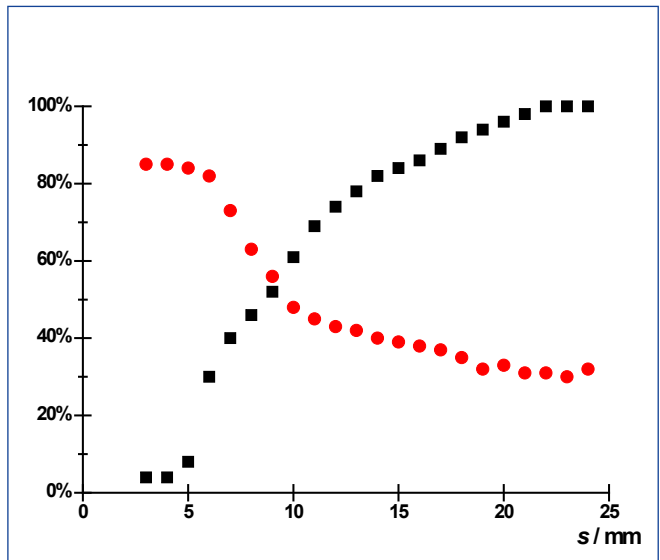
P-4008112



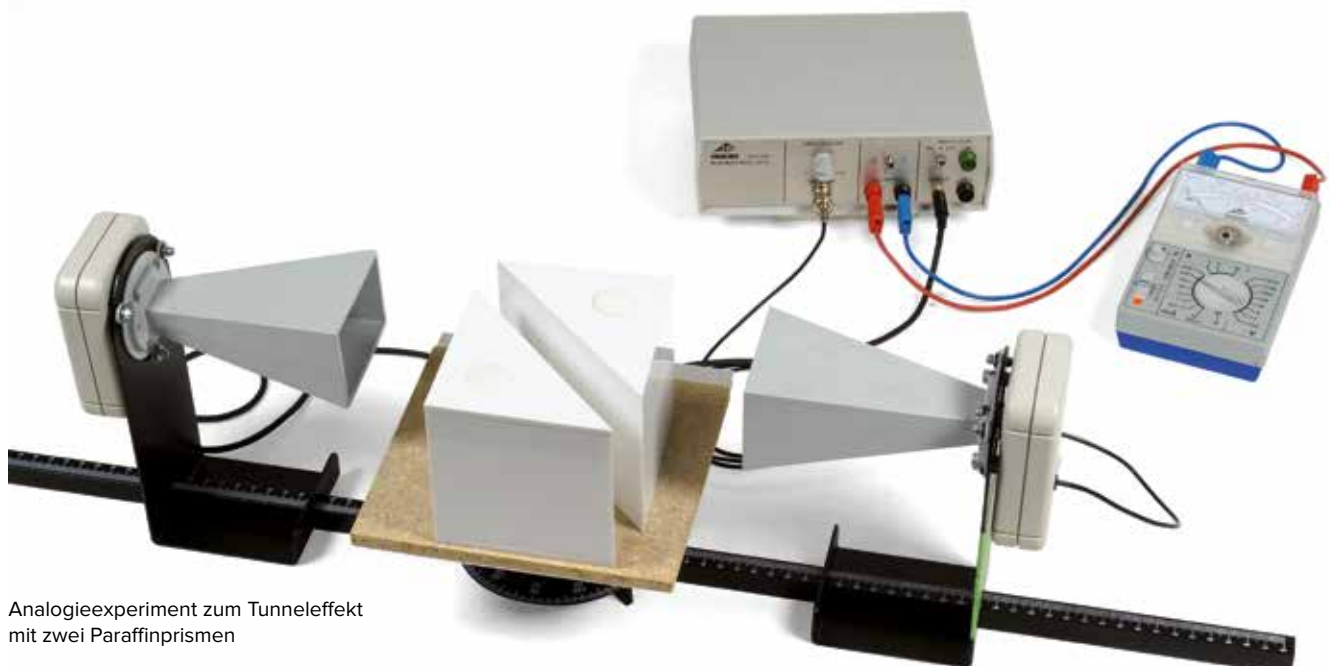
Schematische Darstellung des Tunneleffekts (T: Sender, R: Empfänger)



Intensitätsverteilung bei der Beugung von Mikrowellen am Doppelspalt



Relative Intensität in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Paraffinprismen



Analogieexperiment zum Tunneleffekt mit zwei Paraffinprismen

**Themen:**

- Erregung von Kreiswellen und geraden Wellen
- Reflexion
- Brechung
- Beugung
- Interferenz
- Doppler-Effekt

**Wellenwanne PM02**

Gerätesatz mit Wellenwanne zur Demonstration und Untersuchung der Eigenschaften von Wellen am Beispiel von Wasserwellen. Die Wellenwanne ist ein flaches Becken mit Glasboden in einem Aluminiumrahmen, das mit Wasser gefüllt wird. Die horizontale Ausrichtung des Beckens erfolgt über höhenverstellbare FüÙe. Durch lokale Luftdruckschwingungen, deren Frequenz und Amplitude am Steuergerät eingestellt werden, werden im Wasser gerade Wellen oder Kreiswellen erregt. Zur Frequenzmessung kann ein externer Zähler an das Steuergerät angeschlossen werden. Eine LED-Lampe beleuchtet die Wanne von oben als Stroboskop mit asynchroner oder synchroner Frequenz. Unter der Wanne befindet sich ein schräg gestellter Spiegel, der die Wellen auf eine Beobachtungsscheibe projiziert. Mit Schubfach zur Aufbewahrung des Zubehörs und Tragegriffen für den Transport. Inklusive Steckernetzgerät. Frequenzbereich: stufenlos einstellbar, 1 – 60 Hz  
 Stroboskopleuchte: LED  
 Anschluss für Frequenzzähler: 4-mm-Sicherheitsbuchsen  
 Spannungsversorgung: über Steckernetzgerät 100 – 240 V  
 Abmessungen Wannenkörper: ca. 400x300x320 mm<sup>3</sup>  
 Abmessungen Beobachtungsscheibe: ca. 375x320 mm<sup>2</sup>



**Lieferumfang:**

- 1 Wellenwanne mit Projektionsspiegel; Beobachtungsscheibe und Beleuchtung
- 1 Steuergerät
- 1 Steckernetzgerät
- 1 Modul zur Erregung gerader Wellen
- 1 Modul zur Erregung von Kreiswellen
- 1 Modul zur Erregung von zwei interferierenden Kreiswellen
- 1 langer Schlauch
- 3 Einlegekörper für Reflexion und Brechung (Prisma, Bikonkav- und Bikonvexlinse)
- 4 Einlegekörper zum Aufbau von Einzelspalt und Doppelspalt
- 1 Ablaufschlauch



**P-1017591**



Brechung von Wasserwellen an einer Sammellinse



Reflexion von Wasserwellen an einem „Hohlspiegel“



Schublade auf der Rückseite

## Themen:

- Erregung von periodischen und nichtperiodischen Wellen
- Auslenkung, Phase und Amplitude
- Frequenz und Wellenlänge
- Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit
- Gleich- und gegenphasige Überlagerung von Wellen
- Reflexion einer Welle
- Stehende Wellen

## Wasserwellenkanal

Wellenkanal zur Demonstration und Untersuchung der grundlegenden Eigenschaften von Wellen am Beispiel von Wasserwellen. In einem mit Wasser gefüllten Plexiglskanal wird eine sinusförmige Wasserwelle erregt, die sich dank eines Absorbers am Kanalende ohne Reflexion ausbreitet. Ihre Frequenz und somit ihre Wellenlänge kann kontinuierlich variiert werden. Zur Untersuchung der Reflexion wird der Absorber am Kanalende entfernt. Es stehen zwei Wellenerreger zur Verfügung, die gleich- oder gegenphasig betrieben und deren Wellen getrennt oder in Überlagerung betrachtet werden können. Bei gepulstem Betrieb der Erreger entstehen nichtperiodische Wellen.

Versorgungsspannung: 9 – 12 V DC

Leistungsaufnahme: max. 40 W

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Frequenzbereich: stufenlos einstellbar

Abmessungen: ca. 1500x150x290 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 12,6 kg

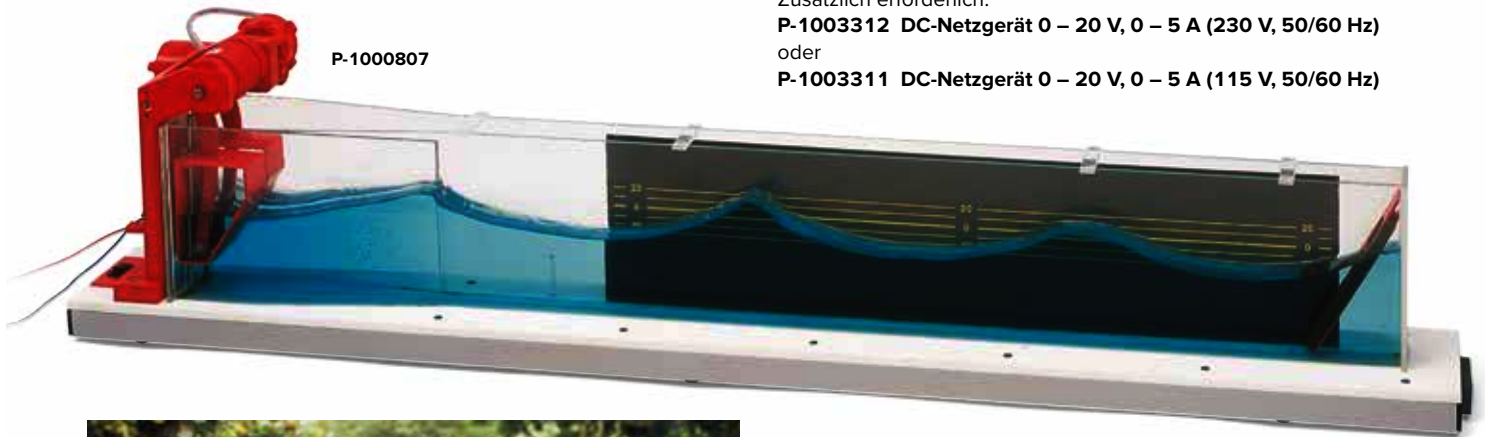
### P-1000807

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



## Schraubenfeder Snakey

Besonders lange Schraubenfeder zur Demonstration und Untersuchung von transversalen und longitudinalen Wellen.

Länge: 2 m bis 14 m

Gesamtwindungszahl: 1300

Windungs-

durchmesser: 25 mm

Masse: 1400 g

### P-1008687

## Schraubenfeder Slinky

Lange Schraubenfeder zur Darstellung der Ausbreitung und Reflexion von Longitudinalwellen.

Länge: 0,2 m bis 5 m

Gesamtwindungszahl: 330

Windungs-

durchmesser: 70 mm

Masse: 550 g

### P-1003516

P-1003516



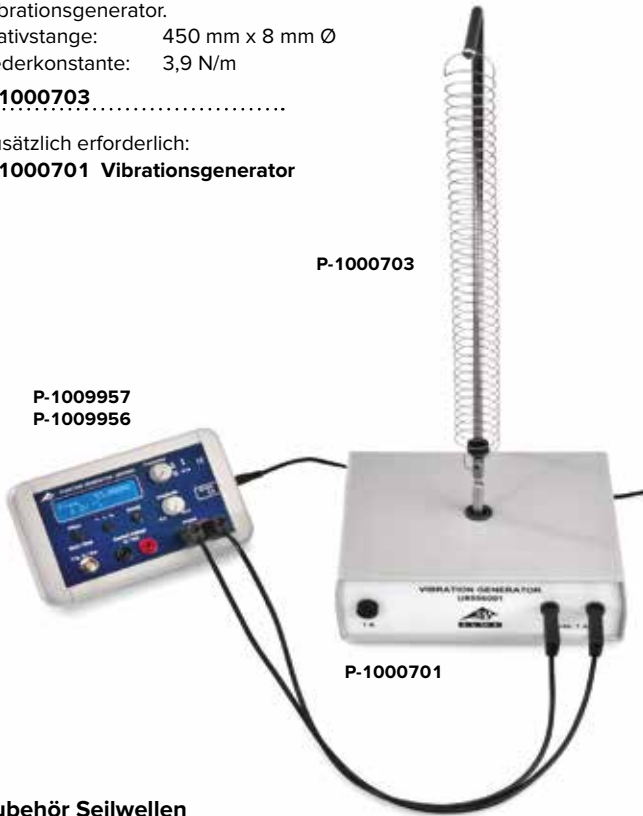
**Zubehör Federschwingungen**

Ideales Zubehör zum Vibrationsgenerator (P-1000701) zur eindrucksvollen Demonstration stehender Longitudinalwellen in einer Schraubenfeder. Bestehend aus abgewinkelter Stativstange, Schraubenfeder und Steckerstift zur Befestigung der Feder am Vibrationsgenerator.

Stativstange: 450 mm x 8 mm Ø  
 Federkonstante: 3,9 N/m

**P-1000703** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1000701 Vibrationsgenerator**

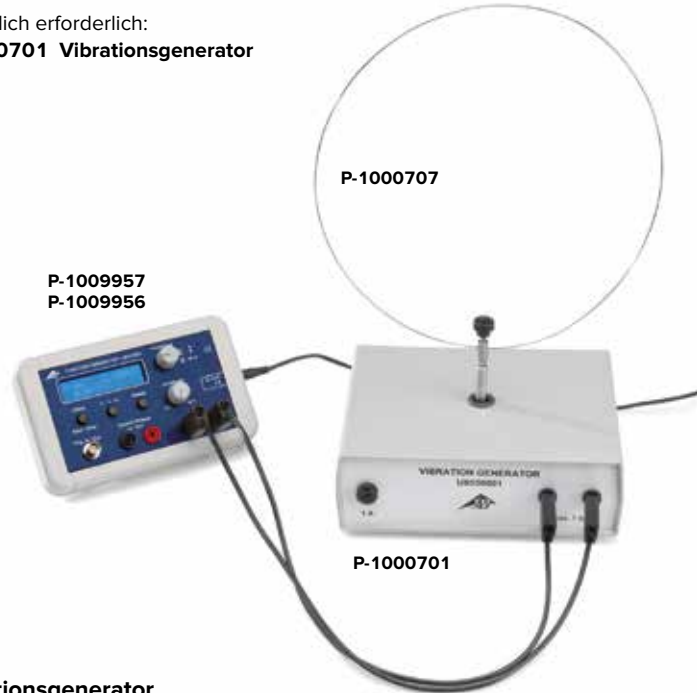


**Resonanzdraht, kreisförmig**

Zubehör zum Vibrationsgenerator (P-1000701) zur Darstellung von Schwingungsknoten bei verschiedenen Frequenzen. Drahtring mit 4 mm-Stecker.  
 Durchmesser: 290 mm

**P-1000707** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1000701 Vibrationsgenerator**



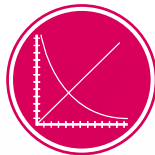
**Zubehör Seilwellen**

Ideales Zubehör zum Vibrationsgenerator (P-1000701) zur Untersuchung von stehenden Transversalwellen und deren Wellenlängen in Abhängigkeit von der Seilspannung und der Frequenz. Bestehend aus Grundplatte mit Stativstange, Halter für Kraftmesser, Umlenkvorrichtung und Gummiseil.

Seil: 1 m  
 Abmessungen: ca. 180x180x525 mm<sup>3</sup>

**P-1008540** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1000701 Vibrationsgenerator**  
**P-1003106 Kraftmesser 5 N**



**UE1050700**  
 PDF online



**Vibrationsgenerator**

Robuster Vibrationsgenerator zur mechanischen Anregung von Schwingungen und Wellen z.B. in einer Spiralfedern, einem Gummiseil, einem Drahtring oder einer Chladni-Platte. In stabilem Kunststoffgehäuse mit Halterungsstift mit 4 mm-Buchse zur Befestigung des Zubehörs inklusive Halterung für Stativstange (bis 8 mm Ø) an der Rückseite des Geräts zur Demonstration stehender Wellen in einer Schraubenfeder. Der Generator ist mit Überlastschutz ausgestattet.

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Impedanz: 8 Ω  
 Frequenzbereich: 0 bis 20 kHz  
 Überlastschutz: 1 A Sicherung  
 Abmessungen: ca. 200x160x70 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,4 kg

**P-1000701** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1009957 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1009956 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)**

**Gummiseil**

Gummiseil zur Demonstration stehender Wellen und der Ausbreitung von Wellen z.B. in Verbindung mit dem Vibrationsgenerator (P-1000701). Auf Brettchen, 25 m, 2 mm Ø.

**P-1000702** .....

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1000701 Vibrationsgenerator**



### Chladni Platten

Preisgünstige Metallplatten zur Erzeugung von Klangfiguren nach Chladni in feinem trockenem Sand z.B. in Verbindung mit dem Vibrationsgenerator (P-1000701). Mit 4 mm-Stecker.

#### Chladni-Platte, rund, 240 mm Ø

P-1000705

#### Chladni-Platte, quadratisch, 180x180 mm

P-1000706

Zusätzlich erforderlich:

P-1000701 Vibrationsgenerator

P-1000706



P-1000705



### Gleichstrommotor 12 V

Handlicher Experimentiermotor, der auch als Tachogenerator, Schwingungsgeber oder zur Erregung von Seilwellen eingesetzt werden kann. Der Motor hat einen eisenlosen Rotor und deshalb ein hohes Anlaufdrehmoment bei kleinem Trägheitsmoment. Er zeichnet sich durch sehr kurze Hochlaufzeit, ruhigen Lauf und geringes Laufgeräusch aus. Der Motor hat auf der Achse eine Gewindebuchse mit aufgeschraubter Schnurrolle, so dass auch Scheiben und Hebel auf der Achse befestigt werden können.

Nennspannung/-strom: 12 V/260 mA DC

Anlaufspannung/-strom: 0,5 V/45 mA DC

Leistungsaufnahme: 3,6 W

Nennzahl: 3900 U/min

Nennmoment: 0,5 Ncm

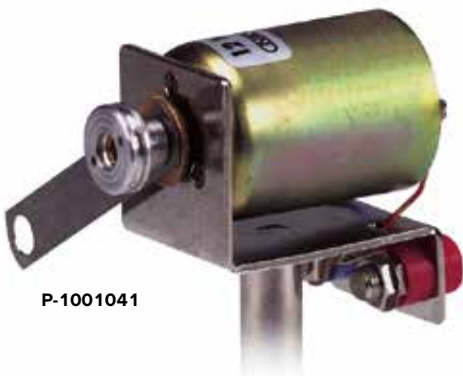
Drehrichtung: umkehrbar

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Abmessungen: ca. 130x55 mm<sup>2</sup>

Masse: ca. 200 g

P-1001041



P-1001041

### Seilwellengerät

Solides Gerät zur Demonstration stehender Transversalwellen an einem Seil und zur Untersuchung ihrer Wellenlänge in Abhängigkeit von der Seilspannung und der Frequenz.

Abmessungen: ca. 700x150x230 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 4,4 kg

#### Lieferumfang:

- 1 Chassis
- 1 Gummiband
- 1 Umlenkrolle
- 1 Achsklemme
- 2 Achszapfen
- 2 Vierkantmuffen
- 2 Stativstangen, 400 mm
- 1 Kraftmesser 5 N

P-1000808

Zusätzlich erforderlich:

P-1001041 Gleichstrommotor 12 V

P-1001038 Sinusgenerator

P-1000866 Transformator 12 V, 25 W (230 V, 50/60Hz)

oder

P-1000865 Transformator 12 V, 25 W (115 V, 50/60Hz)

P-1000808





**Wellenmaschine, Handgerät**

Demonstrationsgerät zur Veranschaulichung der Ausbreitung, Reflexion, Brechung und Überlagerung transversaler Wellen.

Eine Kette von Doppelpendeln ist durch ein Torsionsband bifilar gekoppelt. Zwei Handgriffe dienen der manuellen Anregung.

Zahl der Doppelpendel: 79

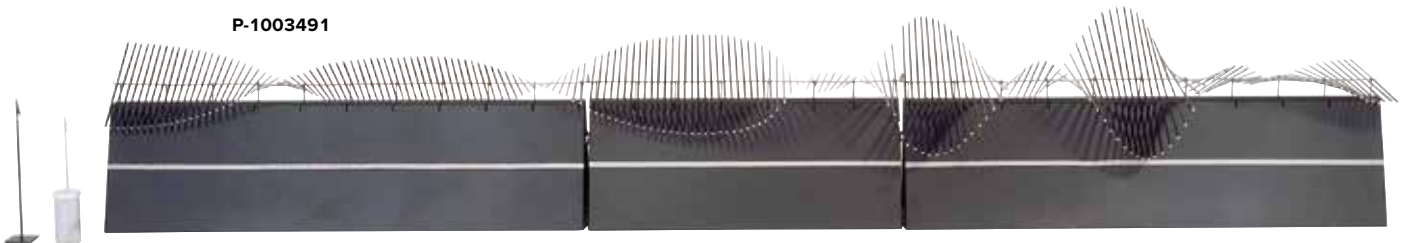
Länge: 3 m

Masse: ca. 0,8 kg

**P-1003524** .....



P-1003524



P-1003491

**Themen:**

- Ausbreitung einer fortlaufenden Welle
- Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phasengeschwindigkeit
- Reflexion von Wellen an losen und festen Enden
- Stehende Wellen und Resonanz bei losen und festen Enden
- Konstruktive und destruktive Überlagerung von Wellen
- Ausbreitung und Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Gleichgewichtsstörung
- Reflexion einer Gleichgewichtsstörung am festen oder losen Ende
- Dämpfung von fortlaufenden Wellen
- Reflexion an einem Grenzübergang
- Übergangskopplung

**Demonstrations-Wellenmaschine, Komplettsatz**

Erweiterung der Demonstrations-Wellenmaschine um ein Modul mit kurzen Pendelstäben, ein Übergangsmodule und zwei Modulkoppler. Koppelt man die beiden Module mit unterschiedlichen Pendellängen und somit unterschiedlichen Wellengeschwindigkeiten aneinander, so lässt sich an der Kopplungsstelle Reflexion beobachten. Diese wird durch Einsatz des Übergangsmoduls vermieden.

Stablänge Modul 1: 460 mm

Stablänge Modul 2: 230 mm

Stablänge

Übergangsmodule: 230 – 460 mm

Gesamtlänge: 2440 mm

**P-1003491** .....

**Demonstrations-Wellenmaschine, Einzelmodul**

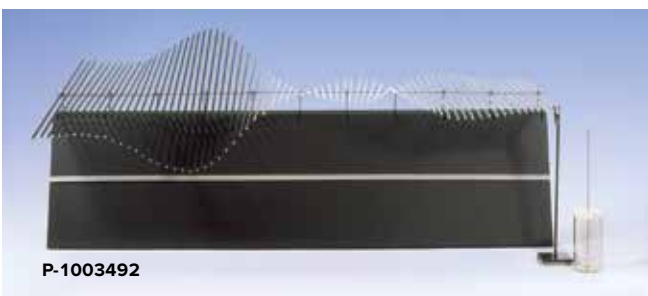
Wellenmaschine zur Durchführung von zahlreichen Demonstrationsexperimenten zur Veranschaulichung des Verhaltens und der Eigenschaften von transversalen Wellen. Zur Darstellung der Wellenbewegung dient eine Kette von 73 Pendelstäben aus Stahl, die mittig an einer tordierbaren Stahlstabfeder fest gelötet sind. Die Enden der Pendelstäbe sind an einer Seite mit Leuchtfarbe, an der anderen mit weißer Farbe versehen. Die Anordnung ruht auf einem zusammenklappbaren Träger aus Stahlblech. Im Lieferumfang enthalten ist eine Dämpfungsvorrichtung und eine Halteklammer auf Stab zur Demonstration von Reflexionen an festen Enden.

Zahl der Stäbe: 73

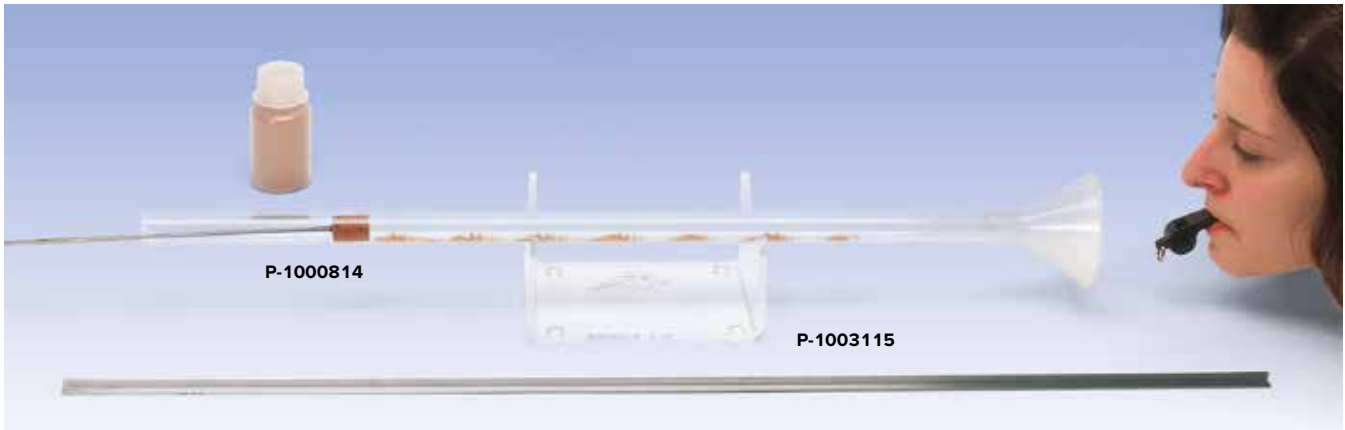
Stablänge: 460 mm

Länge: 920 mm

**P-1003492** .....



P-1003492



### Kundt'sches Rohr

Glasrohr zur Darstellung stehender Schallwellen und zur Bestimmung von Schallwellenlängen mit Korkmehl nach der Methode von Kundt. Das Korkmehl wird mittels einer Einfüllschiene gleichmäßig im Glasrohr verteilt und aus einer Schallquelle z.B. einer Trillerpfeife, der Stimmgabel 1700 Hz (P-1002607) oder dem Druckkammerlautsprecher (P-1000811) zur Ausbildung eines periodischen Musters mit Knoten und Bäuchen angeregt. Die verfügbare Länge des Rohres kann mit einem Abstimmtrieb variiert werden.

Länge: 600 mm  
 Außendurchmesser: 20 mm  
 Innendurchmesser: 17 mm

#### Lieferumfang:

- 1 Glasrohr mit Trichter
- 1 Abstimmtrieb
- 1 Einfüllschiene
- 1 Trillerpfeife
- 1 Flasche Korkmehl

#### P-1000814

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000964 Plexiglasständer**

P-1000815



### Korkmehl, 10 g Flasche

Feines Korkmehl zum Einsatz im Kundt'schen Rohr (P-1000814).

#### P-1000815

Schallwelle, und es kommt zur konstruktiven oder destruktiven Interferenz. Es treten hörbare Resonanzen auf, wenn die Länge der schwingenden Luftsäule ungeradzahlig Vielfachen von einem Viertel der Schallwellenlänge entspricht.

Höhe Resonanzrohr: 1 m  
 Durchmesser Resonanzrohr: 3 cm  
 Skala: 98 cm  
 Graduierung: 1 mm  
 Höhe Ausgleichsgefäß: 24 cm  
 Durchmesser Ausgleichsgefäß: 7 cm  
 Masse (ohne Zubehör und Stativmaterial): ca. 3,3 kg

#### Lieferumfang

- 1 Resonanzrohr mit Skala
- 1 Ausgleichsgefäß
- 1 Silikonschlauch
- 2 Horizontalklemmen
- 1 Normalstimmgabel a1 440 Hz
- 1 Anschlaghammer

#### P-1018475

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002936 Stativstange**  
1000 mm
- P-1001044 Stativfuß, A-Form,**  
200 mm
- P-1002830 Universalmuffe**



P-1018475

### Themen:

- Resonanzen einer schwingenden Luftsäule
- Stehende Schallwellen
- Bestimmung der Wellenlänge von Schallwellen in Luft
- Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft

## neu

### Quincke'sches Resonanzrohr

Das Quincke'sche Resonanzrohr dient zum Nachweis von Interferenzerscheinungen an stehenden Schallwellen. Der Gerätesatz besteht aus einem Resonanzrohr mit mm-Skala, das teilweise mit Wasser gefüllt wird und durch einen Schlauch mit einem Ausgleichgefäß verbunden ist. Die Luftsäule über dem Wasser wird durch eine Stimmgabel (optional: Lautsprecher) zum Schwingen angeregt. Durch Anheben des Ausgleichgefäßes kann der Wasserfüllstand im Resonanzrohr erhöht und damit die Luftsäule verkürzt werden. Die von der Schallquelle über dem einseitig offenen Rohr ausgehende Schallwelle überlagert sich mit der an der Wasseroberfläche reflektierten



## Experimente zu Schallwellen und zur Schallgeschwindigkeit

### Bestimmung der Schallgeschwindigkeit aus der Laufzeit eines Schallimpulses in Luft und weiteren Gasen

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Kundt'sches Rohr E	P-1017339
1 Impulsbox K	P-1017341
1 Mikrofonsonde, lang	P-1017342
1 Mikrofonsonde, kurz	P-4008308
1 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520
oder	
1 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521
1 Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1017333
oder	
1 Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1017334
2 HF-Kabel BNC / 4-mm-Stecker	P-1002748
1 Paar Sicherheitsexperimentierkabel	P-1002849
Ggf. verschiedene technische Gase	

### Bestimmung der Schallgeschwindigkeit aus der Laufzeit eines Schallimpulses in Abhängigkeit von der Temperatur

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Kundt'sches Rohr E	P-1017339
1 Impulsbox K	P-1017341
1 Mikrofonsonde, lang	P-1017342
1 Mikrofonsonde, kurz	P-4008308
1 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520
oder	
1 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521
1 Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1017333
oder	
1 Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1017334
1 Heizstab K	P-1017340
1 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003311
1 digitales Sekunden-Taschenthermometer	P-1002803
1 Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -65 – 550 °C	P-1002804
2 HF-Kabel BNC / 4-mm-Stecker	P-1002748
2 Paar Sicherheitsexperimentierkabel	P-1002849

### Quantitative Untersuchungen an stehenden Wellen im geschlossenen und offenen Rohr – Ermittlung der Schallgeschwindigkeit aus Wellenlänge und Frequenz

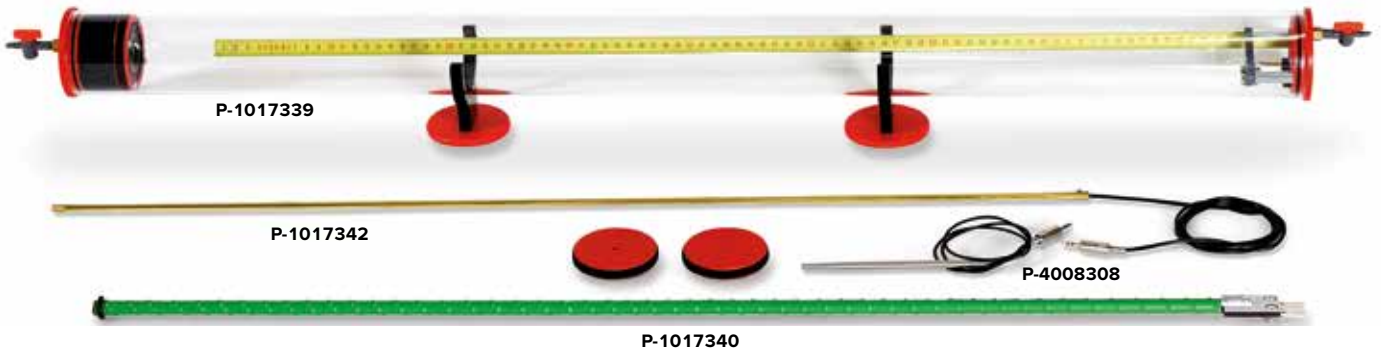
Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Kundt'sches Rohr E	P-1017339
1 Mikrofonsonde, lang	P-1017342
1 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520
oder	
1 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521
1 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	P-1009957
oder	
1 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	P-1009956
1 Analog-Multimeter ESCOLA 30	P-1013526
1 Paar Sicherheitsexperimentierkabel	P-1002849
1 HF-Kabel BNC / 4-mm-Stecker	P-1002748

### Frequenzanalyse an stehenden Wellen im geschlossenen Rohr

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Kundt'sches Rohr E	P-1017339
1 Mikrofonsonde, lang	P-1017342
1 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520
oder	
1 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521
1 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	P-1009957
oder	
1 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	P-1009956
1 USB-Oszilloskop 2x50 MHz	P-1017264
1 HF-Kabel	P-1002746
1 HF-Kabel BNC / 4-mm-Stecker	P-1002748
1 Paar Sicherheitsexperimentierkabel	P-1002849

### Bestimmung der Laufzeit von Schallimpulsen im offenen Raum

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Mikrofonsonde, kurz	P-4008308
1 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520
oder	
1 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521
1 Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1017333
oder	
1 Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1017334
1 Anschlusskabel mit zwei Metallstäben	P-1017344
1 Taschenbandmaß, 2 m	P-1002603
2 HF-Kabel BNC / 4-mm-Stecker	P-1002748



### Kundt'sches Rohr E

Schallrohr aus Acrylglas mit Lautsprecher und verschiebbarer Skala zur quantitativen Untersuchung von Schallwellen in Luft oder anderen Gasen, insbesondere zur Messung der Wellenlänge und der Schallgeschwindigkeit. Mit zwei Standfüßen, Kapillarscheibe, Sondenscheibe, zwei Schlaucholiven mit Absperrhahn zur Befüllung mit Gasen, Aufnahme und Führung für lange Mikrofonsonde, Bohrung für kurze Mikrofonsonde sowie Halterung und Anschluss für Heizstab K.

Frequenzbereich:	20 bis 5000 Hz
Länge des Schallrohres:	1000 mm
Durchmesser des Schallrohres:	70 mm
Skala:	950 mm
Schlaucholiven:	5 mm Ø
Leistung des Lautsprechers:	3 W
Impedanz des Lautsprechers:	50 Ω
Masse:	ca. 1,25 kg

**P-1017339** .....

### Heizstab K

Heizstab zur Erwärmung der Luft im Kundt'schen Rohr E bis ca. 50 °C.

Betriebsspannung:	max. 12 V
Leistungsaufnahme:	36 W
Temperatur im Kundt'schen Rohr:	max. 50 °C
Anschluss:	4-mm-Steckerpaar
Abmessungen:	ca. 900 mm x 11 mm Ø

**P-1017340** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder  
**P-1003311 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Mikrofonsonde, lang

Miniaturmikrofon am Ende eines langen Stabs zur Messung von Schalldruckänderungen im Kundt'schen Rohr E. Mit Gewinde zur Aufnahme der Sondenscheibe des Kundt'schen Rohres E.

Frequenzbereich:	20 Hz – 16 kHz
Stabdurchmesser:	6 mm
Stablänge:	900 mm
Anschlusskabel:	ca. 1 m, mit 3,5 mm-Klinkenstecker

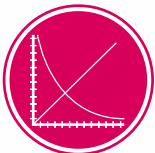
**P-1017342** .....

### Mikrofonsonde, kurz

Miniaturmikrofon am Ende eines kurzen Stabs zur Messung von Schalldruckänderungen.

Frequenzbereich:	20 Hz – 16 kHz, (1 – 20 Hz und 16 – 42 kHz nicht spezifizierter Toleranzbereich)
Stabdurchmesser:	6 mm
Stablänge:	140 mm
Anschlusskabel:	ca. 0,6 m, mit 3,5-mm-Klinkenstecker

**P-4008308** .....



**UE1070310**  
PDF online



Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft aus der Laufzeit eines Schallimpulses

**Mikrosekundenzähler**

Einfach zu bedienender Zähler zur Zeitmessung im Mikrosekundenbereich. Besonders gut geeignet für Messungen in Verbindung mit der Mikrofonbox. Inklusive Steckernetzgerät 12 V AC. Der Zählvorgang wird mit dem Start-Eingang gestartet und mit dem Stopp-Eingang gestoppt. Die Nullstellung erfolgt automatisch bei erneutem Start. Beide Eingänge reagieren auf eine steigende Flanke und sind intern mit Pull-Up-Widerständen versehen.

Messbereich:	1 – 9999 $\mu$ s
Auflösung:	1 $\mu$ s
Genauigkeit:	quarzgenau
Innenwiderstand:	2,4 k $\Omega$ (Starteingang), 5,6 k $\Omega$ (Stoppeingang)
Schaltflanke für beide Eingänge:	steigende Flanke
Anzeige:	4-stellig, LED
Anschlüsse:	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Stromversorgung:	über Steckernetzgerät 12 V AC, 500 mA
Abmessungen:	ca. 100x75x35 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 400 g inkl. Steckernetzgerät

**Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)****P-1017333****Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)****P-1017334**

P-1017333  
P-1017334



P-1017344

**Anschlusskabel mit zwei Metallstäben**

Paar Metallstäbe mit Anschlusskabel für Mikrofonbox zum Start von Laufzeitmessungen an Schallimpulsen im offenen Raum.

Kabellänge:	75cm
Anschlüsse:	2x 4-mm-Sicherheitsstecker, 3,5mm Klinkenstecker
Stab:	110 mm x 10 mm $\emptyset$

**P-1017344**

P-1014520  
P-1014521

**Mikrofonbox**

Universeller zweikanaliger Verstärker für lange oder kurze Mikrofonsonde. Besonders geeignet zum Einsatz mit dem Mikrosekundenzähler in Experimenten zur Ermittlung der Schallgeschwindigkeit. Inklusive Steckernetzgerät 12 VAC. Beide Kanäle sind individuell umschaltbar zwischen den Betriebsarten „Signal“ für den Anschluss eines Oszilloskops, „Pegel“ für den Anschluss eines Voltmeters und „Impuls“ für den Anschluss des Mikrosekundenzählers. Die Triggerschwelle für den Impuls hängt von der einstellbaren Empfindlichkeit des Vorverstärkers ab.

Bandbreite:	10 Hz bis 42 kHz
Verstärkung:	20 bis 70-fach
Ausgangsimpedanz:	1 k $\Omega$
Ausgangssignal:	umschaltbar zwischen Signal, Pegel und Impuls
Signal:	0 – 14 Vpp.
Pegel:	0 – 7 V DC
Puls:	Low: 0 V, High: 8 V DC, Länge: 150 ms
Eingänge:	3,5 mm Klinkenbuchse
Ausgänge:	BNC-Buchse
Stromversorgung:	über Steckernetzgerät 12 V AC, 500 mA
Abmessungen:	ca. 100x75x35 mm <sup>3</sup>
Masse inkl. Steckernetzgerät:	ca. 450 g

**Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)****P-1014520****Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)****P-1014521**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1017342** Mikrofonsonde, lang  
oder  
**P-4008308** Mikrofonsonde, kurz



P-1017341

**Impulsbox K**

Elektronischer Schalter, der auf Knopfdruck einen elektrischen Impuls an einen angeschlossenen Lautsprecher gibt. Spannungsversorgung über eine 9-V-Blockbatterie.

Abmessungen:	ca. 100x75x35 mm <sup>3</sup>
--------------	-------------------------------

**P-1017341**

### Themen:

- **Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schallimpulsen in verschiedenen Stäben**
- **Vergleich der Ausbreitung von Longitudinal- und Transversalwellen**
- **Stehende Schallwellen in kurzen Stäben**
- **Polarität der Reflexion am Stabende**
- **Vielfachreflexion an den Enden langer Stäbe**

P-1018469  
P-1018468



Schall

### Vorteile

- **Kompakter Aufbau auf dem Labortisch**
- **Berührungsfreie und dämpfungsarme Messung der Schallwellen**

#### Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“

Gerätesatz zur Untersuchung der Schallausbreitung und zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Stäben unterschiedlicher Materialien. Der Gerätesatz besteht aus verschiedenen Probestäben, zwei Mikrofonsonden und einer Mikrofonbox zum Anschluss an ein Oszilloskop. In stabiler Kunststoffbox mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel.

#### Lieferumfang:

- 6 Probestäbe 200 mm aus Glas, Acrylglas, PVC, Holz (Buche), Edelstahl und Aluminium
- 4 Probestäbe 100 mm aus Kupfer, Messing, Edelstahl und Aluminium
- 1 Probestab 400 mm aus Edelstahl
- 2 Anschlaghämmer
- 2 Mikrofonsonden
- 1 Mikrofonbox
- 1 Steckernetzgerät 12 V AC
- 3 Gummimatten 50x40x5 mm<sup>3</sup>

#### Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“ (230 V, 50/60 Hz)

P-1018469

#### Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“ (115 V, 50/60 Hz)

P-1018468

Zusätzlich erforderlich:  
Zweikanal-Oszilloskop z.B.

P-1017264 USB-Oszilloskop 2x50 MHz

### Themen:

- **Richtungshören**
- **Bestimmung der Laufzeitdifferenz zum linken und rechten Ohr**
- **Einfluss linearer Verzerrungen über Hohlraumresonanz**

#### Gerätesatz „Räumliches Hören“

Gerätesatz zur Untersuchung des Richtungshörens und zur Bestimmung der Laufzeitdifferenz zum linken und rechten Ohr durch Erzeugung von Klopfgeräuschen auf einem geschlossenen Schlauch. Des Weiteren wird der Einfluss linearer Verzerrungen auf das Richtungshören über Hohlraumresonanz durch paralleles sowie wechselseitiges Einführen zweier offener Schlauchenden in einen leeren oder halb mit Wasser gefüllten Becher untersucht. Bestehend aus einem Stethoskop mit verschiedenen Schläuchen und Plastikbecher in stabilem Kunststoffkoffer mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage und transparentem Deckel.

#### Lieferumfang:

- 1 Stethoskop
- 2 Ersatz-Ohroliven
- 1 Schlauch 1 m
- 2 Schläuche 0,5 m
- 2 Zahnstocher
- 1 Plastikbecher
- 1 Aufbewahrungskoffer

P-1018551

Zusätzlich empfehlenswert:

P-4008308 Mikrofonsonde, kurz (2x)

P-1014520 Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1014521 Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)

P-1017333 Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1017334 Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)

P-1002748 HF-Kabel BNC / 4 mm-Stecker (2x)



P-1018551



Wellen und Schall



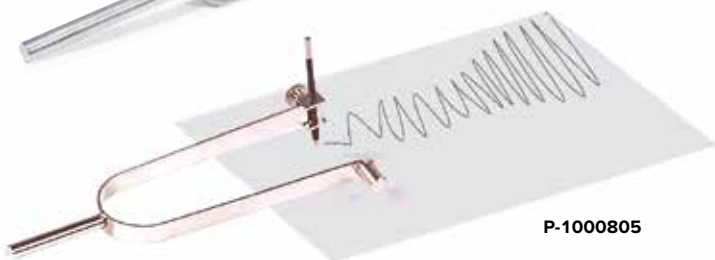
P-1000700

**Demonstrationsstimmgabel**

Große Stimmgabel zur Demonstration der schwingenden Schenkel einer Stimmgabel.

Länge: 750 mm

P-1000700 .....



P-1000805

**Schreibstimmgabel 21 Hz**

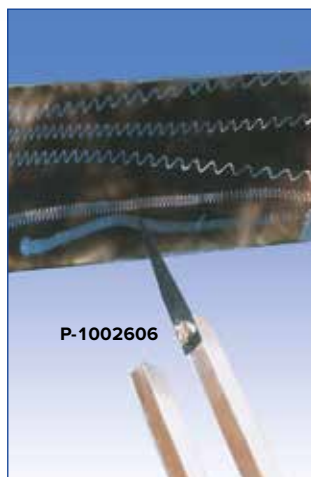
Stimmgabel zur Aufzeichnung der Schwingungen einer Stimmgabel auf einem Blatt Papier. Schwingungserregung durch Zusammendrücken der Zinken. Die Schwingung der Stimmgabel ist sowohl rein visuell als auch stroboskopisch sehr deutlich erkennbar. Im Lieferumfang enthalten sind ein Schreibstift mit Halter und eine Gegenmasse.

Eigenfrequenz: 21 Hz

Länge: 245 mm

Gesamtmasse: ca. 170 g

P-1000805 .....



P-1002606

**Schreibstimmgabel C 128 Hz**

Stimmgabel zur Demonstration und Aufzeichnung von Schallschwingungen. Einer der beiden Zinken ist mit einer Metallspitze zur Aufzeichnung der Schwingungen auf einer beruhten Glasplatte ausgestattet. Einschließlich Glasplatte.

Eigenfrequenz: 128 Hz

Gesamtlänge: ca. 280 mm

Glasplatte: 120x50 mm<sup>2</sup>

P-1002606 .....



P-1002609

**Stimmgabel 2000 Hz**

Stimmgabel mit Handgriff zur Demonstration des Doppler-Effektes. Der Effekt kann sehr beeindruckend durch langsames Vor- und Rückwärtsbewegen in Richtung des Zuhörers demonstriert werden.

Eigenfrequenz: 2000 Hz

Länge der Stimmgabel: 220 mm

P-1002609 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1002610 Anschlaghammer, hart



P-1002606



P-1002608

**Leichtmetall-Stimmgabel, 1700 Hz**

Intensive Schallquelle hoher Frequenz, z.B. zur Erzeugung stehender Schallwellen im Kundt'schen Rohr.

Eigenfrequenz: 1700 Hz

Länge: ca. 105 mm

P-1002607 .....

**Leichtmetall-Stimmgabel, 1000 Hz**

Intensive Schallquelle hoher Frequenz, z.B. zur Erzeugung stehender Schallwellen im Kundt'schen Rohr.

Eigenfrequenz: 1000 Hz

Länge: ca. 115 mm

P-1002608 .....



P-1002613

**Stimmgabel 440 Hz auf Resonanzkasten**

Besonders lange tönende Stimmgabel auf Resonanzkasten aus klar gemasertem Tannenholz. Herausnehmbar, einschließlich weichem Anschlaghammer (P-1002614).

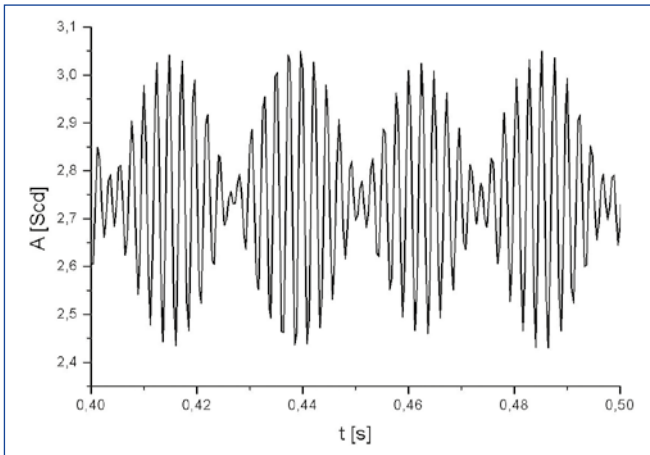
Eigenfrequenz: 440 Hz

Länge der Stimmgabel: ca. 170 mm

Resonanzkasten: 180x90x50 mm<sup>3</sup>

P-1002613 .....





Akustische Schwebung

**Stimmgabelpaar 440 Hz auf Resonanzkästen**

Paar Stimmgabeln für Schwebungsexperimente; die Stimmgabeln sind baugleich mit P-1002613. Einschließlich weichem Anschlaghammer (P-1002614) und Paar Abstimmgewichten (P-1002611).

**P-1002612**



P-1002612

**Stimmgabelsatz C-Dur Akkord auf Resonanzkästen**

Satz vier Stimmgabeln zur Demonstration des C-Dur Akkords. Auf Resonanzkästen aus klar gemasertem Tannenholz, besonders lange tönend, Stimmgabeln herausnehmbar. Einschließlich weichem Anschlaghammer (P-1002614).

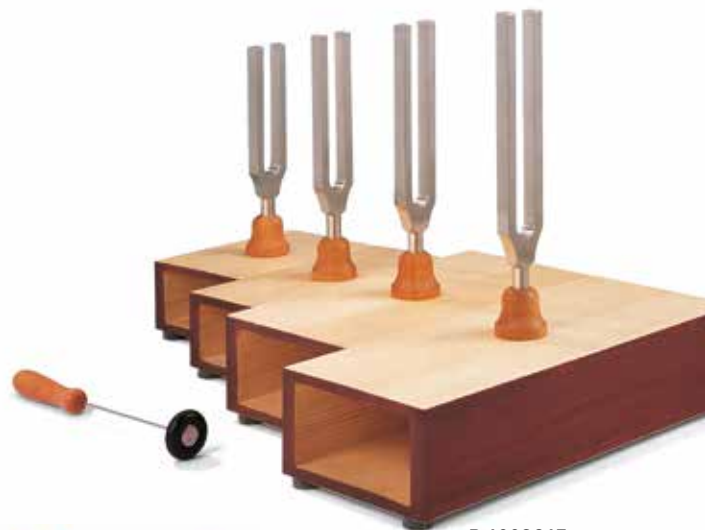
**Frequenzen:**

- c' = 256 Hz
- e' = 322 Hz
- g' = 384 Hz
- c'' = 512 Hz

**Innenmaß:**

- 300 mm
- 240 mm
- 190 mm
- 140 mm

**P-1002615**



P-1002615

**Stimmgabelsatz C-Dur Tonleiter**

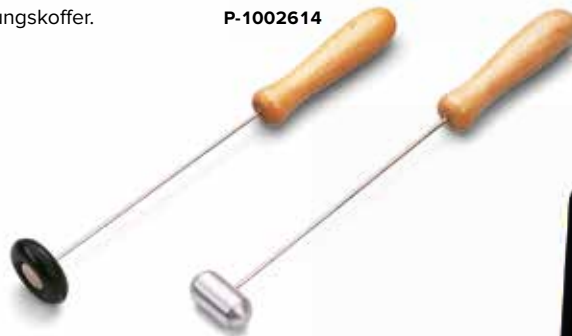
Satz von 8 Stimmgabeln, in Aufbewahrungskoffer.

P-1002614

**Frequenzen:**

- c' = 256 Hz
- d' = 288 Hz
- e' = 320 Hz
- f' = 341 1/3 Hz
- g' = 384 Hz
- a' = 426 2/3 Hz
- h' = 480 Hz
- c'' = 512 Hz

**P-1002605**



P-1002610

**Anschlaghammer, weich**

Gummihammer besonders geeignet für Stimmgabeln niedriger Frequenz, z.B. für Stimmgabeln auf Resonanzkästen (P-1002612, P-1002613 und P-1002615).

**P-1002614**

**Anschlaghammer, hart**

Aluminiumhammer besonders geeignet für Stimmgabeln höherer Frequenz z.B. für Stimmgabel 2000 Hz (P-1002609).

**P-1002610**

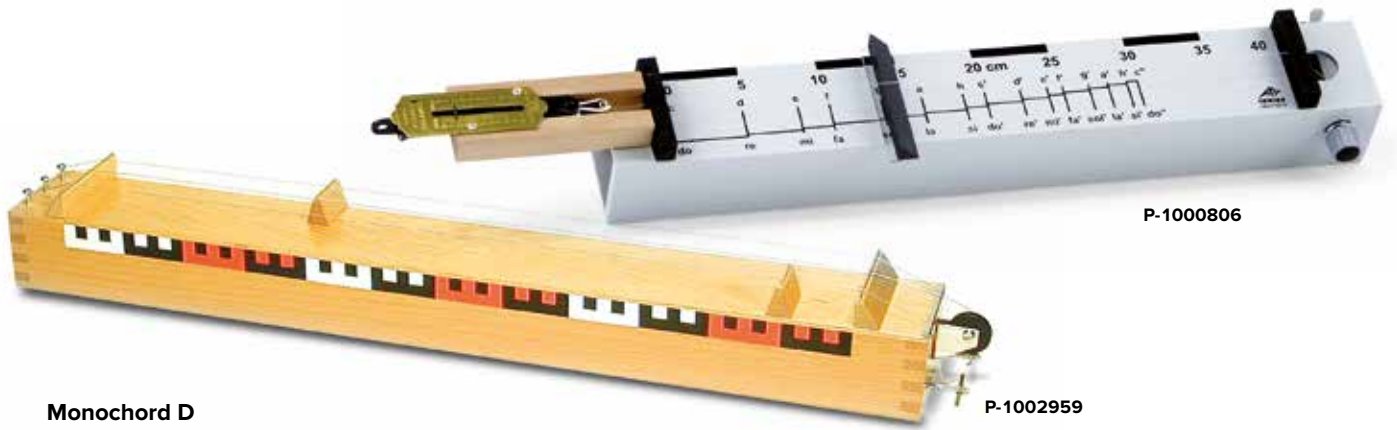
**Abstimmgewichte, Paar (o. Abb.)**

Zwei Abstimmgewichte zur Frequenzänderung von Stimmgabeln für Schwebungsversuche passend zu Stimmgabel 440 Hz auf Resonanzkästen (P-1002613).

**P-1002611**



P-1002605



P-1000806

P-1002959

**Monochord D**

Demonstrationsgerät zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Tonhöhe und Saitenlänge, der Bildung von Obertönen durch harmonische Teilung und der Abhängigkeit der Tonhöhe von der Saitenspannung. Über einem Resonanzkasten sind zwei Stahl- und eine Nylonsaite gespannt. Die Spannung von zwei Saiten kann über Wirbel eingestellt werden, bei einer Saite wird die Spannung über eine Umlenkrolle mit Hilfe von Laststücken oder einem Kraftmesser variiert. Die wirksamen Saitenlängen sind mit zwei verschiebbaren Stegen veränderbar.

Skalenlänge: 600 mm  
 Skalenteilung: cm und dm  
 Abmessungen: ca. 700x90x70 mm<sup>3</sup>

P-1002959

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1003375 Kraftmesser 50 N

**Satz 3 Monochordsaiten** (o. Abb.)

Zwei Stahl- und eine Nylonsaite mit Ösen, passend zum Monochord D (P-1002959).

P-1002960

**Zungenpfeife**

Zungenpfeife aus Kunststoff mit 8 Klappen, auf C-Dur abgestimmt.

Länge: 370 mm  
 Masse: ca. 90 g

P-1012893

**Helmholtz-Resonator**

Hohle Glaskugel mit einem engen Röhrchen nach außen zur Demonstration von akustischen Resonanzen. Die Grundschiwingung wird durch Anblasen der Öffnung oder Klopfen gegen den Hohlraum angeregt. Durch die Elastizität der Luft in der Kugel in Verbindung mit der trägen Masse der Luft im Röhrchen entsteht ein akustischer Resonator mit einer ausgeprägten Eigenresonanz. Deren Frequenz hängt von den Abmessungen der Kugel und des Röhrchens ab. Mit einem Satz Helmholtz-Resonatoren lässt sich die Zusammensetzung von Tönen zu einem Klanggemisch demonstrieren.

Öffnung in der Glaskugel: 14 mm Ø  
 Länge des Röhrchens: 15 mm  
 Innendurchmesser des Röhrchens: 6 mm

**Helmholtz-Resonator, 70 mm Ø**

P-1003520

**Helmholtz-Resonator, 52 mm Ø**

P-1003521

**Helmholtz-Resonator, 40 mm Ø**

P-1003522

**Helmholtz-Resonator, 32 mm Ø**

P-1003523



P-1003520

P-1003521

P-1003522

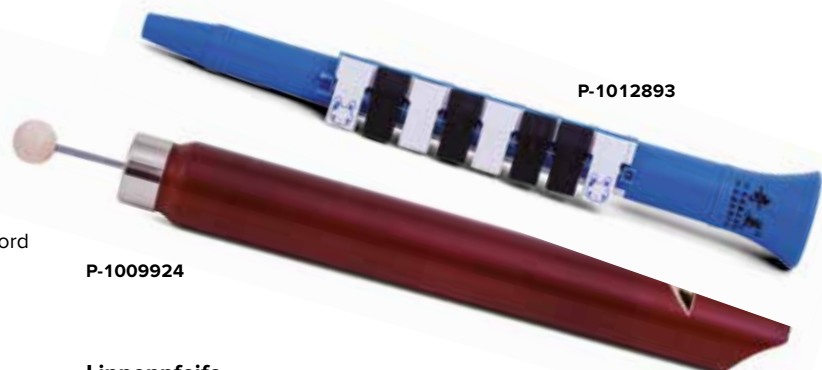
P-1003523

**Monochord**

Beidseitig offener Holzkasten mit Spannvorrichtung für eine Saite zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Tonhöhe und Saitenlänge und der Abhängigkeit der Tonhöhe von der Saitenspannung. Mit Ablesevorrichtung für die spannende Kraft. Einschließlich einer Stahlsaite (Ton h) und einer Perlonsaite.

Abmessungen: ca. 490x70x60 mm<sup>3</sup>

P-1000806



P-1012893

P-1009924

**Lippenpfeife**

Lippenpfeife für Experimente zur Tonhöhe in Abhängigkeit des Resonanzraumes. Geschlossene Holzpfeife runden Querschnitts mit beweglichem Stempel, chromatisch von g<sup>1</sup> (392 Hz) bis g<sup>2</sup> (794 Hz).

Frequenzbereich: ca. 400 Hz bis 800 Hz  
 Resonanzraum: ca. 170 mm x 20 mm Ø  
 Länge: ca. 250 mm

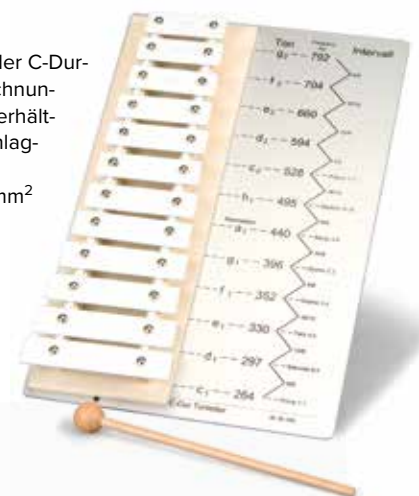
P-1009924

**Metallophon**

Metallophon zur Demonstration der C-Dur-Tonleiter von c<sup>1</sup> bis g<sup>2</sup>. Tonbezeichnungen, Frequenzen und Frequenzverhältnisse sind aufgedruckt. Mit Anschlaghämmerchen.

Abmessungen: ca. 320x210 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 510 g

P-1000804



P-1000804

P-1000811

**Druckkammerlautsprecher**

Nahezu punktförmige Schallquelle  
z.B. zur Anregung des Kundt'schen  
Rohres (P-1000814).  
Frequenzbereich: 300 Hz – 10 kHz  
Belastbarkeit: 8 W (max 10 W)  
Impedanz: 8 Ω  
Haltestiel: 10 mm Ø  
Masse: ca. 650 g



**P-1000811**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1001038 Sinusgenerator**

**P-1000866 Transformator (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000865 Transformator (115 V, 50/60 Hz)**

**Breitbandlautsprecher**

Ideale Schallquelle für Akustik-  
experimente im Frequenzbereich  
von 60 Hz bis 23 kHz. Einschließlich  
Anschlusskabel mit 4 mm-Sicher-  
heitsstecker.

Frequenzbereich: 60 Hz bis 23 kHz  
(-10 dB)

Belastbarkeit: 100 W (gemäß  
IEC 268-5)

Impedanz: 4 Ω

Hochtöner: 1/2" Ø

Tieftöner: 5 1/2" Ø

Abmessungen: 225x150x142 mm<sup>3</sup>

Masse: 1,8 kg



P-1000812

**P-1000812**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1001038 Sinusgenerator**

**P-1000866 Transformator (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000865 Transformator (115 V, 50/60 Hz)**

Aufnahme stehender Ultraschallwellen



**Gerätesatz Ultraschallwandler 40 kHz**

Gerätesatz für Experimente zur geometrischen und wellenmechanischen Akustik. Basierend auf dem von den Gebrüdern Curie entdeckten Piezo-Effekt wird eine Wechselspannung an einen piezoelektrischen Körper angelegt und dieser so in Schwingung versetzt. Durch Schallwellen kann er aber auch zu Schwingungen angeregt werden und diese werden dann in elektrische Spannung umgewandelt.

Resonanzfrequenz: ca. 40 kHz

Bandbreite: ca. 6 kHz

Kapazität: 1900 pF

Anschluss: BNC

Stativstab: 150 mm x 10 mm Ø

Abmessungen: 40 mm x 20 mm Ø

**Lieferumfang:**

1 Ultraschallsender auf Stativstab

1 Ultraschallempfänger auf Stativstab

1 Projektionsschirm

1 Maßstab, 1 m

**P-1009888**

Geräteausstattung:

**P-1009888 Gerätesatz Ultraschallwandler 40 kHz**

**P-1009957 Funktionsgenerator FG100 (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1009956 Funktionsgenerator FG100 (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002727 Analog-Oszilloskop, 2x 30 MHz**

**P-1001046 Tonnenfuß, 0,5 kg (3x)**

**P-1002746 HF-Kabel**

**P-1002752 T-Stück, BNC**

**P-1002751 Adapter BNC-Buchse/4-mm-Stecker**



P-1009888



## Debye-Sears-Effekt

Im Jahre 1932 wurde von Debye und Sears erstmals gezeigt, dass Licht beim Durchgang durch eine zu hochfrequenten Schwingungen angeregte Flüssigkeit eine Beugung erfährt. Die Dichtemaxima und -minima einer stehenden Ultraschallwelle in der Flüssigkeit wirken dabei wie die Gitterelemente eines optischen Beugungsgitters. Die Gitterkonstante entspricht der halben Wellenlänge und hängt somit von der Frequenz des Ultraschalls und der Schallgeschwindigkeit des durchschallten Mediums (z.B. Wasser, Glycerin oder Speiseöl) ab.

Ultraschall



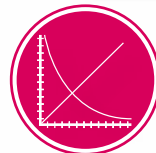
Gerätezusammenstellung Debye-Sears-Effekt:

**P-1002576 Ultraschall-cw-Generator mit Sonde**

**P-1002578 Probengefäß**

**P-1002577 Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, rot**

**P-1002579 Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, grün**



**UE1070550**

PDF online

### Ultraschall-cw-Generator mit Sonde

Ultraschallgenerator zur Erzeugung kontinuierlicher Ultraschallwellen mit hoher Leistung über einen weiten Frequenzbereich bis 20 MHz. Einschließlich Multifrequenzsonde mit wasserdicht vergossener Schallabstrahlungsfläche. Die Sendefrequenz ist in 1 Hz Schritten digital einstellbar und wird auf einem Display angezeigt. Die Schallleistung ist ebenfalls einstellbar. Sie wird über die Sendespannung am Ultraschallwandler geregelt und kann getrennt ein- und abgeschaltet werden. Der Sendebetrieb wird durch eine Kontrollleuchte angezeigt. Die Anzeige der Sendespannung erfolgt über ein LCD-Display. Am Sendeausgang steht ein sinusförmiges Signal mit einer max. Amplitude von 46 Vss zur Verfügung. Zusätzlich liegt die Sendefrequenz als TTL-Signal an einer BNC-Buchse sowie als Generatorsignal (max. 2,5 Vss) an einer weiteren BNC-Buchse an. Das Gerät kann somit auch als flexibler Signalgenerator verwendet werden. Für die Ansteuerung der roten bzw. der grünen Laserdiode zum Debye-Sears-Experiment steht ein entsprechender Spannungsausgang zur Verfügung. Dieser kann ebenfalls separat abgeschaltet werden und ist mit einer Kontrollleuchte ausgestattet.

Generatorfrequenz:  $\leq 20$  MHz

Multifrequenzsonde: 1 – 13 MHz

Frequenzabstufung: 1 Hz

Signalamplitude: 2 – 46 Vss

Sendsignal-Ausgang: cw/Burst/Puls-Signal, abschaltbar mit Kontrollleuchte

TTL-Ausgang: 0 – 5 V, Rechtecksignal

Signalgenerator-

Ausgang: Sinus, Dreieck oder Rechteck mit cw, Burst oder Puls, max. 2,5 Vss

Anschluss: Laserdiode, regelbar, abschaltbar mit Kontrollleuchte

Anzeige: Strom, Spannung, Frequenz und Mode (cw, Burst, Puls) oder alternativ Laser-Spannung, Signalgeneratorspannung, und Signaltyp (Sinus, Dreieck, Rechteck), Burstlänge und Puls-wiederholfrequenz

Netzspannung: 100 – 240 V, 50/60 Hz

Abmessungen: ca. 255x170x265 mm<sup>3</sup>

**P-1002576**

### Probengefäß, komplett

Probengefäß aus Glas zur Durchführung des Debye-Sears-Experiments oder zur Projektion der Ultraschallwellen mit divergentem Licht. Deckel mit Sondenjustierung über drei Stellschrauben zur Einstellung einer stehenden Schallwelle und senkrecht zur Schallachse angeordnete Laserhalterung mit Linsenaufnahme.

Probengefäß: 100x100x120 mm<sup>3</sup>

Probenvolumen: ca. 1 l

Laserhalterung: 18 mm  $\varnothing$

Linse: plankonvex, f = 100 mm, 16 mm  $\varnothing$

**P-1002578**

### Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, rot

Laserdiode der Schutzklasse II mit 1 m Anschlusskabel und Hohlstecker zum Anschluss an den Ultraschall-cw-Generator (P-1002576), passend zur Laserhalterung des Probengefäßes (P-1002578). Alle Exemplare sind einzeln in ihrer Wellenlänge vermessen und protokolliert.

Wellenlänge: ca. 650 nm

Leistung:  $< 1$  mW

Versorgungsspannung: 3 V DC

Stromaufnahme: max. 30 mA

Abmessungen: 90 mm x 17 mm  $\varnothing$

**P-1002577**

### Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, grün

Laserdiode der Schutzklasse IIIa mit 1 m Anschlusskabel und Hohlstecker zum Anschluss an den Ultraschall-cw-Generator (P-1002576), passend zur Laserhalterung des Probengefäßes (P-1002578). Alle Exemplare sind einzeln in ihrer Wellenlänge vermessen und protokolliert.

Wellenlänge: ca. 532 nm

Leistung:  $< 5$  mW

Versorgungsspannung: 3 V DC

Stromaufnahme: max. 250 mA

Abmessungen: 90 mm x 17 mm  $\varnothing$

**P-1002579**

Wellen und Schall

## Ultraschall-Echoskop GS200

Betriebsgerät zur Durchführung von Ultraschallexperimenten im Reflexionsbetrieb (Impuls-Echo) oder im Durchschallungs-Mode mit den Ultraschallsonden 1 MHz (P-1018617), 2 MHz (P-1018618) und 4 MHz (P-1018619). Mit eingebauter Sende- und Empfangseinheit, laufzeitabhängiger Verstärkung (TGC, Time-Gain Control), integriertem Analog-Digital-Wandler und Mikroprozessor. Anschluss an einen Mess- und Auswerte-Computer über die USB-Schnittstelle. Anschluss der Ultraschallsonden über robuste Snap-In-Buchsen. Automatische Sondereerkennung. Ausgleich von Intensitätsverlusten des durch einen Festkörper oder eine Flüssigkeit laufenden Ultraschallimpuls durch TGC mit frei wählbarem Schwellenwert, Startpunkt, Endpunkt und Anstieg der TGC. Die wichtigsten Funktionssignale (Trigger, TGC, A-Scan-Signal (Amplitudensignal), US-Signal) stehen über BNC-Buchsen auf der Frontseite des Gerätes zur Verfügung. Einschließlich Mess- und Auswertesoftware für Windows-Betriebssysteme. Bildschirmdarstellung des Ultraschallsignals (Echogramm) und des zeitgleichen TGC-Signals, wobei im Echogramm das A-Scan-Signal, das US-Signal oder beide gleichzeitig als Funktion der Zeit oder Eindringtiefe aufgezeichnet werden können. Anzeige aller aktuell eingestellten Geräteparameter (Betriebsart, Sendepiegel, Verstärkung, angeschlossene US-Sonden), Berechnung des Frequenzspektrums des US-Signals (FFT) und des Cepstrums, Darstellung von 2-dimensionalen Ultraschall-Schnittbildern (B-Bild) und des zeitlichen Verlaufs von sich bewegenden Reflexionsschichten (Time-Motion-Verfahren). Ultraschallsonden nicht im Lieferumfang enthalten.

Frequenzbereich:	1 – 5 MHz
Sendesignal:	Dirac-Impuls (<1 $\mu$ s, 0 – 300 V)
Sendeleistung:	0 – 30 dB, in 5 dB Schritten
Verstärkung:	0 – 35 dB, in 5 dB Schritten
TGC:	Kontinuierlich einstellbarer Schwellenwert, Start, Anstieg und zeitliche Länge, max. Verstärkung ca. 32 dB
Ausgänge (Vorderseite):	TGC, Trigger, US-Signal, A-Scan-Signal jeweils über BNC-Buchse
Sondenanschlüsse:	2; wahlweise für Sende-, Empfangs- oder gleichzeitigen Sende- und Empfangs-Betrieb
PC-Anschluss:	USB
Abtastrate:	10, 25, 50 und 100 MHz
Leistungsaufnahme:	ca. 20 VA
Netzspannung:	100 – 240 V, 50/60 Hz
Abmessungen:	ca. 226x169x325 mm <sup>3</sup>

### P-1018616

## Themen:

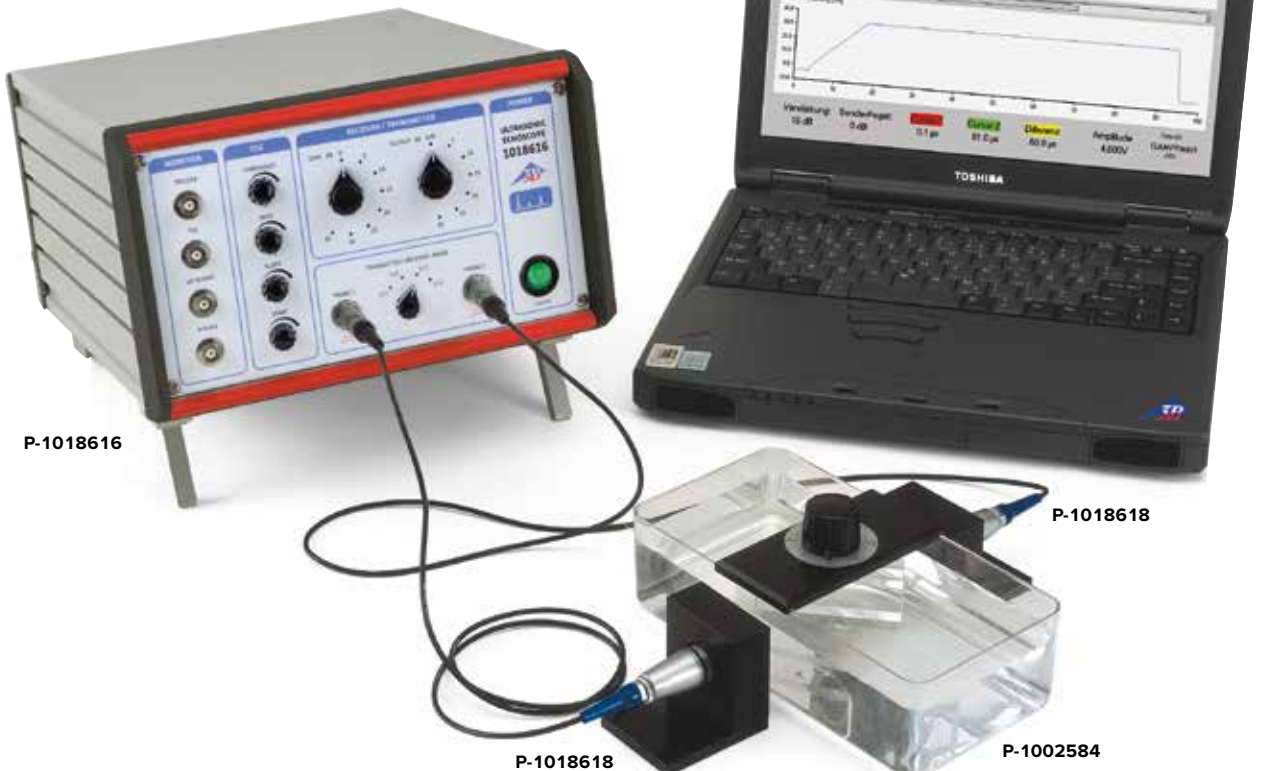
- Ausbreitung von longitudinalen und transversalen Ultraschallwellen in Festkörpern
- Bestimmung der longitudinalen und der transversalen Schallgeschwindigkeit in Festkörpern
- Bestimmung von Schermodul, Elastizitätsmodul und Poisson-Zahl
- Schallschwächung in Festkörpern und in Flüssigkeiten
- Frequenzabhängigkeit der Schallschwächung
- Laufzeitabhängige Verstärkung
- Frequenzabhängigkeit des Auflösungsvermögen
- Aufnahme von B(Brightness)-Bildern
- Aufnahme von Ultraschallreflexen an bewegten Grenzschichten (Time-Motion-Mode)
- Vermessung von Störstellen

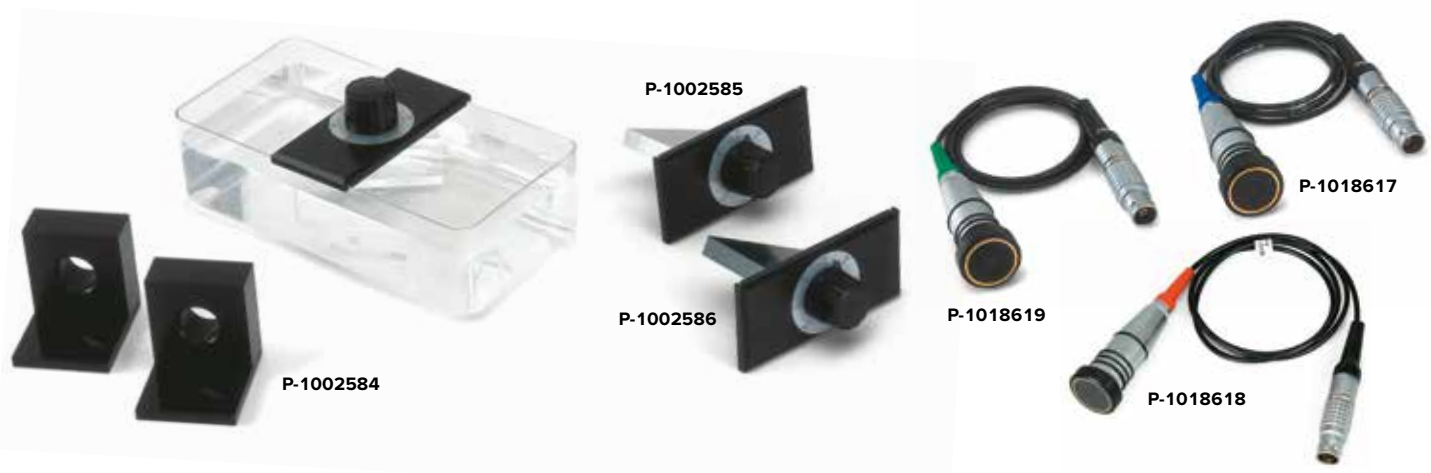
Gerätezusammenstellung:

**P-1018616** Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1002584** Gerätesatz „Ultraschall in Festkörpern“

**P-1018618** Ultraschallsonde 1 MHz, GS200 (2x)





**Ultraschallsonde 1 MHz, GS200**

Ultraschallsonde für Untersuchungen mit großen Eindringtiefen oder hohen Schallleistungen bei geringerer Tiefenauflösung, 16 mm Piezokeramik-Scheibe in vergossenem Metallgehäuse, Schallanpassung an Wasser/Acryl, 1 m Kabel mit frequenzkodiertem Snap-In-Stecker.

Abmessungen: 65 mm x 27 mm Ø

Verwendung: mit Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1018617** .....

**Ultraschallsonde 2 MHz, GS200**

Ultraschallsonde für Untersuchungen mit mittlerer Eindringtiefe und mittlerer Tiefenauflösung, 16 mm Piezokeramik-Scheibe in vergossenem Metallgehäuse, Schallanpassung an Wasser/Acryl, 1 m Kabel mit frequenzkodiertem Snap-In-Stecker.

Abmessungen: 65 mm x 27 mm Ø

Verwendung: mit Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1018618** .....

**Ultraschallsonde 4 MHz, GS200**

Ultraschallsonde für Untersuchungen mit maximaler Tiefenauflösung bei geringerer Eindringtiefe, 16 mm Piezokeramik-Scheibe in vergossenem Metallgehäuse, Schallanpassung an Wasser/Acryl, 1 m Kabel mit frequenzkodiertem Snap-In-Stecker.

Abmessungen: 65 mm x 27 mm Ø

Verwendung: mit Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1018619** .....

**Gerätesatz „Ultraschall in Festkörpern“**

Gerätesatz zur Untersuchung der Ausbreitung von Longitudinal- und Transversalwellen sowie zur Bestimmung der elastischen Konstanten Schermodul, Elastizitätsmodul und Poissonzahl in Festkörpern. Weiterhin zur Bestimmung der Ultraschalldämpfung in Flüssigkeiten durch laufzeitabhängige Amplitudenmessung mit verschiebbarem Reflektor (P-1002585). Bestehend aus Schallwanne, Probenplatte aus Polyacryl in Halter mit Winkelskala und zwei Sondenhalterungen zur Aufnahme und exakten Positionierung von zwei Ultraschallsonden 1 MHz (P-1018617), 2 MHz (P-1018618) oder 4 MHz (P-1018619) an der Schallwanne.

Schallwanne: 200x100x60 mm<sup>3</sup>

Probenplatte: 104x50x75 mm<sup>3</sup>

Winkelskala: 360°, Teilung 5°

Polyacrylplatte: 70x45x10 mm<sup>3</sup>

**P-1002584** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002585 Aluminiumplatte in Probenhalter mit Winkelskala**

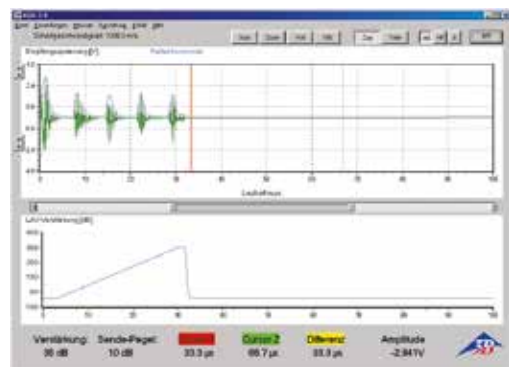
**P-1002586 Polyoxymethylen (POM)-Platte in Probenhalter mit Winkelskala**

**Paar Reflexionsplatten mit Vorlaufstrecke**

Polierte Polyacrylplatte zur Untersuchung von Mehrfachechos und zur Messung der frequenzabhängigen Dämpfung. Für diese Messungen eignet sich insbesondere die Ultraschallsonde 4 MHz (P-1018619). Es wird zunächst ein Echobild mit mindestens 3 Echos aufgenommen und das Spektrum der einzelnen Echos analysiert. Als Ergebnis erhält man eine Verschiebung der Mittenfrequenz zu niedrigeren Frequenzen, da die hohen Frequenzanteile des Signals stärker gedämpft werden.

Abmessungen: 80x40x10 mm<sup>3</sup>

**P-1002587** .....



Mehrfach-Reflexionen an einer Reflexionsplatte

**Aluminiumplatte in Probenhalter mit Winkelskala**

Zubehör zum Gerätesatz Longitudinal- und Transversalwellen (P-1002584) zur Untersuchung der Anregung von Transversalwellen in Metallen sowie zur Bestimmung der elastischen Konstanten, wie Schermodul, Elastizitätsmodul und Poissonzahl von Aluminium. Sehr guter Reflektor mit großem Reflexionskoeffizienten in Wasser und damit gut messbaren Signalamplituden für Dämpfungsmessungen in Flüssigkeiten wie z.B. Wasser, Speiseöl oder Glycerin.

Winkelskala: 360°, Teilung 5°

Aluminiumplatte: 70x45x10 mm<sup>3</sup>

Abmessungen: 104x50x75 mm<sup>3</sup>

**P-1002585** .....

**Polyoxymethylen (POM)-Platte in Probenhalter mit Winkelskala**

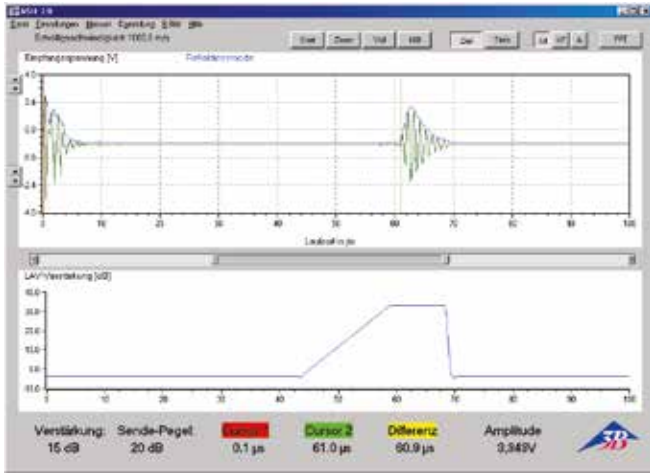
Zubehör zum Gerätesatz Longitudinal- und Transversalwellen (P-1002584) zur Untersuchung der Anregung von Transversalwellen in Kunststoff sowie zur Bestimmung der elastischen Konstanten, wie Schermodul, Elastizitätsmodul und Poissonzahl von POM.

Winkelskala: 360°, Teilung 5°

POM-Platte: 70x45x10 mm<sup>3</sup>

Abmessungen: 104x50x75 mm<sup>3</sup>

**P-1002586** .....

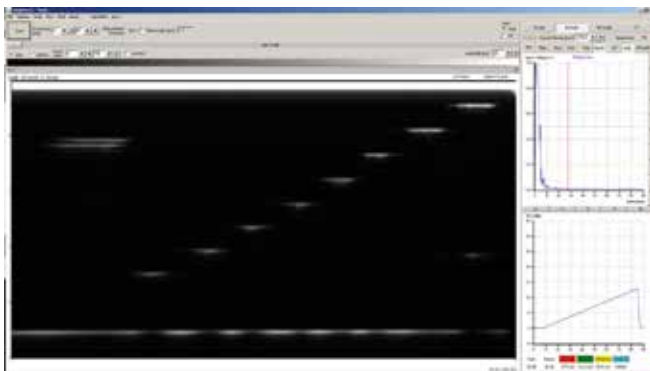


Impuls-Echosignal an einer Bohrung



P-1002589

Ultraschall



B-Bild des Acrylkörpers mit Bohrungen

### Acrylkörper mit Bohrungen

Polierter Polyacrylquader mit Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers und in unterschiedlichen Abständen von der Oberfläche zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und der Dämpfung des Ultraschallsignals in Polyacryl, der Lokalisierung von Fehlstellen sowie zur Untersuchung von Abbildungsfehlern, die durch Schallschatten oder Bodenechos auftreten, des frequenzabhängigen Auflösungsvermögens und zur Darstellung des manuellen B-Bildes.  
Abmessungen: 150x80x40 mm<sup>3</sup>

P-1002589 .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1018616** Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1018617** Ultraschallsonde 1 MHz, GS200

**P-1018619** Ultraschallsonde 4 MHz, GS200

**P-1008575** Ultraschall-Koppelgel

### Herzmodell

Doppelgefäß mit Gummimembran und Druckregulator zur Demonstration der Herzwandbewegung im Time-Motion-Verfahren. Im Experiment wird mit dem Membrangefäß ein ähnliches Bild erzeugt wie von der Herzwand eines schlagenden Herzens bei der Echokardiographie in der medizinischen Diagnostik.  
Abmessungen: ca. 160x70 mm<sup>2</sup>

P-1002590 .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1018616** Ultraschall-Echoskop GS200

**P-1018619** Ultraschallsonde 4 MHz, GS200

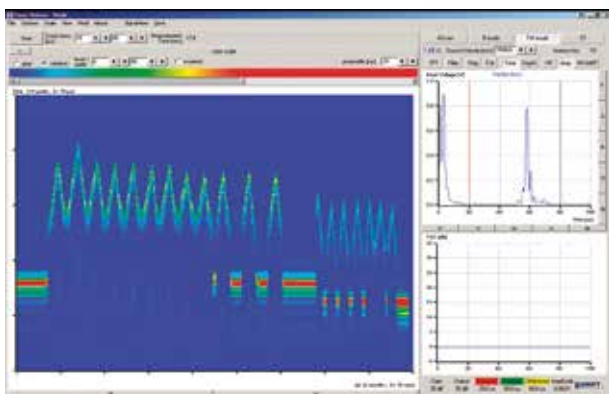
**P-1008575** Ultraschall-Koppelgel



P-1002590



P-1002588



Time-Motion-Scan

### Satz 3 Zylinder

Polierte Polyacrylzyylinder zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und der Dämpfung des Ultraschalls in Acrylglas. Die Messungen können sowohl im Reflexionsbetrieb als auch im Durchschallungsmodus durchgeführt werden.

Längen: 40 mm, 80 mm und 120 mm

Durchmesser: 40 mm

P-1002588 .....

Wellen und Schall

**Augenmodell für Ultraschallbiometrie**

Vergrößertes Augenmodell mit Hornhaut, Linse und Glaskörper in dreifacher Größe zur Demonstration der Grundlagen der Ultraschallbiometrie. Die biometrischen Verhältnisse am menschlichen Auge (Abstand zwischen Hornhaut und Linse, Dicke der Linse, Abstand zwischen Linse und Retina) eignen sich hervorragend, um die Grundlagen der Ultraschallbiometrie (Abstandsmessungen im Puls-Echo-Verfahren) zu demonstrieren. Mit diesem Modell und dem Ultraschall-Echoskop GS200 (P-1018616) können mit einer 2 MHz-Sonde (P-1018618) die typischen Echos und die Schallgeschwindigkeiten gemessen werden. Damit können die geometrischen Dimensionen einzelner Objekte des Auges berechnet werden. Eine Läsion in der Nähe des Augenhintergrundes macht sich durch ihre diffuse Echostruktur bemerkbar.

Durchmesser: 80 mm

**P-1012869** .....



P-1012869

Zusätzlich erforderlich:

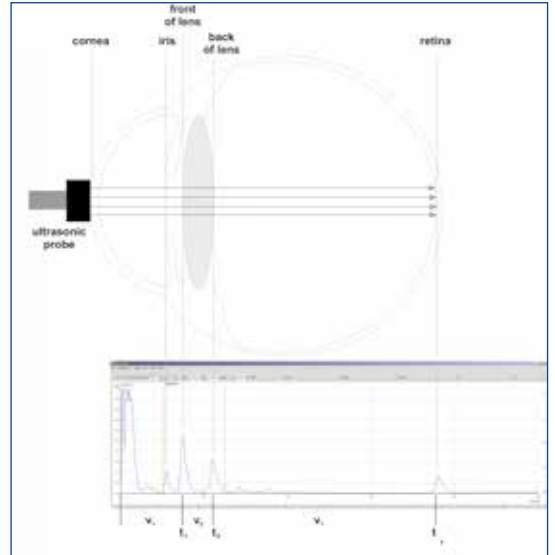
**P-1018616 Ultraschall-Echoskop GS200**

**P-1018618 Ultraschallsonde 2 MHz, GS200**

**P-1008575 Ultraschall-Koppelgel**

Zum Vergleich empfehlenswert:

**P-1000259 Augenmodell, 3-fache Größe, 6-teilig**



A-Bild und schematische Darstellung des Auges



P-1000345

**Einzelbrustmodell mit gutartigen Tumoren**

Nachbildung einer Brust aus 3B SKIN/ike™ Silikon mit simulierten, gutartigen Geschwüren zur Demonstration des B-Bild-Modus.

**P-1000345** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1018616 Ultraschall-Echoskop GS200**

**P-1018617 Ultraschallsonde 1 MHz, GS200**

**P-1008575 Ultraschall-Koppelgel**

**Ultraschall-Koppelgel (o. Abb.)**

Zur Ankopplung der Ultraschallsonden an feste Untersuchungsobjekte.

Inhalt: 250 ml

**P-1008575** .....

**Dopplerphantomflüssigkeit**

Phantomflüssigkeit mit hervorragenden Streueigenschaften für Ultraschallwellen im Frequenzbereich 1 – 6 MHz und angepasster Viskosität für Ultraschall-Doppler-Experimente. In Kunststoffflasche.

Inhalt: 1 l

Ultraschallstreuung: 1 – 6 MHz

Farbe: blau

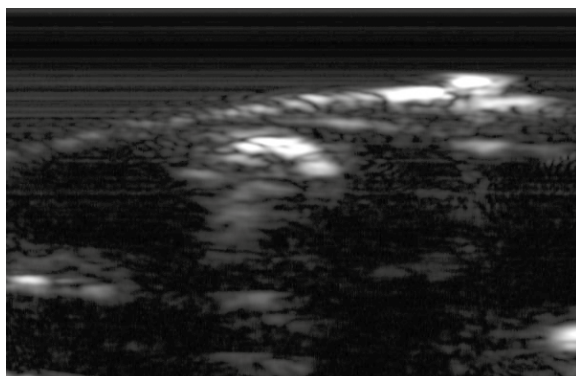
Durchmesser der

Glaskügelchen: 36 – 45 µm

**P-1002574** .....



P-1002574



B-Bild: Brustmodell

Geräteausstattung:

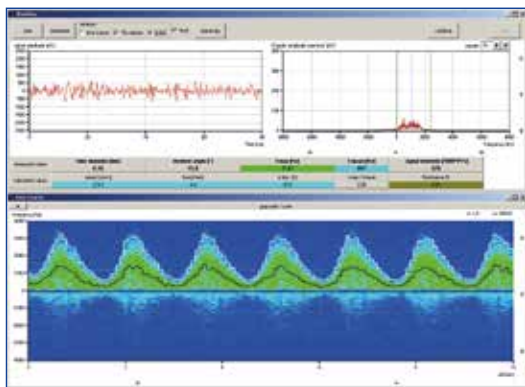
- P-1002571** Ultraschall-Dopplergerät
- P-1002582** Ultraschallsonde 2 MHz
- P-1002572** Satz Doppler-Prismen und Strömungsröhre
- P-1002573** Steigrohre für Druckmessung
- P-1002574** Dopplerphantomflüssigkeit
- P-1002575** Zentrifugalpumpe
- P-1008575** Ultraschall-Koppelgel

**Ultraschall-Dopplergerät**

Ultraschallgerät zur Durchführung von Experimenten zum Doppler-Gesetz, zur Strömungsmechanik von Flüssigkeiten und zur Doppler-Sonographie in der Gefäßdiagnostik. Einschließlich Mess- und Auswertesoftware für Windows-Betriebssysteme zur Darstellung der Messsignale und der farbkodierten Doppler-Spektren. Werden die emittierten Wellen an bewegten Partikeln oder Blasen in einer strömenden Flüssigkeit reflektiert oder gestreut, können Sie eine Doppler-Verschiebung der Frequenz erfahren. Das Gerät registriert die gestreuten Wellen und erzeugt ein Audiosignal, dessen Lautstärke ein Maß für die Amplitude des reflektierten Signals und dessen Frequenz ein Maß für die Geschwindigkeit der Streuer ist. Gleichzeitig wird die Amplitude als Ausschlag auf einem LED-Balken angezeigt. Empfindlichkeit und Lautstärke lassen sich mit Hilfe entsprechender Regler einstellen. Weiterhin kann das Betriebsgerät die Daten zur detaillierten Aufzeichnung und Auswertung an einen PC weiterleiten. Während der Messung wird das aktuelle NF-Doppler-Signal angezeigt. Die Auswertung erfolgt durch eine Fourier-Transformation in den Frequenzraum, deren Ergebnis als Geschwindigkeitsverteilung in der Strömung interpretiert werden kann.

- Frequenz: 1 MHz, 2 MHz und 4 MHz
- Verstärkung: 10 – 40 dB
- Anzeige: LED-Balken und akustisches Signal mit Lautstärkeregelung
- PC-Anschluss: USB
- Netzspannung: 90 – 230 V, 50/60 Hz
- Abmessungen: ca. 256x185x160 mm<sup>3</sup>

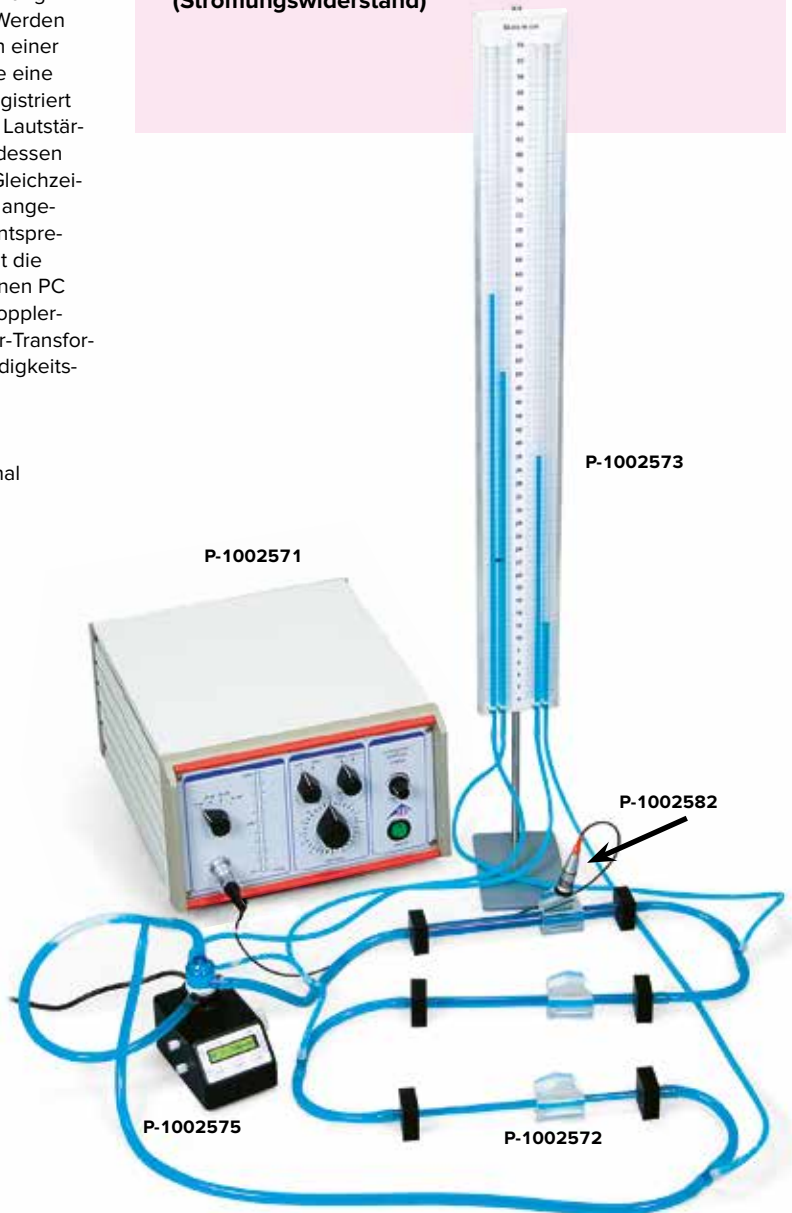
**P-1002571** .....



**Themen:**

- Untersuchung von strömenden Flüssigkeiten mit Hilfe von Ultraschallwellen
- Experimente zum Doppler-Gesetz
- Messung von Strömungsgeschwindigkeiten
- Nachweis von laminaren und turbulenten Strömungen
- Experimente zur Kontinuitätsgleichung, zur Bernoulli'schen Gleichung (statischer und dynamischer Druck) und zum Gesetz von Hagen-Poiseuille (Strömungswiderstand)

Ultraschall



**Zentrifugalpumpe**

Flüssigkeitspumpe mit konstanter stufenlos regelbarer Flussgeschwindigkeit für die Untersuchung von Strömungsphänomenen bei laminarem Strömungsprofil. Verfügt über zwei 3/8"-Steckverbinder zum Anschluss des Strömungskreislaufes (P-1002572) oder des Armphantoms (P-1012880). Anzeige zwischen Drehzahl und Fluss umschaltbar. Die Flussanzeige kann entsprechend dem Flusswiderstand kalibriert werden. Für Dopplersonografische Experimente am Armphantom kann die Pumpe auf pulsierenden Fluss (Simulation des Herzschlages) mit variabler Pulsfrequenz umgeschaltet werden. Dadurch wird die Ableitung typischer Ultraschallsignale der Gefäßdiagnostik möglich.

- Anschlüsse: 2x 3/8"
- Max. Fluss: 6 l/min
- Anzeige: LCD
- Netzanschlussspannung: 90 – 230 V, 50/60 Hz

**P-1002575** .....



Wellen und Schall

### Satz Doppler-Prismen und Strömungsrohre

Gerätessatz aus Kunststoffrohren und -schläuchen unterschiedlichen Durchmessers zur Untersuchung von Strömungsphänomenen mit Ultraschallwellen. Inklusive Doppler-Prismen zur Ankopplung der Ultraschallsonde unter drei verschiedenen Winkeln an die Rohre bzw. Schläuche.

#### Lieferumfang:

- 1 Doppler-Prisma ¼"
- 1 Doppler-Prisma ⅜"
- 1 Doppler-Prisma ½"
- 1 Strömungsrohr ¼", 300 mm
- 1 Strömungsrohr ⅜", 300 mm
- 1 Strömungsrohr ½", 300 mm
- 1 Schlauch ¼", 1000 mm
- 1 Schlauch ⅜", 3000 mm
- 1 Schlauch ½", 1000 mm
- diverse Schlauchverbinder, T-Stücke und Zubehör



P-1002572

P-1002572 .....

### Steigrohre für Druckmessung

Satz von vier Steigrohren mit Millimeterskala zur Messung der Druckverhältnisse an bis zu vier Messstellen des Strömungskreislaufs. Einschließlich Schläuchen und Luer-Lock-Verbindern zum Anschluss an den Strömungskreislauf und Stativ.

- Länge: 1000 mm
- Anschlüsse: Luer-Lock, männlich
- Schlauchlänge: 1200 mm
- Schlauchverbinder: ⅜" mit Luer-Lock, weiblich



P-1002573

P-1002573 .....

### Ultraschallsonde 2 MHz

Ultraschallsonde für Untersuchungen mit mittlerer Eindringtiefe und mittlerer Tiefenauflösung, 16 mm Piezokeramik-Scheibe in vergossenem Metallgehäuse, Schallanpassung an Wasser/Acryl, 1 m Kabel mit frequenzkodiertem Snap-In-Stecker.

- Abmessungen: 65 mm x 27 mm Ø
- Verwendung: mit Ultraschall-Dopplergerät



P-1002582

P-1002582 .....

### Gerätessatz Armphantom

Modell eines menschlichen Arms zur Simulation dopplersonografischer Untersuchungen an Blutgefäßen, inklusive Ultraschall-Doppler-sonde und Blutphantomflüssigkeit. Das Modell enthält verschiedene Schläuche (Blutgefäße) und eine Stenose. In Verbindung mit dem Ultraschall-Dopplergerät (P-1002571) und der Zentrifugalpumpe (P-1002575) können typische Untersuchungen der Gefäßdiagnostik simuliert werden. Dabei werden die Doppler-Spektren für arteriellen und venösen Fluss bei pulsierendem (Herzschlag) und kontinuierlichem Blutfluss gemessen und die in der Doppler-Sonographie typischen Geräusche hörbar gemacht. Besonders interessant ist die Änderung der Spektren und der Dopplergerausche beim Auffinden der Stenose in der Armbeuge. Zusätzlich können bei pulsierendem Fluss aus den Messkurven der Flow-Index und Resistance-Index berechnet werden.

- Sondenfrequenz: 2 MHz
- Sondenabmessungen: 200 mm x 15 mm Ø
- Kabellänge: 1 m

#### Lieferumfang:

- Armmodell mit Stenose
- Silikonschläuche
- ⅜"-Anschlüsse
- Ultraschall-Doppler-sonde
- Blutphantomflüssigkeit 250 ml
- Trichter
- Gummistopfen

P-1012880 .....

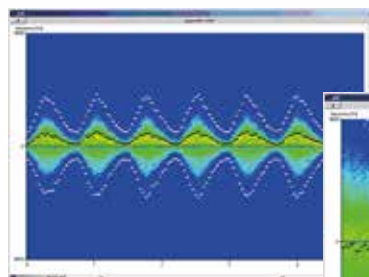
- Geräteausstattung:
- P-1002571 **Ultraschall-Dopplergerät**
- P-1002575 **Zentrifugalpumpe**
- P-1012880 **Gerätessatz Armphantom**
- P-1008575 **Ultraschall-Koppelgel**

### Themen:

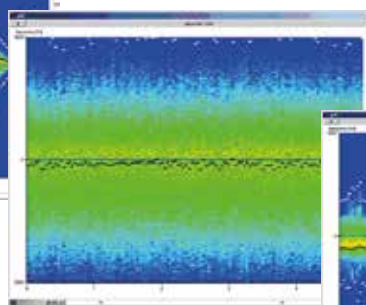
- **Dopplersonografische Untersuchungen am Arm.**
- **Messung der Blutflussgeschwindigkeit**
- **Aufzeichnung von Doppler-Spektren und Pulskurven**
- **Diagnose einer Stenose (Gefäßverengung) am Arm**



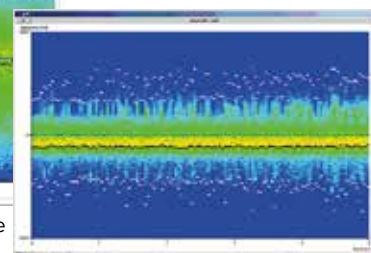
P-1012880



Doppler-Spektrum bei arteriellem Fluss



Doppler-Spektrum einer Stenose



Doppler-Spektrum bei venösem Fluss

## Ultraschall-Computertomographie

Zur Steuerung der Computertomographie mit dem Computer wird die mit dem Ultraschall-Echoskop gelieferte Software AScan genutzt. Es können sowohl mechanisch gescannte B-Bilder als auch Ultraschall-Tomografie-Bilder erzeugt werden. Der CT-Algorithmus ist als Modul in die AScan-Software integriert. Es werden die ungefilterten und die gefilterten Dämpfungs- und Laufzeitbilder, das aktuelle A-Bild, die Einstellung der laufzeitabhängigen Verstärkung und die Amplitude des gerade laufenden Linienscans grafisch dargestellt. Außerdem werden die jeweilige Scannerposition in Millimeter und der aktuelle Drehwinkel in Grad angezeigt. Das CT-Bild (Dämpfungs- und Laufzeitbilder) wird nach jedem Linienscan aktualisiert und schrittweise aufgebaut, so dass die Entstehung des Tomografiebildes m Einzelnen nachvollzogen werden kann. Die CT- und B-Bilder können exportiert und gedruckt werden. Je nach Zeit und Objekt können die Anzahl der Drehpositionen und die Schrittweite sowie Länge des Scans festgelegt werden.

### Geräteausstattung Ultraschall-Computertomographie

Anzahl/Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Ultraschall-Echoskop GS200	P-1018616
1 CT-Scanner	P-1017782
1 CT-Steuerung	P-1017783
1 CT-Messwanne	P-1017785
1 CT-Probe	P-1017784
2 Ultraschallsonden 1 MHz, GS200	P-1018617
1 Ultraschallsonde 2 MHz, GS200	P-1018618



P-1017782

### CT-Steuergerät

Steuergerät zur Ansteuerung der beiden Schrittmotoren für die lineare Verschiebeachse und die Drehachse des CT-Scanners. Steuerung von Verschiebe- bzw. Drehrichtung und Verschiebe- bzw. Drehgeschwindigkeit am Steuergerät per Hand oder über USB-Anschluss mit dem PC.



P-1017783

Ausgang: 2 x Schrittmotoransteuerung, bipolar 5 V, max. 2 A  
 Schnittstelle: USB  
 Versorgungsspannung: 100 – 240 V, 50/60 Hz  
 Leistungsaufnahme: max. 50 VA  
 Abmessungen: 155x170x315 mm<sup>3</sup>

### P-1017783



P-1017785

### CT-Messwanne

Probenwanne für den CT-Scanner aus dünnem Acrylglas. Mit mehreren Sondenhalterungen zur Halterung und Ankopplung der Ultraschallsonden an die Wannenwand. Da Acrylglas einen vergleichsweise geringen akustischen Impedanzsprung zum Wasser aufweist, werden Reflexionen weitgehend vermieden.

Material: Acryl  
 Wanddicke: ca. 4 mm  
 Abmessungen: 430x150x150 mm<sup>3</sup>

### P-1017785

### CT-Scanner

CT-Scanner zur Drehung und Verschiebung der Probe für die tomographische Bilderzeugung. Drehung und Verschiebung werden über je einen Schrittmotor realisiert. Während der Messung bewegt der Scanner die Probe zwischen den von außen an das Probengefäß angekoppelten Ultraschallsonden entsprechend dem CT-Algorithmus hin und her. Mit Probentisch zur Aufnahme geeigneter Untersuchungsobjekte. Der Probentisch wird in eine Probenwanne getaucht. Der gesamte Schlitten ist in der Höhe verstellbar, so dass das Untersuchungsgebiet der Probe angepasst werden kann.

Lineare Verschiebung: max. 400 mm  
 Ortsauflösung: <10 µm  
 Maximale Verschiebegeschwindigkeit: 18 cm/min  
 Drehwinkel: 0 – 360°  
 Winkelauflösung: 0,225°  
 Maximale Winkelgeschwindigkeit: 1 U/min  
 Abmessungen: 210x353x520 mm<sup>3</sup>

### P-1017782

### CT-Probe

Schwarzer Kunststoffzylinder mit inneren Inhomogenitäten in Absorption und Schallgeschwindigkeit. Mit Magnethalter zur Befestigung am Drehteller des CT-Scanners. Bei der Ultraschalltomografie können zwei unterschiedliche Messwerte erfasst werden, die Absorption und die Schallgeschwindigkeit.

Durchmesser: 60 mm  
 Höhe: 70 mm

### P-1017784



P-1017784



## Der Energieträger der Zukunft

**Brennstoffzellen, Elektrolyseure, Solar-Wasserstofftechnologie – wesentliche Bestandteile für eine zukünftige, nachhaltige Energieversorgung: Umwelt- und Ressourcenschonung unter Beibehaltung des heutigen Lebensstandards. Zeigen Sie bereits heute Ihren Studenten und Schülern die Wirkungsweise einer faszinierenden Technologie. Reines Wasser wird zur Energiespeicherung mit Hilfe regenerativer Energie elektrolytisch in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Bei der Rückumwandlung der Gase in einer Brennstoffzelle entstehen Strom, Wärme und Wasser. Durch den konsequenten Einsatz der Membrantechnologie in den Lehr- und Demonstrationssystemen wird auf den Einsatz ätzender Flüssigkeiten verzichtet und ausschließlich destilliertes Wasser verwendet.**

### Demonstrationssystem Brennstoffzelle

Funktionsmodell eines Solar-Wasserstoff-Systems bestehend aus Solarmodul, PEM-Elektrolyseur, Wasserstoff- und Sauerstoffspeichern, PEM-Brennstoffzelle und Lüfter. Praktisch angeordnet auf einer Grundplatte.

Solarmodul: 2,0 V / 350 mA

Elektrolyseur: 1 W

Lüfterleistung: 10 mW

Abmessungen: ca. 100x300x150 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 600 g

**P-1002689** .....



P-1002689

### Zu Ihrer Sicherheit:

**Ausschließliche Verwendung von destilliertem Wasser.  
Kein Einsatz von ätzenden Elektrolyten wie z.B. Kalilauge (KOH).**

### Halogenleuchte 500 W (230 V, 50/60 Hz)

Starke Lichtquelle für Experimente z.B. mit dem Solar-Grundlagenset (P-1000839). Mit Stiel.

**P-1000894** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002835 Stativfuß**

### Ersatzlampe für Halogenleuchte 500 W (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003536** .....

### Solar-Grundlagenset

Gerätesatz mit vier Messkörpern unterschiedlicher Oberflächenbeschichtung, Wärmedämmung und Abdeckung für Experimente zur Nutzung der Sonnenenergie. Vier in ca. 25 Minuten durchführbare Messreihen demonstrieren eindrucksvoll den Temperaturverlauf und die maximale Temperatur der Solar-Messkörper bei Bestrahlung mit Licht. Die Lieferung erfolgt in einer stabilen Aufbewahrung.

Aufbewahrung: ca. 365x310x70 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 1 kg

### Lieferumfang:

4 Messkörper unterschiedlicher Farbe

2 Dämmgehäuse

2 Halterungen für Messkörper

1 Acrylglasplatte

4 Thermometer, -10 – +110 °C

**P-1000839** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000894 Halogenleuchte, 500 W (230 V, 50/60 Hz)**

P-1000894



P-1000839





P-1000840

### Bolometer

Gerät zur Messung der Wärmestrahlung der Sonne bestehend aus einem Aluminiumrohr mit geschwärzter Stirnseite in einem innen geschwärzten Hartpapierrohr. Mit Bohrung für ein Thermometer.

Aluminiumrohr: ca. 30 x 40 mm Ø  
 Hartpapierrohr: ca. 195 x 50 mm Ø  
 Masse: ca. 350 g

**P-1000840** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003527 Thermometer +10 – +30 °C**

**P-1002833 Universalklemme**

**Stativmaterial**



P-1000824

### Thermosäule nach Moll

Empfindliche Sonde zur Messung der Wärmestrahlung von Schwarzkörpern oder einem Leslie-Würfel sowie zum Nachweis von sichtbarem Licht und ultravioletter Strahlung. Metallgehäuse mit poliertem konischem Reflektor und einer schwarzen Fläche von 15 mm Durchmesser, mit der 17 Thermoelemente verbunden sind. Mit zwei 4-mm-Anschlussbuchsen, auf Stiel montiert.

Empfindlichkeit: ca. 0,28 mV/μW  
 Innenwiderstand: ca. 1 Ω  
 Einstelldauer: 40 s (95%)  
 Stativstab: 156 x 10 mm Ø  
 Abmessungen: 94 x 40 mm Ø  
 Masse: ca. 200 g

**P-1000824** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1013527 Analog-Multimeter ESCOLA 100**

**P-1001046 Tonnenfuß**

**2 Experimentierkabel**

### Gerätesatz zum Treibhauseffekt

Gerätesatz zur eindrucksvollen Demonstration der Wirkung von Treibgasen auf die Absorption von Infrarotstrahlung in schnellen und einfachen Experimenten. Zur Simulation der auf die Erde einfallenden Sonnenstrahlung dienen die durch die Absorption in Wasser reduzierte kurzwellige Infrarotstrahlung und das sichtbare Licht aus einer Reflektorglühlampe. Die langwellige Infrarotstrahlung einer erhitzten schwarzen Metallscheibe simuliert die von der Erde emittierte Infrarotstrahlung. Beide Strahlungsarten durchdringen wahlweise Luft bzw. Butangas in einem Metallrohr und werden anschließend mit einer Thermosäule registriert. Ein Vergleich zeigt, dass die langwellige Infrarotstrahlung durch Butangas stark absorbiert wird. Freigesetztes Butangas bewirkt daher eine Erwärmung der Erdatmosphäre, d.h. Butangas ist treibhausaktiv.

#### Lieferumfang:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1 Grundplatte                          | 1 Metallrohr, einfach    |
| 1 Lampenfassung mit Reflektorglühlampe | 1 Metallrohr, mit Hähnen |
| 1 Küvette auf Stiel                    | 2 Haltestiele            |
| 1 Schwarze Metallscheibe               | 1 Silikonschlauch        |
|  | 1 Aufbewahrungskasten    |

### Gerätesatz zum Treibhauseffekt (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000837** .....

### Gerätesatz zum Treibhauseffekt (115 V, 50/60 Hz)

**P-1009764** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000824 Thermosäule nach Moll**

**Butangas (Feuerzeuggas)**

**P-1001028 Messverstärker S**

**P-1000866 Transformator 12 V (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000865 Transformator 12 V (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1013527 Analog-Multimeter ESCOLA 100**

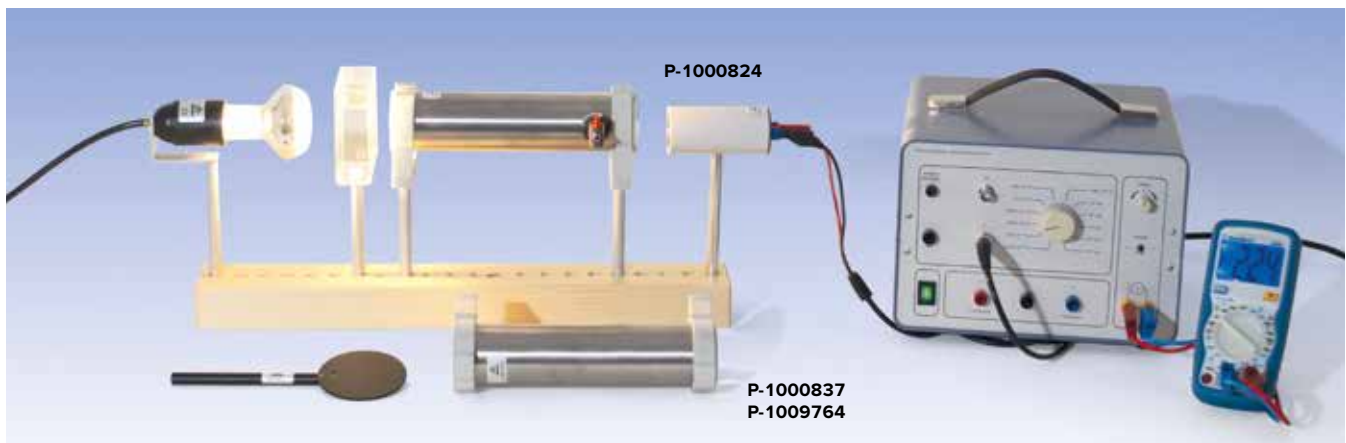
Alternativ:

**P-1001022 Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001021 Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002781 Digital-Multimeter P1035**



P-1000824

P-1000837  
P-1009764



P-1002877

### Präzisions-Haar-Hygrometer

Hygrometer zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit, bestehend aus einem runden Kunststoffgehäuse mit einem synthetischen Haar als Messelement. Das Haar wurde einer Spezialbehandlung unterzogen, so dass es fast trägheitsfrei auf Feuchtigkeitsänderungen reagiert. Zur Aufhängung an der Wand.

Messbereich: 0 % – 100 % relative Luftfeuchtigkeit  
 Temperaturbereich: -35° C – +65° C  
 Anzeigegenauigkeit: ±5 %  
 Durchmesser: 100 mm

P-1002877 .....

P-1003011



### Digitales Hygro-Thermometer

Digitales Messgerät zur Anzeige der Außen- und der Innentemperatur sowie der Luftfeuchtigkeit. Mit Min/Max-Funktion und akustischem Signal, wenn die Außentemperatur auf Null oder darunter absinkt, Umschaltmöglichkeit °C/°F, Ein/Ausschalter, Aufhängeöse und ausklappbare Schrägstellstütze.

Messbereiche:  
 Temperatur (Innen): 0° C – +50° C / 32° F – +122° F  
 Temperatur (Außen): -50° C – +70° C / -58° F – +158° F  
 Luftfeuchtigkeit: 20 % – 99 %  
 Auflösung: 0,1° C/F, 1 %  
 Genauigkeit (Temp.): ±1° C / ±2° F  
 Genauigkeit (Luftfeuchtigkeit): ±3 %  
 Außentempersensoren: Kabellänge 3 m

P-1003011 .....

P-1002795



### Infrarot-Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmesser

Digitales Messgerät zur kontaktlosen Temperaturmessung aus größerer Entfernung, z.B. an heißen oder beweglichen Objekten und an schwer zugänglichen Messstellen sowie zur gleichzeitigen Anzeige der Luftfeuchtigkeit. Mit Laserdiode als Peilhilfe, integriert in der Messsonde, beleuchtete LCD-Anzeige, Max- und Data-Hold-Funktion, umschaltbar zwischen °C/°F und Abschaltautomatik. Inklusive Tragetasche und Batterie.

Messbereich Temperatur: -50° C – +500° C; -58° F – +932° F  
 Auflösung: 0,1° C/F  
 Genauigkeit: ±2 % des Messwerts ±2° C / 4° F  
 Messbereich Luftfeuchtigkeit: 5 % – 95 %  
 Auflösung: 0,1 %  
 Genauigkeit: ±3,5 %

LCD-Doppelfunktionsanzeige: 3½-stellig, 21 mm mit Beleuchtung  
 Versorgungsspannung: 9 V Batterie  
 Abmessungen: ca. 90x170x45 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 360 g

P-1002795 .....

### Demonstrations-Aneroid-Barometer

Barometer zur Messung des Luftdrucks und zur Demonstration der Wirkungsweise eines Dosenbarometers. Das Messsystem besteht aus zwei flachen, hoch evakuierten Metall Dosen, die sich entsprechend den Luftdruckänderungen verformen. Die Verformung wird auf einen Zeiger übertragen. Zeigerwerk und Metall Dosen sind hinter der Glasabdeckung gut zu beobachten. Durch Betätigung eines angeschlossenen Gummiballs lässt sich die Funktion bei Druckänderung demonstrieren.

Messbereiche: 955 – 1070 mbar, Teilung 1 mbar  
 715 – 800 mmHg, Teilung 1 mmHg  
 Skalendurchmesser: 120 mm  
 Gehäusedurchmesser: 130 mm  
 Masse: 650 g

P-1002627 .....



P-1002627

### Maxima-Minima-Thermometer

Ablesemöglichkeit von Höchst-, Tiefst- und Momentantemperatur. In Kunststoffgehäuse mit Rückstellknopf und Aufhängeöse. Rote Alkoholfüllung.

Messbereich: -43° C – +50° C  
 Teilung: 1° C  
 Abmessungen: ca. 230x85 mm<sup>2</sup>

P-1011450 .....



P-1011450

### Digitales Taschenanemometer

Wasserdichtes Anemometer zur Messung der Windgeschwindigkeit. Angabe der gefühlten Temperatur in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit. Anzeige der mittleren und der maximalen Geschwindigkeiten. Windkurven auf der Beaufort-Skala. Geliefert mit verschließbarer Tasche.

Windgeschwindigkeit: 0,2 – 30 m/s  
 Genauigkeit: ±5 % der mittleren Windgeschwindigkeit  
 Einheiten: km/h, m/h, m/s oder Knoten  
 Temperatur: -30 – +59° C  
 Batterie: 3,0 V (CR2032)  
 Abmessungen: 137x50x18 mm<sup>3</sup>

**P-1010250** .....



P-1010250

### Aneroid Barometer F

Aneroid Barometer in Metallgehäuse, mit Höhenkalibrier-schraube auf der Rückseite. Skala in mm Hg und hPa. Skalendurchmesser: 98 mm

**P-1010232** .....



P-1010232

### Drahtlose Wetterstation

Wetterstation mit drahtlosem Empfang externer Temperaturen aus bis zu drei Messstellen in maximal 25 m Entfernung. Anzeige der internen Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Mit umschaltbarer °C/°F-Anzeige, Min/Max-Funktion, Wettervorhersagen, Tendenzanzeige für Luftdruck und funkgesteuerter Uhr mit Datum. Geliefert mit einer externen Temperaturmessstelle, 2 Batterien 1,5 V (AA) und 2 Batterien 1,5 V (AAA). Gehäuse silber/grau. Aufhängen oder Aufstellen möglich.

Externe Temperaturen: -30°C – +70° C  
 Interne Temperaturen: 0°C – +60° C  
 Luftfeuchtigkeit: 1 – 99 %

**P-1010248** .....



P-1010248

## Lärm: Umweltbelastung Nummer 1

### Lärm

- **schädigt das Gehör**
- **erschwert die Wahrnehmung wichtiger Signale**
- **hemmt körperliche und geistige Leistungen**
- **belästigt und beeinträchtigt das seelische Wohlbefinden**
- **stört Entspannung und Schlaf**
- **kann chronischen Stress, körperliche Beschwerden und Krankheiten hervorrufen.**



P-1012741

### Schallpegelindikator SPL

Einfach zu bedienendes und sehr handliches Schallpegelmessgerät mit digitaler Anzeige in Dezibel (dB) und frei einstellbarer Schaltschwelle für den Einsatz als Lärmampel. Mit farbiger Anzeige in Form eines fröhlichen grünen oder traurigen roten Gesichts. Variabel als Wandgerät oder Tischgerät einsetzbar; und dank der durchdachten kompakten Bauweise einfach zu transportieren. Automatisches Ein- und Ausschalten bei charakteristischen Geräuschmustern. Automatisches Umschalten in den stromsparenden Standby Modus bei minimalem Lärmpegel über längere Zeit. Die Helligkeit der Anzeigeelemente ist einstellbar. Einschließlich Standfuß, USB/miniUSB-Kabel, USB-Steckernetzteil und Transportkoffer.

Anzeige: 100 mm Ø, mit LED  
 Messbereich: 40 dB – 130 dB  
 Auflösung: 1 dB  
 Schaltschwelle für farbige Anzeige: frei einstellbar, in Schritten von 1 dB  
 Stromversorgung: 5 V DC über miniUSB-Buchse  
 Stromaufnahme: 150 mA (Arbeitsmodus)  
 <1 mA (Standby)  
 USB-Netzteil: 100 – 240 V, 50/60 Hz  
 Abmessungen: 130x145x12 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 400 g

**P-1012741** .....





**Thermometerclip**  
Clip aus Edelstahl zur Halterung von Thermometern in Bechergläsern.

**P-1003528** .....



**P-1003527**

**P-1002881**



**P-1002880**  
**P-1002879**

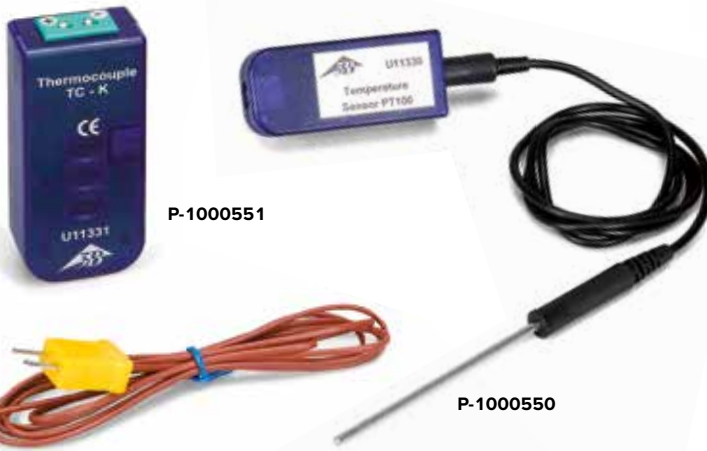
**P-1003384**  
**P-1003385**  
**P-1003386**  
**P-1003387**

**P-1003525**

**P-1003526**



**P-1003014**



**P-1000551**

**P-1000550**

**Temperatursensor Pt100**

Temperatursensor zur Temperaturmessung in organischen Flüssigkeiten, Salzlösungen, Säuren und Basen. Schaft und Spitze des Temperaturfühlers aus rostfreiem Stahl. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

- Messbereich: -50 – 150°C
- Auflösung: 0,1°C
- Genauigkeit: 0,1% Messwert plus 0,25°C
- Sensorkabel: 1 m, silikonisiert
- Sensortyp: Pt100

**P-1000550** .....



**P-1002804**

**P-1002805**

**P-1003013**

**Temperaturelement, TC – K**

Temperatursensor zur Messung von extrem niedrigen und hohen Temperaturen wie z.B. in flüssigem Stickstoff oder Sauerstoff oder im Innern einer Flamme. Mit Kompensation der Raumtemperatur. Die Tauchfühler NiCr-Ni (P-1002804 und P-1002805) können ebenfalls an die Sensorbox angeschlossen werden. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerverfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

- Messbereich: -270 – 400°C
- Genauigkeit: 0,2% und 3°C (-270 – 0°C);  
0,1% und 2°C (0 – 400°C)
- Auflösung: 1°C
- Sensortyp: NiCr-Ni (Typ K)
- Sensorkabel: ca. 60 cm

**P-1000551** .....

**Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -65°C bis 550°C**

Temperaturmessfühler in rostfreiem Edelstahl (V4A)-Rohr, federnd (nicht biegsam), mit Silikonkabel.

- Messbereich: -65°C bis 550°C
- Ansprechzeit: ca. 3 s
- Rohr: ca. 130 mm x 1,5 mm Ø

**P-1002804** .....

**Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -200°C bis 1150°C**

Mantel-Thermoelement in rostfreiem Edelstahl (Inconel)-Rohr, biegsam, mit Silikonkabel.

- Messbereich: -200°C bis 1150°C
- Ansprechzeit: ca. 3 s
- Rohr: ca. 150 mm x 1,5 mm Ø

**P-1002805** .....

Art.-Nr.	Modell	Messbereich	Skalenteilung	Abmessungen	Bemerkungen
P-1003527	Thermometer	+10° – 30°C	0,2°C	140 mm x 6 mm Ø	Stabform, weiß belegte Kapillare, rote Flüssigkeit
P-1002881	Taschenthermometer	-10° – 110°C	1°C	165 mm x 10 mm Ø	Stabform, Skala weiß unterlegt, rote Spezialfüllung, ingelber Plastik-Schutzhülle mit Clip.
P-1002879	Stabthermometer, graduiert	-10° – 110°C	1°C	260 mm x 6 mm Ø	Glasthermometer mit Öse, Skala weiß unterlegt, rote Spezialfüllung, in transparenter Vierkant-Plastikhülse.
P-1002880	Stabthermometer, ungraduiert	–	–	260 mm x 6 mm Ø	Zur Demonstration der Funktion und Wirkungsweise von Thermometern. Wie P-1002879 jedoch ohne Skala.
P-1003384	Thermometer	-20° – 110°C	1°C	295 mm x 6,3 mm Ø	Stabform mit Rollschutz, weiß belegte Kapillare, rote Alkoholfüllung, in Kunststoffrohr verpackt.
P-1003385	Thermometer	- 10° – 150°C	1°C	295 mm x 6,3 mm Ø	Stabform mit Rollschutz, weiß belegte Kapillare, rote Alkoholfüllung, in Kunststoffrohr verpackt.
P-1003386	Thermometer	-20° – 110°C / 0° – 230°F	1°C	295 mm x 6,3 mm Ø	Stabform mit Rollschutz, weiß belegte Kapillare, rote Alkoholfüllung, in Kunststoffrohr verpackt.
P-1003387	Thermometer	-20° – 150°C / 0° – 300°F	1°C	295 mm x 6,3 mm Ø	Stabform mit Rollschutz, weiß belegte Kapillare, rote Alkoholfüllung, in Kunststoffrohr verpackt.
P-1003525	Thermometer	-10° – 200°C	1°C	300 mm x 6 mm Ø	Allgebrauchsthermometer in Stabform, weiß belegte Kapillare, rote Anzeigeflüssigkeit, Eintauchtiefe total
P-1003526	Stockthermometer	-10° – 100° C	1°C	350 mm x 8 mm Ø, Stocklänge: 150 mm	Stockthermometer, eingeschlossener Skalenträger aus Milchglas, Messkapillare prismatisch, rote Flüssigkeit
P-1003013	Stabiles Stabthermometer	-1°– 101° C	0,2°C	460 mm x 7 mm Ø	Stabiles Stabthermometer mit biologisch abbaubarer, blauer Spezialfüllung, gelb belegter Skala, mit Öse.
P-1003014	Demonstrations-Thermometer	-10° – 110° C	1°C	650 mm x 30 mm Ø	Extra großes Stabthermometer mit biologisch abbaubarer, blauer Spezialfüllung, gut ablesbare, gelb belegte Skala.

### Digitales Sekunden-Taschenthermometer

Thermometer für sekundenschnelle Messungen an Oberflächen, in Flüssigkeiten, weichplastischen Medien, Luft/Gasen, an kleinsten Objekten. Zum Anschluss eines Messfühlers NiCr-Ni Typ K. Fühler nicht im Lieferumfang enthalten.

Messbereich: -65°C bis 1150°C / -85°F bis 1999°F in 2 Bereichen

Auflösung: 0,1°C/1°C/F

Genauigkeit im

kl. Bereich: 0,05% d. M. ±0,2% FS

Anzeige: 3½ stellige LCD-Anzeige, 13 mm hoch

Abmessungen: ca. 106x67x30 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 135 g

**P-1002803** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002804** Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -65°C bis 550°C

oder

**P-1002805** Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -200°C bis 1150°C

P-1002803





P-1010219

**Einstechthermometer**

Thermometer zum Messen der Temperatur in Luft, Flüssigkeiten, pulverigen und weichen Stoffen. Temperaturfühler aus rostfreiem Edelstahl mit Schutzhülle, Umschaltmöglichkeit °C/°F, Ein/Ausschalter und automatischer Abschaltung.

Messbereich: -50°C bis 150°C / -58°F bis 302°F

Auflösung: 0,1°C/F

Genauigkeit: ±1°C / ±2°F

Temperaturfühler: ca. 130 mm x 4 mm Ø

Masse: ca. 29 g

P-1003334 .....



P-1003334

**Einstechthermometer F**

Wasserdichtes digitales Thermometer mit 125 mm langem Sensor zur Temperaturmessung in flüssigen, pulverförmigen und weichen Substanzen. Mit Speicherfunktion, Min/Max-Funktion und umschaltbarer °C/°F-Anzeige. Geliefert mit Kunststoffgehäuse, Halteclip und Knopf-batterie LR 44.

Messbereich: -40...+200°C

Genauigkeit: ±0,8 Grad (von 0...100°C),

±1 Grad (von -20...0°C),

±1,5° Grad (sonstige)

Messintervall: 1 s

Abmessungen: 205x20x17 mm<sup>3</sup>

Masse: 56 g

P-1010219 .....

**Digitales Thermometer, Min/Max**

Einstechthermometer mit Min- und Max-Funktion. In stabilem Plastikgehäuse. Temperaturfühler aus rostfreiem Edelstahl. Mit Umschaltmöglichkeit °C/°F, Ein/Ausschalter, Aufhängeöse und ausklappbarer Schrägstellstütze.

Messbereich: -50°C bis 200°C / -58°F bis 392°F

Auflösung: 0,1°C/F

Abmessungen: ca. 95x65x20 mm<sup>3</sup>

Kabellänge: 1400 mm

Messspitze: 120 mm

P-1003010 .....



P-1003010

**Digitales Taschethermometer**

Temperaturfühler aus rostfreiem Edelstahl mit Schutzhülle, wasserdicht, umschaltbar °C/°F, Min/Max/Hold-Funktion, automatische Abschaltung.

Messbereich: -40°C bis 200°C / -40°F bis 392°F

Auflösung: 0,1°C/F

Genauigkeit: ±1°C / ±2°F

Abmessungen: ca. 150x20x18 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 20 g

P-1003335 .....



P-1003335

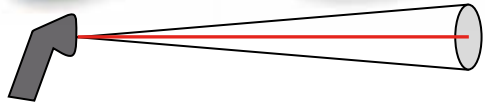
### Infrarot-Thermometer

Oberflächenthermometer zur kontaktlosen Temperaturmessung aus sicherer Distanz z.B. an schwer zugänglichen Messstellen, heißen oder beweglichen Objekten. Mit Laserdiode als Peilhilfe, beleuchteter LCD-Anzeige, Bereichsüberschreitungsanzeige, Messwerthaltefunktion, Wahlmöglichkeit für Celsius oder Fahrenheit und automatischer Abschaltung. Inklusive Tasche und Batterie.

	P-1002791	P-1008630
<b>Bezeichnung</b>	Infrarot-Thermometer, 800°C	Infrarot-Thermometer, 380°C
<b>Messbereich</b>	-50°C bis +800°C -58°F bis +1472°F	-50°C bis +380°C -58°F bis +716°F
<b>Auflösung</b>	0,1°C/F	1°C/F
<b>Genauigkeit</b>	±1% des Messwerts ±1°C / 1,8°F	2% des Messwerts ±2°C / 4°F
<b>Ansprechzeit</b>	150 ms	< 1 s
<b>Entfernungs-/Messpunkt Verhältnis</b>	20:1	12:1
<b>Maximalwertanzeige</b>	ja	–
<b>Alarmfunktion</b>	hoch/niedrig	–
<b>Versorgungsspannung</b>	9 V Batterie	9 V Batterie
<b>Abmessungen</b>	ca. 146x43x104 mm <sup>3</sup>	ca. 160x82x45 mm <sup>3</sup>
<b>Masse</b>	ca. 170 g	ca. 180 g



Thermometer



	P-1002793	P-1002794
<b>Bezeichnung</b>	Digital-Thermometer, 1 Kanal	Digital-Thermometer, 2 Kanal
<b>Messbereich</b>	-50°C bis +1300°C -58°F bis +2000°F 223 K bis 2000 K	-50°C bis +1300°C -58°F bis +2000°F
<b>Auflösung</b>	0,1° C/F, 1 K	0,1° C/F
<b>Genauigkeit</b>	±0,5% +1°C / +2°F ±1% + 2°C	±0,5% +1°C / +2°F
<b>Anzeige</b>	3 ½-stellige beleuchtete LCD	3 ½-stellige beleuchtete LCD
<b>Ziffernhöhe</b>	21 mm	21 mm
<b>Versorgungsspannung</b>	9 V Batterie	9 V Batterie
<b>Abmessungen</b>	ca. 90x170x45 mm <sup>3</sup>	ca. 90x170x45 mm <sup>3</sup>
<b>Masse</b>	350 g	350 g

### Typ-K-/IR-Thermometer

Digitales zweikanaliges Thermometer mit zwei Typ-K-Eingängen und zusätzlichem externem IR-Sensor. Auch für Messungen bei tiefen Temperaturen einsetzbar. Mit Abschaltautomatik, Maximalwertspeicherung und Data-Hold-Funktion. Einschließlich Koffer, 2 Typ-K-Thermodrahtfühler, IR-Temperatursensor, 9-V-Batterie und Bedienungsanleitung

- Messeingänge: zweifach Typ K, externer IR-Eingang
- Messfunktionen: T1, T2, T3, T1-T2, T1-T3, T2-T3
- Messbereiche: -200 – 1372°C (Typ K), -30 – 550°C (IR)
- Messfehler: ±0,5% +2°C (Typ K), ±2,5% +2°C (IR)
- Auflösung: 0,1°C
- Maßeinheit: °C oder K
- Emissionsfaktor: 0,95 fest
- Digitalanzeige: 3¾-stellige LCD
- Hintergrundbeleuchtung: blau
- Betriebsspannung: 9-V-Batterie
- Abmessungen: ca. 75x200x50 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 280 g

### P-1002799

### Digital-Thermometer

Vielseitig einsetzbares Digitales Thermometer für die Verwendung von Temperatursensoren Typ K mit Einzel- oder Dualeingang (P-1002794) zur Messung von Momentan- oder Differenztemperatur (P-1002794). Mit Maximalwertspeicherung und Messwerthaltefunktion. Inklusive Temperatursensor Typ K (P-1002794 2x), Batterie, Holster und Tragetasche.



P-1002793 / P-1002794

Wärme und Thermodynamik



**Wärmeäquivalentgerät**

Gerät zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Aluminium sowie zur Bestätigung des Energieerhaltungssatzes. Die Erwärmung des Aluminiumkalorimeterkörpers erfolgt durch Reibungsarbeit oder elektrische Energie. Mit Hilfe eines NTC-Widerstands, der als Temperaturfühler dient und sich in einer Aluminiumhülse befindet, wird die Temperatur bestimmt. Die aufgedruckte Kalibriertabelle für die Temperatur ermöglicht eine leichte Umrechnung. Die stabile Konstruktion des Wärmeäquivalentgeräts besteht aus einer doppelt kugellagerten Welle, einem eingebauten Zählwerk zur Messung der durchgeführten Umdrehungen und einer angebauten Tischklemme zur Befestigung. Ein elektrisches Heizelement ist in den Kalorimeterkörper integriert.

- Länge: ca. 230 mm
- Spannbreite der Tischklemme: 10 - 65 mm
- Schnurlänge: ca. 1,80 m
- Kalorimeterkörper: ca. 50 mm x 48 mm Ø
- Elektrische Heizleistung: 10 V, 1 A
- Masse Kalorimeter: ca. 250 g
- Gesamtmasse: ca. 1.200 g

**Lieferumfang:**

- 1 Grundgerät
- 1 Aluminiumkalorimeter
- 1 Temperaturfühler
- 1 Paar Adapterkabel 4 mm-Sicherheitsstecker/2 mm-Stecker
- 1 Reibschnur
- 1 Eimer, 5 l
- 1 Gegengewicht

**P-1002658**

Zusätzlich erforderlich zur Bestimmung der Temperatur:

**P-1002781 Digital-Multimeter**

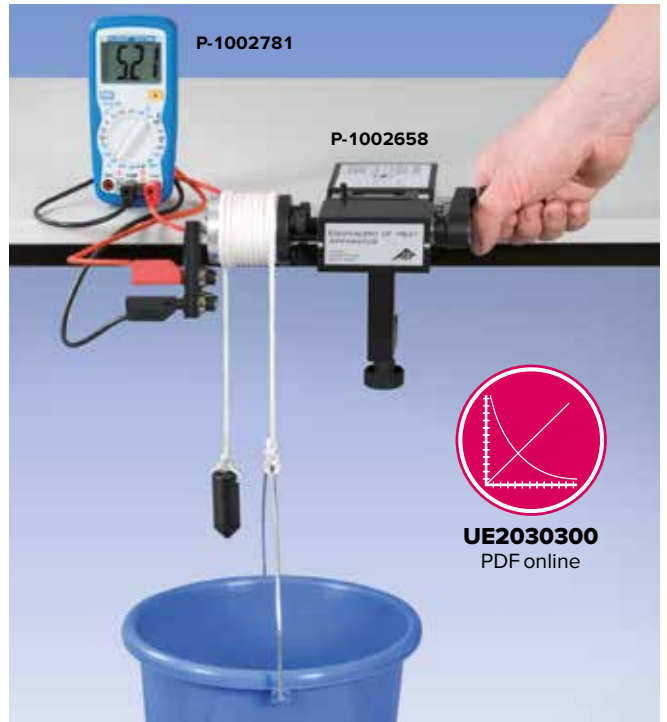
Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002659 Kupferkalorimeter**



**UE2030300**  
PDF online

**Kalorimeterkörper**

Kalorimeterkörper zum Wärmeäquivalentgerät sowie zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität. Mit Bohrung zur Aufnahme des Temperaturfühlers und eingebautem Heizelement.

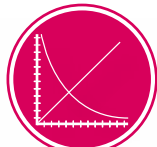
- Elektrische Heizleistung: 10 V, 1 A
- Anschluss Heizelement: 2 mm-Buchsen
- Abmessungen: 50 mm x 48 mm Ø
- Masse: ca. 750 g (Cu) / ca. 250 g (Al)

**Kupferkalorimeter**

**P-1002659**

**Aluminiumkalorimeter**

**P-1017897**



**UE2030400**  
PDF online

**Temperaturfühler**

Temperaturfühler (NTC-Widerstand) zur Verwendung mit den Kalorimeterkörpern (P-1002659 und P-1017897).

**P-1017898**

**Paar Adapterkabel 4-mm-Sicherheitsstecker/2-mm-Stecker**

Kabel zur Kontaktierung des Heizelements in den Kalorimeterkörpern (P-1002659 und P-1017897).

**P-1017899**

**Kalorimeter 200 ml**

Kalorimeter zur Bestimmung von Mischungstemperaturen, spezifischen Wärmekapazitäten, Umwandlungsenergien von Stoffen oder der Schmelzwärme von Eis. Einfache Ausführung für Schülerexperimente. Kunststoffbehälter mit Styroporeinsatz.

- Isoliergefäßinhalt: ca. 200 ml
- Masse: ca. 80 g

**P-1000823**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003526 Stockthermometer, -10 – +100 °C**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000832 Aluminiumschrot, 100 g**

**P-1000833 Kupferschrot, 200 g**

**P-1000834 Glasschrot, 100 g**



**P-1000823**



### Kalorimeter mit Heizwendel, 1200 ml

Kalorimeter zur Bestimmung von spezifischen Wärmekapazitäten, Umwandlungsenergien von Stoffen, Mischtemperaturen sowie zur Messung des elektrischen Wärmeäquivalents. Großes, doppelwandiges Thermogefäß aus Kunststoff und einem eingesetzten Isolierbehälter aus verspiegeltem Glas mit Heizwendel und Rührer. Deckel mit Öffnung für Thermometer sowie zwei 4 mm-Buchsen zum Anschluss der Betriebsspannung für die Heizwendel. Das Kalorimeter ist mit einer isolierten Heizwendel ausgestattet, bei der eine Zersetzung der Heizwendel und der Befestigungsklemmen durch Elektrolysevorgänge vermieden wird.

Max. Heizspannung: 25 V  
 Max. Heizleistung: ca. 160 W  
 Inhalt Isoliergefäß: ca. 1200 ml  
 Abmessungen: ca. 240 mm x 120 mm Ø  
 Masse: ca. 0,8 kg

**P-1000821** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003526 Stockthermometer, -10 – +100°C**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000832 Aluminiumschrot, 100 g**

**P-1000833 Kupferschrot, 200 g**

**P-1000834 Glasschrot, 100 g**

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Kalorimeter mit Heizwendel, 150 ml

Kalorimeter zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität fester und flüssiger Stoffe sowie zur Messung des elektrischen Wärmeäquivalents. Zwei gegenseitig isolierte Aluminiumbecher, Deckel mit durchbohrtem Gummistopfen für Thermometer und Rührer sowie Heizwendel.

Isoliergefäßinhalt: ca. 150 ml  
 Anschlussbuchsen: 4 mm  
 Elektrische Heizung: max. 6 V / 2 A

**P-1000822** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002879 Stabthermometer, -10 – +110°C**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000832 Aluminiumschrot, 100 g**

**P-1000833 Kupferschrot, 200 g**

**P-1000834 Glasschrot, 100 g**

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Heizelement, 12 V

Ummantelter Heizstab zur elektrischen Heizung der Kalorimeterzylinder (aus P-1003253).

Betriebsspannung: max. 12 V  
 Stromversorgung: max. 50 W (Nennwert)  
 Rohrlänge: 150 mm  
 Heizbereich: 70 mm  
 Elektrischer Anschluss: 4 mm-Stecker

**P-1003258** .....



P-1003258

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät, 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1003311 DC-Netzgerät, 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Satz 4 Kalorimeterzylinder

Vier zylinderförmige Kalorimeterblöcke aus Metall mit je 1 kg Masse zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazitäten von Aluminium, Messing, Kupfer und Stahl. Jeder Kalorimeterzylinder ist mit zwei Bohrungen versehen, um das Heizelement (P-1003258) sowie ein Thermometer oder eine Temperatursonde aufzunehmen.

Bohrung für Heizelement: 12,5 mm Ø  
 Bohrung für Thermometer: 8 mm Ø

**P-1003253** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003258 Heizelement, 12V**  
**Thermometer oder Temperaturfühler**

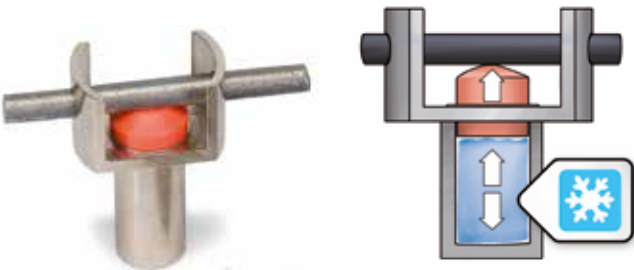
Art.-Nr.	Material	Höhe	Durchmesser	spezifische Wärme J/(kg·K)
<b>P-1003254</b>	Aluminium	84 mm	75 mm	896
<b>P-1003255</b>	Messing	84 mm	44 mm	377
<b>P-1003256</b>	Kupfer	85 mm	43 mm	385
<b>P-1003257</b>	Stahl	92 mm	44 mm	452



**Demonstrieren Sie die Kräfte, die bei der Längenänderung unter Einwirkung von Wärme bzw. Kälte entstehen. Sie reichen aus einen 10 mm Eisenbolzen zu zerbrechen!**



P-1000829



P-1000828

**Bolzensprenger Eis**

Spannvorrichtung zur Demonstration der Volumenausdehnung des Wassers beim Gefrieren sowie der enormen Kräfte, die durch die Ausdehnung entstehen können. Stahlzylinder mit Haltebügel und Kunststoffdeckel. 10 Gusseisenbolzen zur Sprengung gehören zum Lieferumfang.

Durchmesser für Bolzenaufnahme: ca. 11 mm  
 Abmessungen: ca. 40x30x75 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 620 g

P-1000828 .....



P-1000831



P-1003382

**Kugel und Ring**

Messingkugel und Messingring mit Kunststoffgriff zur Veranschaulichung der Wärmeausdehnung fester Körper. Die in der Flamme eines Brenners erwärmte Kugel passt nicht mehr durch den kalten Ring.

Länge: ca. 250 mm

P-1003382 .....

**Satz 10 Gusseisenbolzen**

Ersatzbolzen zur Sprengung mit dem Bolzensprenger (P-1000829) oder dem Bolzensprenger Eis (P-1000828).

P-1000827 .....



P-1000827

**Kugel mit Ring**

Anordnung zur Demonstration der Ausdehnung fester Körper bei Erwärmung. Die in der Flamme eines Brenners erwärmte Kugel passt nicht mehr durch die Bohrung des Winkels. Stahlkugel an Kette und Handgriff.

Abmessungen des Winkels: ca. 40x50x40 mm<sup>3</sup>  
 Kugeldurchmesser: 22 mm  
 Handgrifflänge mit Stiel: 225 mm  
 Masse: ca. 175 g

P-1000831 .....

**Bolzensprenger**

U-förmige Spannvorrichtung mit Metallsteg und Feststellschraube zur Demonstration der Längenausdehnung von Metallen bei Erwärmung sowie der enormen Kräfte, die durch die Ausdehnung entstehen können. 10 Gusseisenbolzen zur Sprengung gehören zum Lieferumfang.

Durchmesser für Bolzenaufnahme: ca. 11 mm  
 Länge der Spannvorrichtung: ca. 285 mm  
 Masse: ca. 1400 g

P-1000829 .....

### Längenausdehnungsapparat mit drei Zeigern

Gerät zur gleichzeitigen Messung der Längenausdehnung fester Stoffe unterschiedlichen Materials. Im Lieferumfang enthalten sind drei Rohrproben (Messing, Aluminium und Glas), durch die zur Erwärmung Wasserdampf strömt. Die Anzeige der Längenausdehnung auf einer Spiegelskala erfolgt über drei Röllachsen mit unterschiedlich farbigen Zeigern. Einschließlich Silikonschlauch.

Abmessungen der Röhren: 700 mm x 6 mm Ø  
 Abmessungen: ca. 830x80x70 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,2 kg

**P-1000830** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001049 Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1006769 Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

### Dampferzeuger

Wärmequelle zur Wasserdampfherzeugung z.B. bei Experimenten zur Längenausdehnung. Aluminiumtopf mit Korkdeckel und Haltebügel auf regelbarer Heizplatte mit thermischem Überlastschutz.

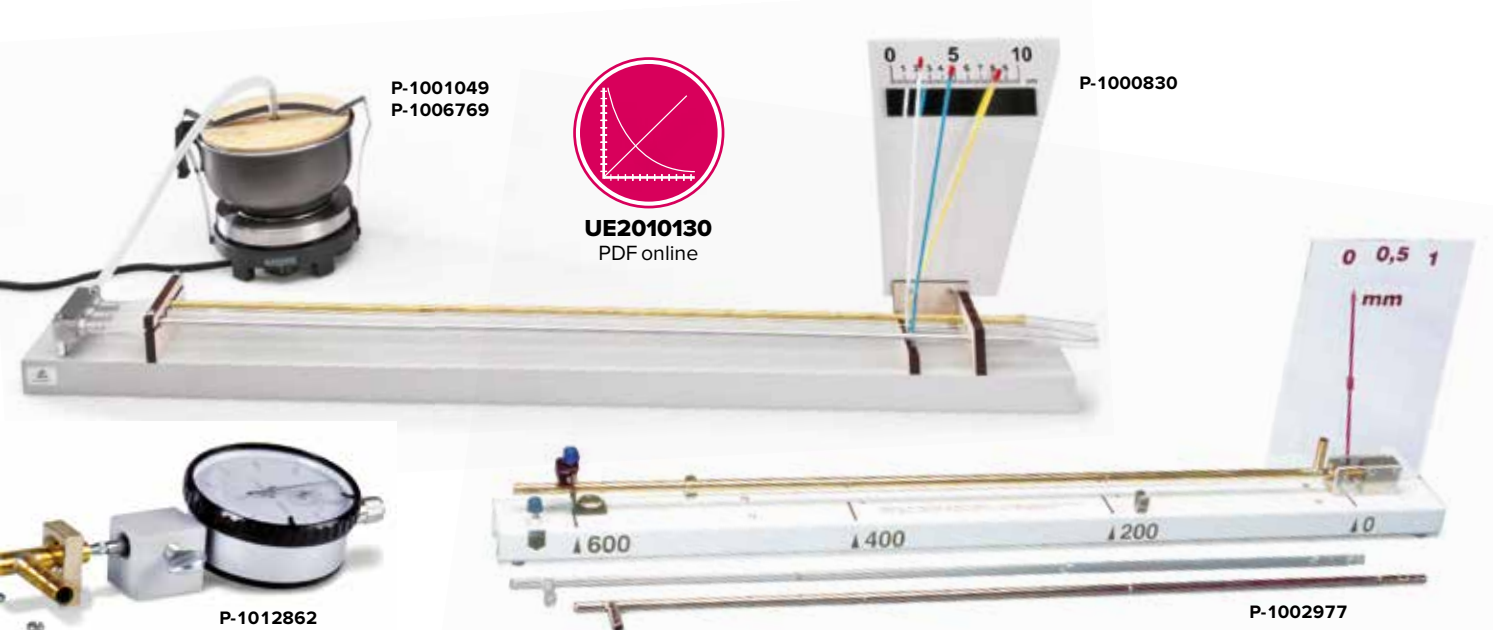
Heizplatte: 90 mm Ø  
 Leistungsaufnahme: 550 W  
 Topfinhalt: ca. 400 ml  
 Abmessungen: ca. 170 mm x 180 mm Ø  
 Schlauchanschluss: 6 mm Ø  
 Gesamtmasse: ca. 1 kg

### Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz)

**P-1001049** .....

### Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz)

**P-1006769** .....



### Messuhr mit Adapter

Analoge Messuhr zur Messung von kleinsten Längenänderungen und Adapter zur Umrüstung des Längenausdehnungsapparates D (P-1002977) auf Messuhranzeige.

**P-1012862** .....

### Längenausdehnungsapparat S

Gerät zur Messung der Längenausdehnung fester Stoffe in Abhängigkeit des Materials. Im Lieferumfang enthalten sind drei Rohrproben (Eisen, Kupfer und Glas) durch die zur Erwärmung Wasserdampf strömt. Grundleiste mit Klemmfeder, Zeiger, Skala und Schlaucholive. Einschließlich drei Rohrproben.

Zeigerübersetzung: 1:50  
 Länge der Rohre: ca. 630 mm  
 Abmessungen: ca. 530x60x240 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,6 kg

**P-1002978** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001049 Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1006769 Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1002622 Silikonschlauch, 1 m**

### Längenausdehnungsapparat D

Gerät zur Messung der Längenausdehnung fester Stoffe in Abhängigkeit der Länge und des Materials. Im Lieferumfang enthalten sind drei Rohrproben (Stahl, Messing und Glas), durch die zur Erwärmung Wasserdampf strömt. Grundleiste mit Festlager, Führungslager, Zeiger und projizierbarer Skala.

Abmessung der Skala: 140x200 mm<sup>2</sup>  
 Messbereich: 1 mm  
 Ablesegenauigkeit: 0,05 mm  
 Rohrlänge: ca. 650 mm  
 Abmessungen: ca. 730x50x200 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 2 kg

**P-1002977** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001049 Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1006769 Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1002622 Silikonschlauch, 1 m**

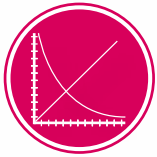
Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1012862 Messuhr mit Adapter**



**Themen:**

- Thermische Anomalie
- Dichtemaximum



**UE2010301**  
PDF online

P-1002889

P-1002804

P-4000036

P-1002793

P-1002808

**Gerät zur Anomalie des Wassers**

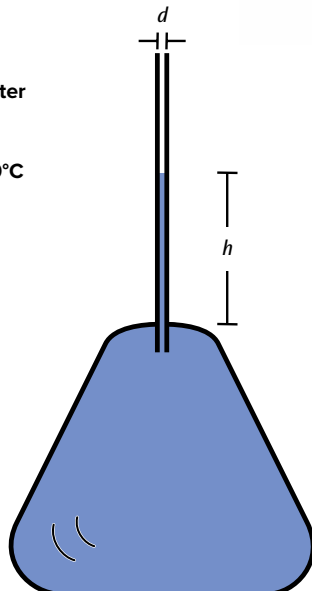
Gerät zur Demonstration der thermischen Anomalie des Wassers, Messung der thermischen Ausdehnung von Wasser in Abhängigkeit der Temperatur und Bestimmung des Dichtemaximums. Duran-Glasbehälter mit Einlassrohr und zwei GL-Schraubverschlüssen zur Aufnahme des Steigrohrs mit mm-Skala sowie eines Temperatur-Messfühlers oder Thermometers. Inklusive Rührstäbchen.

- Volumen: 250 ml
- Steigrohr: 400 mm
- Kapillare: 1,5 mm Ø
- Schlaucholive: 8 mm
- Gesamthöhe: ca. 500 mm

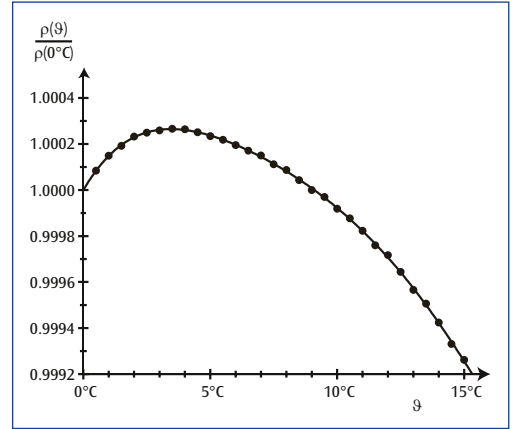
**P-1002889** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-4000036** Kunststoffwanne
- P-1002808** Magnetrührer
- P-1003013** Stabthermometer oder
- P-1002793** Digitales Thermometer und
- P-1002804** Tauchfühler NiCr-Ni, Typ K, -65°C bis 550°C



Gefäß mit Steigrohr



Bestimmung des Dichtemaximums von Wasser

P-1018001

P-1003511



**Gasausdehnungsgerät**

Glasgefäß mit geschliffenen Glasdichtungen zur Demonstration der Ausdehnung von Luft bei Erwärmung. Das U-Rohr wird bei Raumtemperatur mit Wasser gefüllt und die Flüssigkeitsstände werden markiert. Schon bei Erwärmung durch Handwärme dehnt sich die Luft im Kolben soweit aus, dass sich der Wasserstand im U-Rohr deutlich ändert.

Höhe: ca. 230 mm

**P-1003511** .....

**Volumendilatometer**

Glasgefäß zur Untersuchung Volumenänderung einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur und zur Bestimmung des Volumenausdehnungskoeffizienten. Mit eingeschliffenem, skaliertem Steigrohr.

- Volumen: 50 ml
- Länge Steigrohr: 120 mm
- Skala: mm-Teilung

**P-1018001** .....

### Wärmeströmungsgerät

Stabiler, rechteckig gebogener Glaskolben zur Darstellung der Wärmeströmung in einer ungleichmäßig erwärmten Flüssigkeit. Mit GL18-Verschraubung und Einfüllstutzen zum Einfüllen von Wasser und einer kleinen Menge Kaliumpermanganat als Färbemittel.

Abmessungen: 420x420 mm<sup>2</sup>  
Rohrdurchmesser: 30 mm

**P-1002903** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002836 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm**
- P-1002934 Stativstange, 470 mm**
- P-1002830 Universalmuffe**
- P-1002833 Universalklemme**
- P-1003565 Spiritusbrenner**
- Kaliumpermanganat als Färbemittel**



P-1002903



P-1003101

Wärmeleitung / Wärmeströmung



P-1003512

### Wärmeströmungsgerät S

Stabiler Glaskolben auf Stativfuß zur Darstellung der Wärmeströmung in einer ungleichmäßig erwärmten Flüssigkeit. Mit Einfüllöffnung zum Einfüllen von Wasser und einer kleinen Menge an Kaliumpermanganatkristallen zur Färbung.

Glaskolben: 300x150 mm<sup>2</sup>  
Rohrdurchmesser: 14 mm  
Höhe: 250 mm

**P-1003512** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003565 Spiritusbrenner**
- Kaliumpermanganat als Färbemittel**

### Gerätesatz Wärmeleitfähigkeit

Gerätesatz zur qualitativen Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit von Aluminium (sehr hohe Wärmeleitfähigkeit) und geschäumtem Kunststoff (sehr geringe Wärmeleitfähigkeit). Schon beim Anfassen fühlen sich diese Materialien bei Raumtemperatur unterschiedlich warm an. Im Experiment werden Eiswürfel auf die Platten gelegt. Der Eiswürfel auf der scheinbar kälteren Aluminiumplatte schmilzt in ein bis zwei Minuten, während der Eiswürfel auf der scheinbar wärmeren Kunststoffplatte in dieser Zeit nicht nennenswert zum Schmelzen kommt. Zwei Gummiringe, die ein Abgleiten der Eiswürfel von den Platten verhindern, vervollständigen den Experimentiersatz.

Abmessungen der Platten: ca. 95x95x13 mm<sup>3</sup>

**P-1003497** .....



P-1003383



P-1003497

Wärme und Thermodynamik



P-1000824

### Thermosäule nach Moll

Empfindliche Sonde zur Messung der Wärmestrahlung von Schwarzkörpern oder einem Leslie-Würfel sowie zum Nachweis von sichtbarem Licht und ultravioletter Strahlung. Metallgehäuse mit poliertem konischem Reflektor und einer schwarzen Fläche von 15 mm Durchmesser, mit der 17 Thermoelemente verbunden sind. Mit zwei 4 mm-Anschlussbuchsen, auf Stiel montiert.

Empfindlichkeit: ca. 0,14  $\mu\text{V}/\mu\text{W}$   
 Innenwiderstand: ca. 1  $\Omega$   
 Einstelldauer: 40 s (95 %)  
 Stativstab: 156 mm x 10 mm  $\emptyset$   
 Abmessungen: 94 mm x 40 mm  $\emptyset$   
 Masse: ca. 200 g

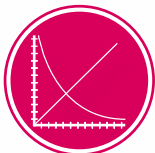
P-1000824 .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1013527 Analog-Multimeter ESCOLA 100
- P-1001046 Tonnenfuß
- 2 Experimentierkabel

Geräteausstattung:

- P-1000835 Leslie-Würfel
- P-1017875 Drehbare Auflage für Leslie-Würfel
- P-1000824 Thermosäule nach Moll
- P-1001022 Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1001021 Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)
- P-1002785 Digital-Multimeter P3340
- P-1002803 Digital-Sekunden-Taschenthermometer
- P-1002804 Tauchfühler NiCr-Ni Typ K -65–550°C
- P-1002849 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm
- P-1002748 HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker
- P-1001046 Tonnenfuß, 500 g (2x)
- P-1002603 Taschenbandmaß, 2 m



UE2020200  
PDF online

### Leslie-Würfel

Aluminiumhohlwürfel zur Untersuchung der Wärmestrahlung eines heißen Körpers in Abhängigkeit der Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit. Mit abnehmbarem Deckel zum Einfüllen von erwärmtem Wasser und 2 Öffnungen zum Einsetzen eines Thermometers oder Thermofühlers und eines Rührers. Je eine Seitenfläche blank, matt, weiß und schwarz lackiert.

Abmessungen: ca. 100x100x100 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 360 g

P-1000835 .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1000824 Thermosäule nach Moll



P-1000835

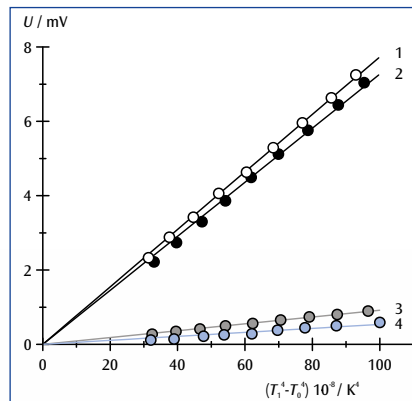
### Drehbare Auflage für Leslie-Würfel

Kunststoffplattform zur Auflage eines Leslie-Würfels. Drehbar gelagert auf Stativstab. Mit Filzstreifen zur Wärmeisolierung. Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>  
 Stativstab: 120 mm x 10 mm  $\emptyset$

P-1017875 .....



P-1017875



- 1: weiße Fläche
- 2: schwarze Fläche
- 3: matte Fläche
- 4: glänzende Fläche

Abgestrahlte Intensität des Leslie-Würfels in Abhängigkeit von  $x = T^4 - T_0^4$



Messung der Wärmestrahlung eines Leslie-Würfels

P-1000835



## Themen:

- Einführung in die Wärmestrahlung
- Stefan-Boltzmann Gesetz



P-1017730  
P-1017729

### Leslie-Würfel mit Heizung

Aluminiumhohlwürfel zur quantitativen Untersuchung der Wärmestrahlung eines heißen Körpers in Abhängigkeit von Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit. Drehbarer Würfel mit integrierter 150-W-Lampe und integriertem Temperaturfühler zur geregelten Heizung der Oberflächen auf eine einstellbare Temperatur. Mit Halter für Thermosäule. Je eine Seitenfläche blank, matt, weiß und schwarz lackiert.

Heizleistung: 150 W  
 Max. Temperatur: 120°C  
 Auflösung: 1°C  
 Display: 2-zeilig für Ist- und Solltemperatur  
 Abmessungen: ca. 250x250x220 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,8 kg

### Radiometer nach Crookes

Gerät zur Demonstration der Umwandlung von Strahlungsenergie in kinetische Energie. Auf Metallspitze drehbar gelagertes Flügelrad mit vier einseitig geschwärzten Plättchen in evakuiertem Glaskolben.

Höhe: 210 mm  
 Kugeldurchmesser: 80 mm

P-1002882



P-1002882

## Vorteile

- Geregelte elektrische Heizung mit 150 W-Lampe
- Bequeme Einstellung und Anzeige der Ist- und Solltemperatur
- Keine offene Flamme, kein heißes Wasser erforderlich
- Würfel drehbar, dadurch gleicher Abstand aller Flächen zur Thermosäule sichergestellt
- Kein weiteres Stativmaterial nötig

Leslie-Würfel mit Heizung (230 V, 50/60Hz)

P-1017730

Leslie-Würfel mit Heizung (115 V, 50/60Hz)

P-1017729

Zusätzlich erforderlich:

P-1000824 Thermosäule nach Moll



P-1008523



UE4050200  
PDF online

### Stefan-Boltzmann-Lampe

Hochtemperaturquelle zur Erzeugung von Wärmestrahlung und zur Untersuchung der Temperaturabhängigkeit sowie zur Bestätigung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes. Der Wolfram-Glühfaden stellt in sehr guter Näherung eine punktförmige Strahlungsquelle dar und ist damit auch für die Untersuchung des Gesetzes vom reziproken Abstandsquadrat geeignet. Die Temperatur der Wolframlampe wird aus dem Widerstand der Wendel berechnet. Um Spannungsverluste zu minimieren, sind die Lampenkontakte an die Anschlüsse gelötet.

Nennspannung: 12 V DC  
 Nennstrom: 1,75 A  
 Nennleistung: 21 W  
 Max. Betriebswerte: 13 V DC / 2 A  
 Maximale Temperatur des Glühfadens: 3600 K

### Lieferumfang:

1 Stativstab, 130 mm lang  
 1 Stefan-Boltzmann-Lampe

P-1008523

Zusätzlich empfohlen:

P-1003312 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
 oder

P-1003311 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1003034 Aufbewahrungsleiste

P-1000824 Thermosäule nach Moll

P-1002785 Digital-Multimeter P3340 (3x)



## Experimente zur Wärmeleitung und zur elektrischen Leitung

### Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Kupfer und Aluminium

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Wärmeleitstab Cu	P-1017330
1 Wärmeleitstab Al	P-1017331
1 Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)	P-1001016
oder	
1 Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)	P-1001015
1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003311
1 Digitalmultimeter P1035	P-1002781
1 Satz Experimentierkabel	P-1002841

### Untersuchung der Wärmeleitung in Kupfer und Aluminium im nichtstationären und stationären Zustand

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Wärmeleitstab Cu	P-1017330
1 Wärmeleitstab Al	P-1017331
1 Gerätesatz Wärmeleitung	P-1017329
1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003311
2 Digitalmultimeter P1035	P-1002781
1 Digitalthermometer, 2 Kanal	P-1002794
1 Satz Experimentierkabel	P-1002841

#### Gerätesatz Wärmeleitung

Gerätesatz zur gefahrlosen Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit von Metallen. Der Gerätesatz besteht aus einer elektronisch geregelten Wärmequelle zur Erwärmung des Wärmeleitstabs, einer Isoliermanschette zur Verringerung des Wärmeverlustes an die Umgebung und zur Verbesserung der Linearität des Temperaturprofils sowie Kühllamellen, über die die Wärme abgeführt werden kann. Bei Anschluss eines Voltmeters und eines Amperemeter kann die zur Heizung zugeführte elektrische Leistung bestimmt werden.

Maximale Wärmeleistung: ca. 43 W  
 Maximale Verlustleistung: ca. 4,5 W  
 Temperatur der Wärmequelle: 105 °C  
 Betriebsspannung: 12 V DC  
 Maximaler Heizstrom: 3,6 A

#### Lieferumfang:

- 1 Heizmodul
- 1 Isoliermanschette
- 1 Kühllamelle
- Wärmeleitpaste

#### P-1017329

Zusätzlich erforderlich:

**P-1017331 Wärmeleitstab Aluminium**

oder

**P-1017330 Wärmeleitstab Kupfer**

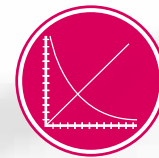
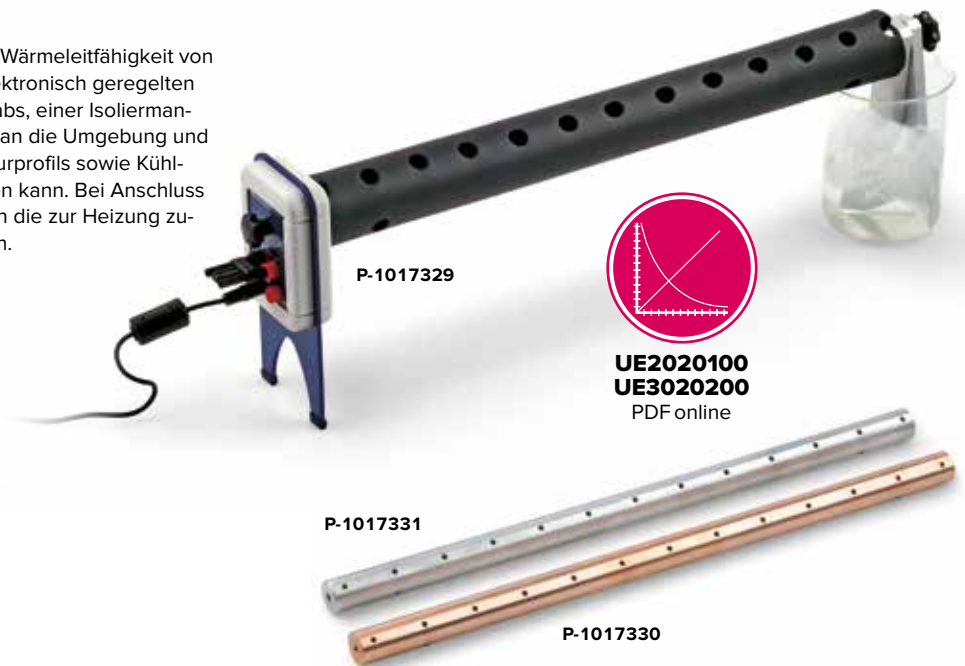
**P-1017579 Tischnetzgerät**

oder

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



**UE2020100**  
**UE3020200**  
 PDF online

#### Wärmeleitstäbe

Wärmeleitstäbe zur Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit in Verbindung mit dem Gerätesatz Wärmeleitung oder der elektrischen Leitfähigkeit durch Vierleitermessung.

Länge: 500 mm  
 Querschnittsfläche: 490 mm<sup>2</sup>  
 Messstellen: 13  
 Abstand der Messstellen: 40 mm  
 Wärmeleitfähigkeit (Al): 236 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>  
 Wärmeleitfähigkeit (Cu): 240 – 380 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>

#### Wärmeleitstab Al

**P-1017331** .....

#### Wärmeleitstab Cu

**P-1017330** .....

#### Tischnetzgerät

Tischnetzgerät zur Spannungsversorgung des Gerätesatzes Wärmeleitung.

Netzspannung: 100 - 240V AC / 1A 50/60Hz  
 Ausgangsspannung: 12 V DC / 4 A

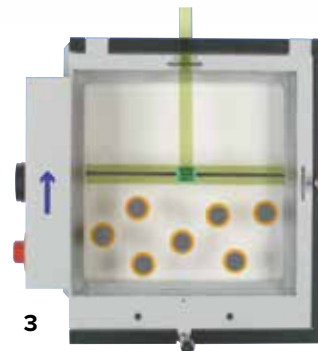
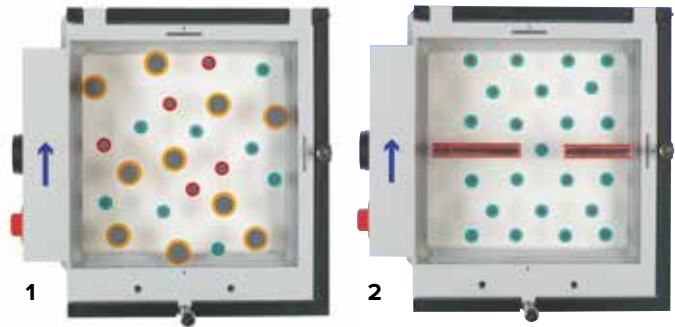
**P-1017579** .....



P-1017579

## Themen:

- Wärmebewegungen von Atomen bzw. Molekülen in den verschiedenen Aggregatzuständen
- Elektrische Leitungsvorgänge
- Modelle der Atomphysik
- Mechanische Bewegungen



- 1: Durchmischung von Gasen
- 2: Diffusion von Gasen durch eine poröse Trennwand
- 3: Abhängigkeit des Drucks von der Temperatur

### Luftkissenplatte

Die Luftkissenplatte ist ein ideales Unterrichtsmittel zur anschaulichen Demonstration einer Vielzahl von Modellexperimenten, in denen die Bewegung atomarer Teilchen untersucht wird:

- a) Auf dem Luftkissen nahezu reibungsfrei gleitende Schwebekörper simulieren die Teilchenbewegung. Im Lieferumfang enthalten sind fünf verschiedene Arten aus transparentem, farbigem Kunststoff oder Aluminium mit runden aufgesetzten Keramikmagneten zur Sicherstellung elastischer Stöße.
- b) Durch magnetische Barrieren lässt sich die kunststoffumrandete Experimentierfläche verändern. Elastische Stöße der Schwebekörper gegen die Umrandung werden so ermöglicht.
- c) Zur Veranschaulichung eines Kristallgitters z.B. in Experimenten zum elektrischen Leitungsvorgang in einem Halbleiter steht ein Gittermodell mit Haltevorrichtung zur Verfügung. Es besteht aus einer in der Höhe verstellbaren Plexiglasplatte, an der 25 freischwingende Keramikmagnete aufgehängt sind.
- d) Zwei stabförmige Metall-Elektroden können zur Erzeugung eines elektrischen Feldes parallel zur Experimentierfläche platziert werden. Die Wirkung eines elektrischen Feldes auf geladene Teilchen lässt sich auch durch Neigung der Experimentierfläche simulieren.

Das Gerätesystem zeichnet sich durch übersichtliche und einfache Konstruktion, geringen Justieraufwand bei der Vorbereitung, gute Sichtbarkeit aller Experimente durch Tageslichtprojektion, einfache Bedienung und hohe Zuverlässigkeit aus. Es besteht aus einem stabilen Rahmen mit einer Druckkammer, deren Deckplatte mit 1089 feinen Bohrungen versehen ist und als Experimentierfläche dient. Über einen Schlauch wird von einem Gebläse Luft in die Druckkammer geleitet, die die farbigen Schwebekörper in einen Schwebezustand versetzt. Ein zusätzlicher Luftstrom aus einem Impulsventil ermöglicht eine Beeinflussung der Schwebekörperbewegung. Mit zwei Stell-schrauben zur horizontalen Ausrichtung.

Abmessungen: 350x350x75 mm<sup>3</sup>

### Lieferumfang:

Luftkissenplatte

Magnetische Schwebekörper:

- Rot, 16 mm Ø (30x)
- Grün, 16 mm Ø (25x)
- Aluminium, 21 mm Ø (5x)
- Orange, 28 mm Ø (25x)
- Blau, 48 mm Ø (1x)

Magnetische Barrieren:

- 253 mm (2x)
- 233 mm (1x)
- 233 mm mit Aussparung (1x)
- 233 mm mit Öffnung, flach, mit 4 Magneten (1x)

Magnetischer Kolben

Gittermodell

Halterung für Gittermodell

Elektrodenpaar

Plexiglasplatte

Manipulierstab

Pinzette

Experimentieranleitung

Aufbewahrungskasten, Holz

**P-1002981**



Zusätzlich erforderlich:

**P-1000606 Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000605 Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)**

**Die kinetische Gastheorie  
sichtbar gemacht**

### Qualitative Beobachtungen

- Flüssiger und gasförmiger Zustand
- Dynamischer Zustand bei Kompression und Entspannung
- Kritische Opaleszenz
- Ausbildung des Kipp-Punktes bei verschiedenen Temperaturen

### Quantitative Messungen

- Darstellung des kritischen Punktes und der kritischen Temperatur
- Aufnahme der Isothermen im p-V-Diagramm (Diagramm nach Clapeyron)
- Aufnahme der Isothermen im pV-p-Diagramm (Diagramm nach Amegat)
- Druckkurven des gesättigten Dampfes
- Abweichungen der realen Gase vom Zustand des idealen Gases



P-1002670

ohne Quecksilber

### Kritischer-Punkt-Apparat

Präzisionsgerät zur Untersuchung von Kompressibilität und Verflüssigung eines Gases, zur Bestimmung des kritischen Punktes und zur Aufnahme der Isothermen des p-V-Diagramms (Clapeyron-Diagramm). Als Testgas wird Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) eingesetzt, das mit einer kritischen Temperatur von 318,6 K (45,5°C) und einem kritischen Druck von 3,76 MPa (37,6 bar) einen einfachen Aufbau ermöglicht. Die Apparatur enthält eine durchsichtige Messzelle in besonders dichter und druckfester Ausführung. Das Volumen in der Messzelle wird durch fein dosierbare Drehung eines Handrades verändert, wobei die Volumenänderung mittels einer feststehenden und einer mitdrehenden Skala mit einer Genauigkeit von einem  $\frac{1}{1000}$  des Maximalvolumens abgelesen werden kann. Der Druckaufbau erfolgt durch ein Hydrauliksystem mit Rizinusöl in einer für medizinische Anwendungen zugelassenen Qualität. Messzelle und Hydrauliksystem sind durch eine Hüttdichtung getrennt, die sich bei einer Volumenvergrößerung einrollt. Durch diese Konstruktion ist die Druckdifferenz zwischen Messzelle und Ölraum praktisch vernachlässigbar. Ein Manometer misst anstelle des Gasdruckes den Öldruck, ohne ein Totvolumen in der Messzelle zu beanspruchen. Bei der Beobachtung der Übergänge von der gasförmigen in die flüssige Phase und umgekehrt kann daher sowohl die Entstehung des ersten Flüssigkeitstropfens wie auch das Verschwinden der letzten Gasblase beobachtet werden. Die Messzelle ist von einer transparenten Wasserammer umhüllt. Über einen Umwälzthermostaten lässt sich somit eine konstante

Temperatur mit hoher Genauigkeit einstellen, wobei die Temperatur über ein Thermometer abgelesen und kontrolliert werden kann. Die guten Ablesemöglichkeiten von Volumen, Druck und Temperatur erlauben die Aufnahme von p-V- oder pV-p-Diagrammen ohne großen Aufwand mit qualitativ richtigen Ergebnissen. Mit einer druck- und temperaturabhängigen Volumenkorrektur lassen sich auch quantitativ richtige Ergebnisse erzielen, die einem Vergleich mit Literaturwerten standhalten.

Kritische Temperatur:	318,6 K (45,5°C)
Kritischer Druck:	3,76 MPa (37,6 bar)
Kritisches Volumen:	197,4 cm <sup>3</sup> /Mol
Kritische Dichte:	0,74 g/Mol
Temperaturbereich:	10 – 60°C
Maximaldruck:	6,0 MPa (60 bar)
Maximalvolumen:	15,7 cm <sup>3</sup>
Manometerdurchmesser:	160 mm
Bohrung für Temperaturfühler:	6 mm Ø
Anschlüsse für Temperiermittel:	7 mm Ø
Anschluss des Reduzierventils:	1/8 Zoll Ø
Gasanschluss bei Auslieferung:	3,5 mm Ø
Abmessungen:	380x200x400 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 7 kg

### Lieferumfang:

- 1 Kritischer-Punkt-Apparat gefüllt mit Hydrauliköl (Rizinusöl) jedoch ohne Testgas ( $\text{SF}_6$ ), mit montiertem Gasanschlussstutzen für MINICAN®-Gascanister und Schutz für Gasanschluss
- 1 Öl-Befüll-Vorrichtung
- 1 Sechskant-Winkelschraubendreher 1,3 mm (für Madenschraube der mitdrehenden Skala)
- 1 Kunststoffschlauch, 3 mm Innendurchmesser
- 1 Rohrverschraubung für 1/8" (SW 11)
- 1 Fettpresse

### P-1002670

Zusätzlich erforderlich:

**P-1008654** Bad/Umwälzthermostat (230 V, 50/60 Hz) oder

**P-1008653** Bad/Umwälzthermostat (115 V, 50/60 Hz)

**P-1002622** Silikonschlauch, 1 m (2x)

**P-1002803** Digitales Sekunden-Taschenthermometer

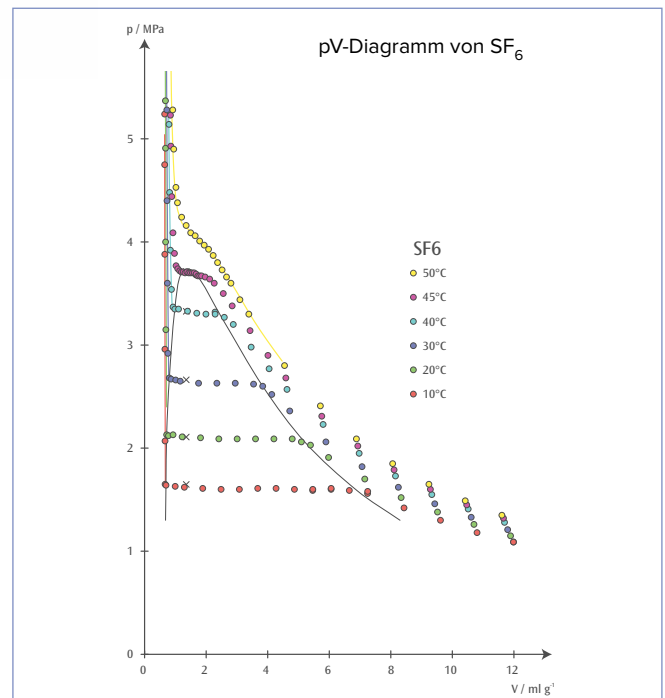
**P-1002804** Tauchfühler NiCr-Ni Typ K, -65° C – 550° C

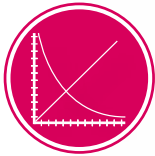
**Schwefelhexafluorid  $\text{SF}_6$**

Zum gelegentlichen Ausgasen oder Nachfüllen des Hydrauliköls erforderlich:

**P-1002671** Rizinusöl

**Leistungsfähige Vakuumpumpe**




**UE2040300**  
 PDF online

P-1002803


**Hinweis:**

Gemäß den Grundsätzen einer „guten Laborpraxis“ ist insbesondere bei regelmäßiger Nutzung des Kritischer-Punkt-Apparates der Gasanschluss über eine feste Rohrleitung zu empfehlen. Bei gelegentlicher Nutzung ist es günstiger, das Testgas aus einem MINICAN®-Gascanister zu entnehmen. Der Gasanschluss einer MINICAN® ist ähnlich aufgebaut wie ein Ventil an einer handelsüblichen Sprühdose, d.h. es öffnet, wenn die MINICAN® direkt auf den Gasanschlussstutzen gedrückt wird.

**Dichtungssatz** (ohne Abb.)

Satz Ersatzdichtungen zum Kritischer-Punkt-Apparat (P-1002670) bestehend aus einer hutförmigen Gummidichtung, einer Gummidichtung  $\varnothing$  60 mm, einer Gummidichtung 78x78 mm<sup>2</sup>, einem Dichtring  $\varnothing$  30/20 mm, vier Kupferdichtscheiben und einer Gewindebuchse aus POM.

**P-1002672** .....

**Rizinusöl** (ohne Abb.)

250 ml Rizinusöl in DAB Qualität zur Befüllung des Kritischer-Punkt-Apparates (P-1002670).

**P-1002671** .....

**Zubehör Kinetische Gastheorie**

Zubehör zum Vibrationsgenerator (P-1000701) zur Simulation der Teilchenbewegung in einem idealen Gas. Verschieden farbige Kugeln (Modellgas) werden durch mechanische Anregung in Bewegung versetzt.

**Lieferumfang:**

- 1 Plexiglaszylinder Länge 300 mm
- 1 runde Scheibe
- 1 Satz verschieden farbige Kugeln

**P-1000704** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000701 Vibrationsgenerator**
**P-1009957 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1009956 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)**
**Bad/Umwälzthermostat**

Bad/Umwälzthermostat zur Thermostatisierung von Bädern oder externen Apparaturen mit nicht brennbaren Flüssigkeiten bis 95°C. Der vollelektronische stetige Regler und die kräftige Umwälzpumpe sorgen für eine optimale Badumwälzung und somit für eine hohe Temperaturkonstanz. Die benutzerfreundliche Menüführung und die einfache 3-Tastenbedienung garantieren eine einfache Handhabung des Geräts. Ein 1-zeiliges LED-Display zeigt Soll-Wert und Ist-Wert an. Ein fest eingestellter Überhitzeschutz (95°C) mit akustischen und visuellen Alarmlmeldungen erhöht die Betriebssicherheit. Einschließlich Anschlussmöglichkeit für einen Durchlaufkühler und eine Kühlschlange zur Kühlung mittels Leitungswasser.

Arbeitstemperaturbereich: 25°C – 100°C

 Temperaturkonstanz:  $\pm 0,05^\circ\text{C}$ 

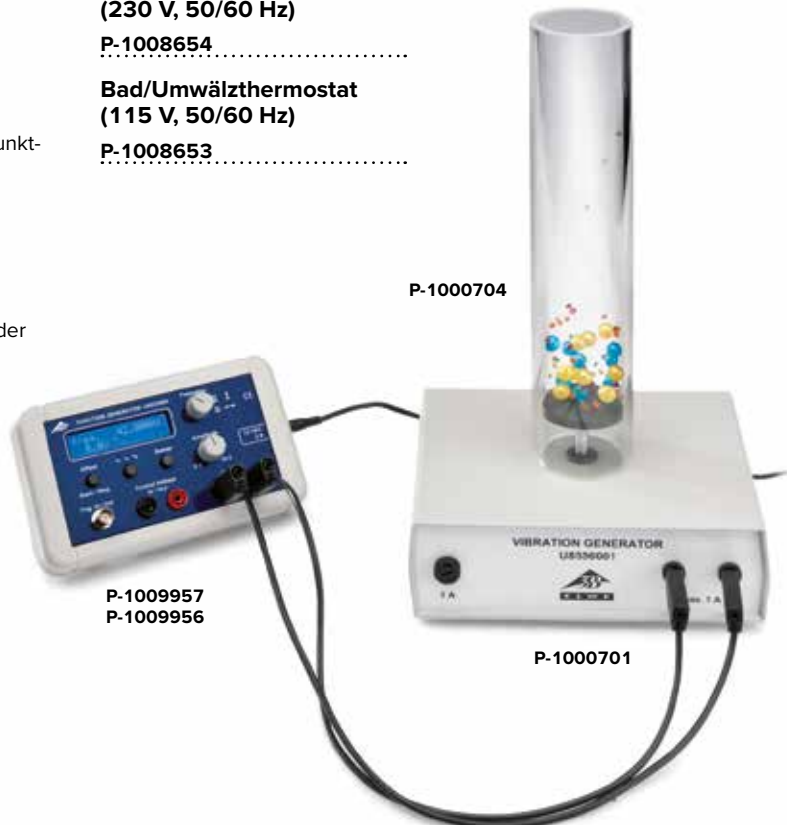
Heizleistung: 1,5 kW

Pumpendruck: max. 0,2 bar

Förderstrom: max. 15 l/min

Badvolumen: max. 5,5 l

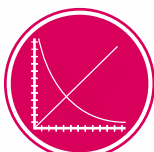
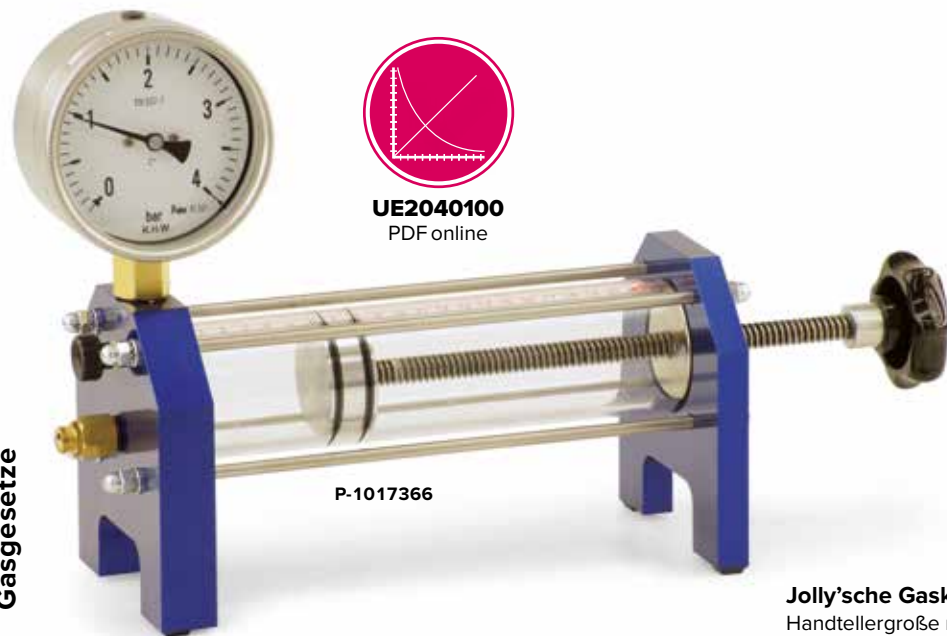
 Badöffnung/Badtiefe: ca. 145x161x150 mm<sup>3</sup>
**Bad/Umwälzthermostat**
**(230 V, 50/60 Hz)**
**P-1008654** .....

**Bad/Umwälzthermostat**
**(115 V, 50/60 Hz)**
**P-1008653** .....


P-1000704

 P-1009957  
 P-1009956

P-1000701



**UE2040100**  
PDF online

**P-1017366**

**Boyle-Mariotte-Gerät**

Gerät zur experimentellen Bestimmung der Beziehung zwischen Gasvolumen und Gasdruck bei konstanter Temperatur (Gesetz von Boyle-Mariotte). Arbeitszylinder aus Acrylglas mit verschiebbarem Kolben, Skala und Manometer sowie Be- bzw. Entlüftungsventil. Die Verschiebung des Kolbens erfolgt über eine Gewindestange, die mit einem Drehknopf gedreht wird. Auf diese Weise wird Überdruck oder Unterdruck erzeugt. Aus Sicherheitsgründen ist der Arbeitszylinder mit einem Schutzzylinder aus Acrylglas umgeben.

- Länge: 300 mm
- Innendurchmesser: 40 mm
- Kolben: 30 mm x 40 mm Ø
- Kolbendichtung: 2 O-Ringe
- Manometerdurchmesser: 100 mm
- Zulässiger Druck: max. 4 bar

**P-1017366**

**Pneumatisches Feuerzeug**

Gerät zur Demonstration der Dieselizeündung. Durch schnelles Niederdrücken des Kolbens erwärmt sich die komprimierte Luft in der durchsichtigen Röhre so stark, dass ein am Boden der Röhre befindliches Stück Papier deutlich sichtbar aufglimmt oder sich ein mit Äther getränkter Wattebausch entzündet.

Länge der Kompressionsröhre: ca. 150 mm

**P-1003569**

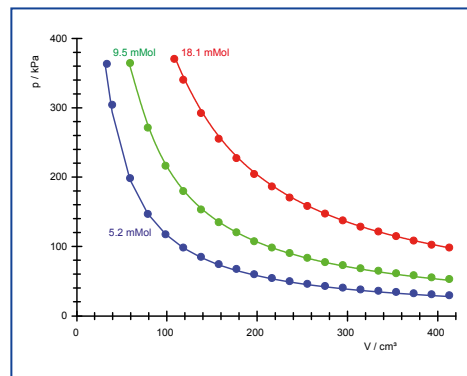
**Ersatzröhrchen für Pneumatisches Feuerzeug**

(ohne Abb.) Ersatzröhrchen für das Pneumatische Feuerzeug (P-1003569).

**P-1003570**



**P-1003569**



Druck-Volumen-Diagramm

**P-1012870**

**Jolly'sche Gaskugel**

Handtellergroße metallische Hohlkugel mit angeschlossenen Manometer zur anschaulichen Demonstration der Druckänderung in einem abgeschlossenen Luftvolumen bei Erwärmen und Abkühlen. Durch Eintauchen der Kugel in ein temperiertes Wasserbad lässt sich der Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur der eingeschlossenen Luft leicht messen und so das Verhalten eines idealen Gases demonstrieren.

Hohlkugel: 60 mm Ø  
Manometer: 840 – 1240 hPa

**P-1012870**



**Schwingungsröhre**

Präzisionsglasröhre mit eingepasstem Aluminiumzylinder zur Bestimmung des Adiabaten-Exponenten  $c_p/c_v$  von Luft nach Rüchardt in Verbindung mit der Mariotte'schen Flasche (P-1002894). Setzt man die Glasröhre senkrecht auf eine Glasflasche mit 10 l Volumen und lässt den Aluminiumzylinder in die Glasröhre gleiten, so führt er harmonische Schwingungen auf dem durch das abgeschlossene Luftvolumen gebildeten Luftpolster aus. Aus der Periodendauer lässt sich  $c_p/c_v$  berechnen.

Abmessungen: 600 mm x 16 mm Ø innen  
Aluminiumzylinder: 15,2 g

**P-1002895**

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002894 Mariotte'sche Flasche**
- P-1002811 Digitale Stoppuhr**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1012856 Hand-Vakuumpumpe**



**UE2040200**  
PDF online

**P-1002894**

**Mariotte'sche Flasche**

Duranglasflasche mit Auslauföffnung unten. Inklusive Glashahn und zwei durchbohrten Gummistopfen.

Volumen: 10 l

**P-1002894**

Zusätzlich empfehlenswert:

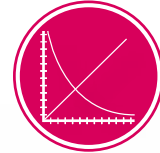
- P-1002895 Schwingungsröhre**



**P-1002895**

## Themen:

- Aufzeichnung und Auswertung des pV-Diagramms
- Betrieb des Stirling-Motors als Wärmepumpe bzw. Kältemaschine
- Betrieb des Stirling-Motors als Wärmekraftmaschine



UE2060250  
PDF online

## Vorteile

- Langlebigkeit und hohe Präzision durch Verarbeitung von hochwertigen Materialien
- Übersichtlicher und transparenter Aufbau ermöglicht gute Beobachtung der Funktionsweise
- Mit integrierter Generatoreinheit

## Stirling-Motor G

Transparenter Stirling-Motor zur quantitativen Untersuchung des Stirling'schen Kreisprozesses als Wärmekraftmaschine, als Wärmepumpe und als Kältemaschine. Verdrängerzylinder und Verdrängerkolben bestehen aus hitzebeständigem Glas, Arbeitszylinder, Schwungrad und Getriebeabdeckungen aus Acrylglas. Somit lassen sich die Bewegungsabläufe sehr gut beobachten. Die kugelgelagerten Kurbelwellen bestehen aus gehärtetem Stahl, die Pleuel aus verschleißfestem Kunststoff. Einschließlich Spiritusbrenner mit verstellbarem Docht zur Wärmezufuhr. Im Verdrängerzylinder sind Temperatur-Messstutzen vor und hinter dem Verdrängerkolben im Glas eingelassen, um die Temperaturdifferenzen beim Betrieb als Wärmepumpe oder Kältemaschine messen zu können. Das große Schwungrad aus Acrylglas mit aufgedruckter Markierung ermöglicht die Messung der Umdrehungen pro Zeiteinheit mit einer Lichtschranke. Zur Aufnahme von pV-Diagrammen kann die Druckmessung im Arbeitszylinder über eine Schlauchanschlussöffnung bewerkstelligt werden und die Volumenbestimmung durch Befestigen eines Fadens am Arbeitskolben zur Messung des Hubweges. Die eingebaute Motor-Generator-Einheit mit zweistufiger Riemenscheibe ermöglicht die Umwandlung der erzeugten mechanischen Energie in elektrische Energie. Mit Umschaltmöglichkeit zum Betrieb einer eingebauten Lampe sowie zum Betrieb externer Lasten oder zur Einspeisung elektrischer Energie zum Betrieb als Wärmepumpe oder Kältemaschine je nach Drehrichtung des Stirlingmotors.

Leistung des Stirlingmotors: 1,5 W

Lehrlaufdrehzahl:	1000 U/min
Schwungrad:	140 mm Ø
Arbeitskolben:	25 mm Ø
Hub des Arbeitskolbens:	24 mm
Gasvolumen:	32 cm <sup>3</sup> – 44 cm <sup>3</sup>
Motor-Generator-Einheit:	max. 12 V DC
Riemenscheibe:	zweistufig (30 mm Ø, 19 mm Ø)
Abmessungen:	300x220x160 mm <sup>3</sup>
Masse:	1,6 kg

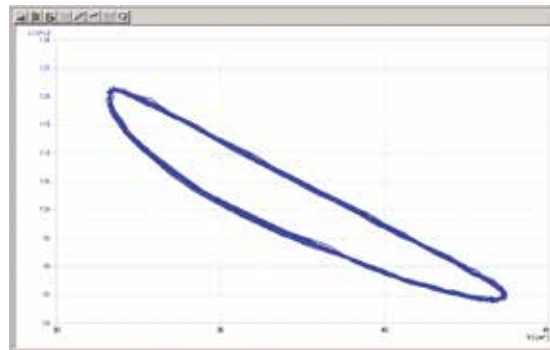
### P-1002594

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1000548 Relativ-Drucksensor  $\pm 1000$  hPa
- P-1000568 Wegaufnehmer
- P-1008500 Sensorenhalter für Stirling-Motor G
- P-1000544 3B NETlab™
- P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)



P-1002594



Druck-Volumen-Diagramm des Stirling-Motors G

## Sensorenhalter für Stirling-Motor G

Halter zur Aufnahme des Relativ-Drucksensors (P-1000548) und des Wegaufnehmers (P-1000568) am Stirling-Motor G (P-1002594).

### P-1008500



P-1002594

P-1000568

P-1000548

P-1008500

Aufbau zur Aufzeichnung des Druck-Volumen-Diagramms

**Themen:**

- Betrieb des Stirling-Motors als Wärmekraftmaschine
- Bestimmung der Leerlaufdrehzahl in Abhängigkeit von der Heizleistung
- Aufzeichnung und Auswertung des pV-Diagramms



**UE2060100**  
PDF online

P-1000817

Mit diskontinuierlicher Kolbenbewegung

**Stirling-Motor D**

Für den Unterricht optimiertes Funktionsmodell eines Stirling-Motors nach einer Idee von Professor Wilcke zur Demonstration der Umwandlung von thermischer Energie in mechanische Energie und der Arbeitsweise einer Wärmekraftmaschine sowie zur Untersuchung des Stirling'schen Kreisprozesses. Insbesondere bei langsamer Drehung ist das Wechselspiel zwischen Verdränger- und Arbeitskolben gut zu beobachten. Der Verdrängerkolben bewegt sich diskontinuierlich mit einer Verweilzeit während der Erwärmung und während der Abkühlung des Arbeitsmediums Luft. Dadurch wird der ideale Stirling'sche Kreisprozess besser ausgeführt als dies bei kontinuierlicher Kolbenbewegung der Fall wäre. Zur Wärmezufuhr kann wahlweise eine integrierte elektrische Heizplatte, ein Teelicht oder die gebündelte ärmestrahlung der Sonne bzw. einer Lampe genutzt werden. Dabei hängt die Drehrichtung davon ab, ob die Wärmezufuhr von oben oder von unten erfolgt. Zur Aufnahme von pV-Diagrammen kann die Druckmessung im Arbeitszylinder über eine Schlauchanschlussöffnung bewerkstelligt werden und die Volumenbestimmung durch Befestigen eines Fadens am Arbeitskolben zur Messung des Hubweges.

Gasvolumen: 330 cm<sup>3</sup> – 345 cm<sup>3</sup>  
 Heizspannung: 8 – 12 V, 1,5 A  
 Schwungstange: 400 mm  
 Abmessungen ohne Schwungstange: 260x185x330 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 2,2 kg

**P-1000817** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000547** Relativ-Drucksensor ±100 hPa

**P-1000568** Wegaufnehmer

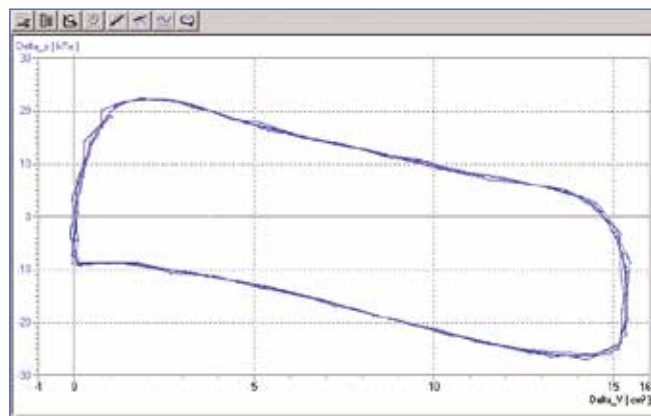
**P-1008516** Ergänzungssatz Stirling-Motor D

**P-1000544** 3B NETlab™

**P-1000540** 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)

oder

**P-1000539** 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)



Druck-Volumen-Diagramm des Stirling-Motors D

**Ergänzungssatz Stirling-Motor D**

Gerätesatz zum Aufbau des Wegaufnehmers (P-1000568) und des Relativ-Drucksensors (P-1000547) am Stirling-Motor D (P-1000817).

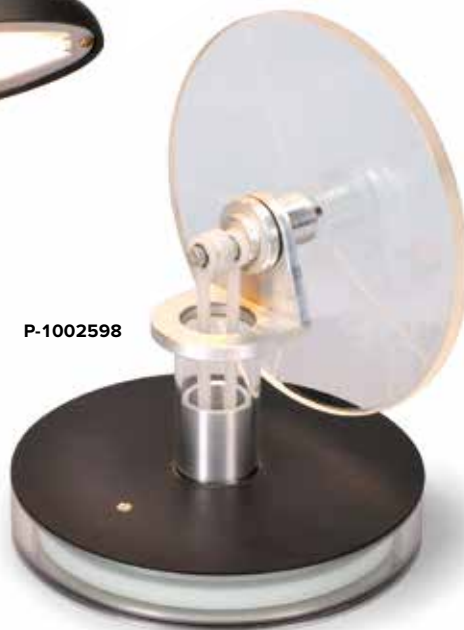
Der Satz besteht aus:

- 1 Auflageplatte für die Montage des Wegaufnehmers
- 1 Rändelschraube zur Befestigung der Auflageplatte auf der Stativsäule
- 1 Stiel mit Magnetfuß für den Wegaufnehmer
- 1 Silikonschlauch zum Anschluss des Relativ-Drucksensors ±100 hPa
- 1 Fadenset mit Saugnapf
- 2 Massestücke mit Haken je 20 g

**P-1008516** .....



**P-1008516**



P-1002598



Kreisprozesse

### Vorteile

- Läuft schon bei 5°C Temperaturdifferenz zwischen Boden- und Oberplatte
- Wärmezufuhr von unten (z.B. Handwärme) oder oben (z.B. Sonneneinstrahlung)
- Transparente Bauteile ermöglichen gute Beobachtung der Funktionsweise
- Auch als Bausatz erhältlich

### Niedrigtemperatur-Stirling-Motor

Transparenter Stirling-Motor in kompakter Bauform zur Veranschaulichung der Arbeitsweise und des prinzipiellen Aufbaus eines Stirling-Motors. Eine Temperaturdifferenz zwischen Boden- und Oberplatte von ca. 5°C reicht aus, den Motor in Bewegung zu setzen. Dies lässt sich bereits durch die Zuführung von Handwärme oder durch Abführung von Wärme an einen Kühlakku aus dem Kühlschrank erreichen. Dank der mattschwarzen Beschichtung der Oberplatte lässt sich das Gerät auch als Solarmotor betreiben. Die Drehrichtung hängt davon ab, ob die Wärmezufuhr von oben oder von unten erfolgt. Der Arbeitszylinder besteht aus Präzisionsglas, Verdrängerzylinder und Schwungrad aus Acrylglas, daher lassen sich die Bewegungen von Arbeitskolben, Verdrängerkolben und Kurbelantrieb gut beobachten. Kurbelwelle und Pleuel in Präzisions-Miniaturkugellager gelagert.

Drehzahl: 80 U/min bei  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$   
 Schwungrad: 110 mm  $\varnothing$   
 Abmessungen: 138 mm x 110 mm  $\varnothing$

P-1002598



P-1002599

### Niedrigtemperatur-Stirling-Motor als Bausatz

P-1002599

### Stirling-Motor S

Preisgünstiger Stirling-Motor mit eingebautem Alkoholbrenner für die Wärmezufuhr. Der Ganzmetallmotor mit roten Schwungrädern auf einer grünen Grundplatte läuft besonders leise und erreicht Drehzahlen von über 1.000 U/min. Der Motor veranschaulicht den Stirling'schen Kreisprozess und die Funktion von Wärmekraftmaschinen. Er ist bereits vollständig montiert und einsatzfertig. Das beiliegende Buch „Stirling Cycle Engines“ (in englischer Sprache) erläutert die dem Motor zugrundeliegenden Arbeitsprinzipien.

Drehzahl: 1000 U/min  
 Grundplatte: 180x110 mm<sup>2</sup>  
 Masse: 1,15 kg

P-1003505



P-1003505

Wärme und Thermodynamik





### Vorteile

- Anschauliches Demonstrationsmodell in kompakter und übersichtlicher Bauausführung
- Anordnung der Komponenten entspricht der Abfolge im Kreisprozess
- Schaugläser zur Beobachtung der Zustandsänderung des Kältemittels

### Wärmepumpe D

Besonders anschauliches Demonstrationsmodell zur Darstellung der Funktionsweise eines Kühlschranks bzw. einer elektrischen Kompressionswärmepumpe. Bestehend aus Kompressor (Verdichter) mit Antriebsmotor, Verflüssiger, Ausdehnungsventil und Verdampfer. Einsetzbar als Luft-Wasser- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Einschließlich Energiemesser zur Bestimmung der Betriebsdauer, der Netzspannung, der aktuellen Leistungsaufnahme und der elektrischen Arbeit und zwei Thermometern zur Bestimmung der Temperaturen in den beiden Reservoirs. Die Komponenten sind durch Kupferrohre zu einem geschlossenen System verbunden auf einem Grundbrett aufgebaut und können dank der übersichtlichen Anordnung unmittelbar mit der Abfolge der Zustandsänderungen im Kreisprozess der Wärmepumpe in Verbindung gebracht werden. Verdampfer und Verflüssiger sind als Kupferrohrwendeln ausgebildet und tauchen in je einen Wasserbehälter ein, der als Reservoir zur Bestimmung der aufgenommenen bzw. abgegebenen Wärme dient. Zwei große Manometer zeigen die Druckverhältnisse des Kältemittels in den beiden Wärmetauschern an. Durch zwei Schaugläser kann der Aggregatzustand des Kältemittels hinter dem Verdampfer und hinter dem Verflüssiger beobachtet werden. Ein Überdruck-Schutzschalter trennt den Kompressormotor bei einem Überdruck von 15 bar vom Netz.

Kompressorleistung: 120 W  
 Kältemittel: R 134A, FCKW-frei  
 Temperaturresevoir: je 2000 ml  
 Manometer: 160 mm Ø  
 Abmessungen: 560x300x610 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 21 kg

### Wärmepumpe D (230V, 50 Hz)

P-1000820

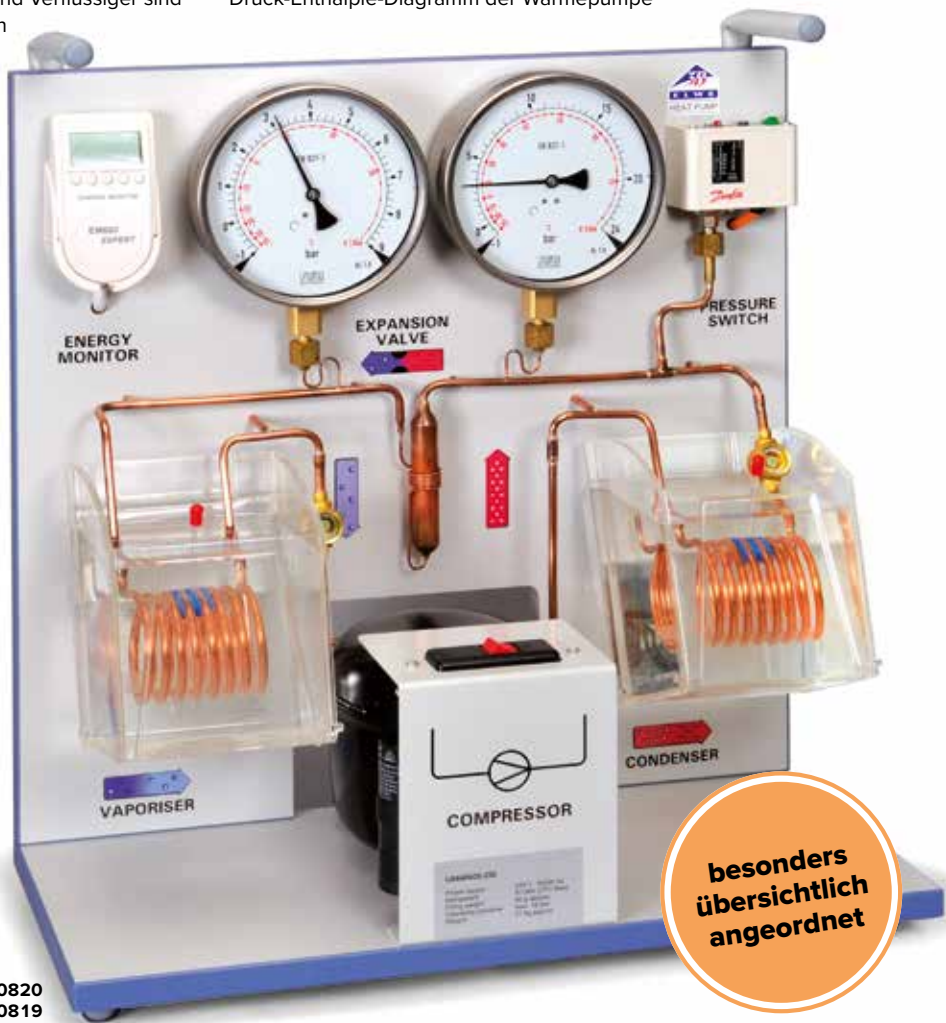
### Wärmepumpe D (115 V, 60 Hz)

P-1000819



**UE2060300**  
 PDF online

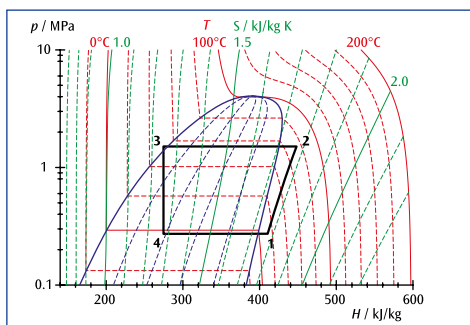
P-1000820  
 P-1000819



**besonders  
 übersichtlich  
 angeordnet**

### Themen:

- Bestimmung der Leistungszahl in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz
- Analyse des Kreisprozesses in einem Mollier-Diagramm



Druck-Enthalpie-Diagramm der Wärmepumpe



P-1009922

### Temperatursensor Pt100 mit Messklemme

Temperatursensor zur Temperaturmessung an den Kupferrohren der Wärmepumpe (P-1000820 bzw. P-1000819). Schaft des Temperaturfühlers aus rostfreiem Stahl. Spitze mit passend geformter Kupferklemme. Einsetzbar in Verbindung mit 3B NET/og™ (P-1000540 bzw. P-1000539) zur manuellen Messung oder zur Messwerterfassung mit Computeranbindung. Einschließlich Anschlusskabel mit 8-Pin-mini-DIN-Steckern.

Messbereich: -50 – 150°C  
 Auflösung: 0,1° C  
 Genauigkeit: 0,1% Messwert plus 0,25°C  
 Sensorkabel: 1 m, silikonisoliert  
 Sensortyp: Pt100

P-1009922



P-1002597

### Vorteile

- **Übersichtlicher und transparenter Aufbau ermöglicht gute Beobachtung der Bewegungsabläufe**
- **Langlebigkeit durch Verwendung hochwertiger Materialien**

### Dampfmaschine G

Mit Blick auf das Wesentliche: bei dieser oszillierenden Dampfmaschine sind Grundplatte und Schwungrad aus Acrylglas, Kessel und Arbeitszylinder aus hitzebeständigem Quarzglas gefertigt, damit alle wichtigen Bewegungsabläufe einschließlich des Öffnens und Schließens der Dampfkanäle eingehend studiert werden können. Die kugelgelagerte Kurbelwelle aus Messing sorgt für eine lange Haltbarkeit auch im regelmäßigen Schulbetrieb und das im Kessel eingebaute Sicherheitsventil verhindert Überdruck. Mit dem stufenlos verstellbaren Docht am Spiritusbrenner lässt sich die Wärmezufuhr manuell regeln. Ein sehr anschauliches Lehrmittel zu einem angemessenen Preis.

Drehzahl: 800 U/min  
 Mechanische Leistung: 1 W  
 Kesselvolumen: 50 ml  
 Laufzeit je Füllung: 20 – 25 min  
 Max. Betriebsdruck: 0,5 bar  
 Abmessungen: 260x170x110 mm<sup>3</sup>

P-1002597 .....

### Dampfmaschine B

Modell einer Dampfmaschine zur Demonstration eines Kreisprozesses mit Phasenumwandlung des Arbeitsmittels (Wasser bzw. Wasserdampf). Feststehender doppelt wirkender Messingzylinder, mit in beide Drehrichtungen nutzbaren Schwungrad mit Antriebsscheibe, Zentrifugalregulator und Dampfstrahlöler. Hochglanzpolierter, vernickelter Messingkessel mit als Schauglas ausgebildetem Wasserstandsanzeiger, Federsicherheitsventil und Dampfpfeife. Messingkessel aufgesetzt auf ein altkupferfarbiges Kesselhaus mit Ziegelsteinmuster und Schornstein. Beheizung erfolgt mit Trockenbrennstoff. Kondenswasserschale unterhalb des Schornsteins, der dadurch naturgetreu raucht.

Socket: 260x200 mm<sup>2</sup>  
 Höhe: 240 mm  
 Schwungrad: 70 mm Ø  
 Kessel: 115 mm x 45 mm Ø  
 Kesselvolumen: 155 ml  
 Füllmenge: ca. 120 ml  
 Gewicht: 1,3 kg

P-1012801 .....

### Trockenbrennstoff für Dampfmaschine B (ohne Abb.)

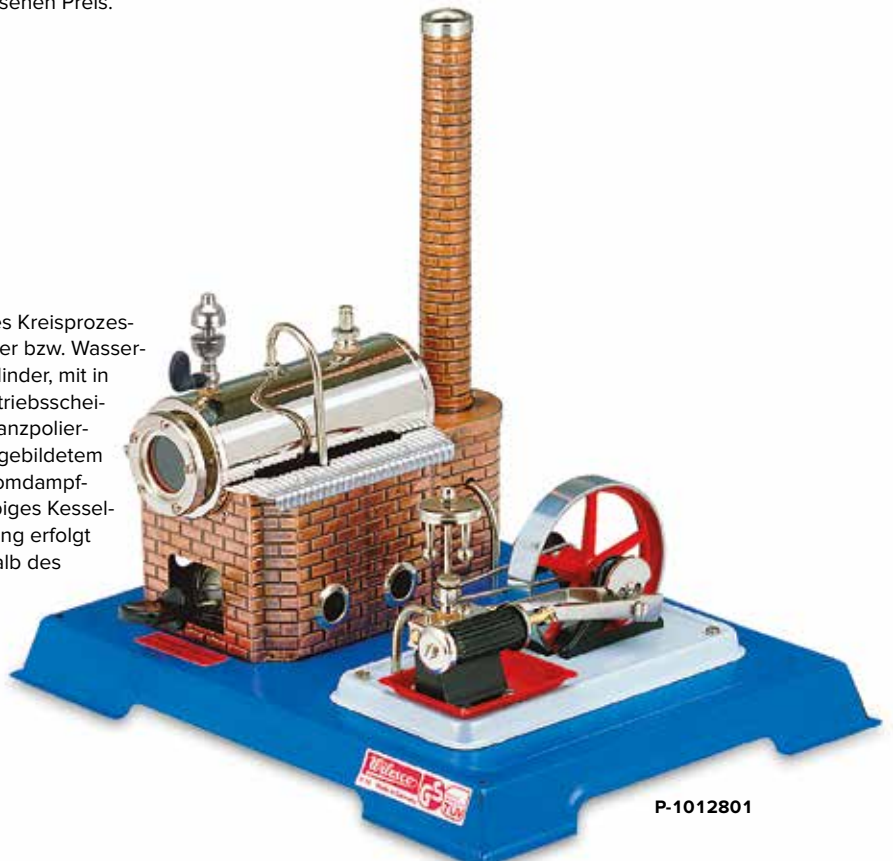
20 Esbit Brennstofftableten zur Beheizung der Dampfmaschine B (P-1012801).

P-1012886 .....

### Dampfmaschinenöl (ohne Abb.)

Öl zum Schmieren von Kolben, Zylinder und allen übrigen Lagern der Dampfmaschine B (P-1012801).

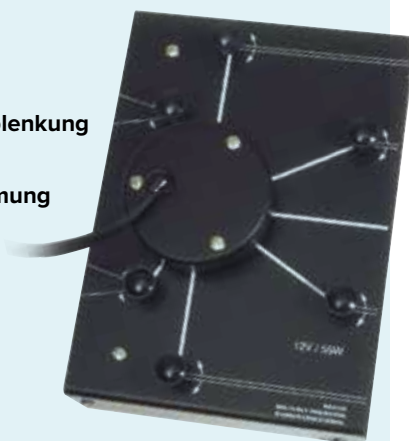
P-1012887 .....



P-1012801

**Themen:**

- Reflexionsgesetze
- Brechungsgesetze
- Totalreflexion
- Winkel minimaler Ablenkung im Prisma
- Brennweitenbestimmung von Spiegeln und Linsen
- Linsengesetze und Abbildungsfehler
- Schattenwurf



P-1003321

**Vielstrahlleuchte, magnethaftend**

Lichtquelle für Demonstrationsexperimente zur geometrischen Optik auf einer Weißwandtafel (P-1002591 bzw. P-1002592). In Metallgehäuse, auf Magnetfolie. Für Experimente zu Reflexion, Brechung und den Linsengesetzen eignen sich fünf auf der rechten Seite austretende, enge Lichtstrahlen, die mit Hilfe von drehbaren Spiegeln zu einem parallelen, divergenten oder konvergenten Strahlengang ausgerichtet oder einzeln ausgeblendet werden können. Experimente zum Schattenwurf können sehr anschaulich mit zwei aus der „linken“ Seite austretenden, divergenten Lichtbündeln durchgeführt werden, die mit Hilfe von drehbaren Spiegeln ausgerichtet oder einzeln ausgeblendet werden können.

Lampe: 12 V, 55 W  
 Anschlussleitung: 1,5 m lang mit zwei 4 mm-Steckern  
 Abmessungen: ca. 150x200x50 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,9 kg

P-1003321 .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

**Vorteile**

- Ideal geeignet für Demonstrationsexperimente
- Experimente können ohne Raumverdunklung durchgeführt werden
- Experimentieraufbauten und handschriftliche Anmerkungen ergänzen sich einer Gesamtdarstellung

**Halogenlampe 12 V, 55 W** (ohne Abb.)

Ersatzlampe für Vielstrahlleuchte (P-1003321).

P-1003322 .....

**Optik auf der Weißwandtafel**

Satz optischer Komponenten zur Verwendung in Verbindung mit einer Einstrahlleuchte (P-1000682) oder einer Vielstrahlleuchte (P-1003321) auf einer Weißwandtafel (P-1002591 bzw. P-1002592). Alle Komponenten sind mit Magnetfolie belegt oder mit Magnethalter ausgestattet und können ohne Aufwand auf der Weißwandtafel angebracht und ausgerichtet werden. Zahlreiche Demonstrationsexperimente aus der Strahlenoptik lassen sich mit dieser Ausstattung ohne Raumverdunkelung optimal durchführen und durch handschriftliche Anmerkungen zu einer anschaulichen Gesamtdarstellung ergänzen.

P-1000604 .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002591 Weißwandtafel 600x900 mm<sup>2</sup>**  
**P-1002664 Halter für Weißwandtafel, klein**  
 oder  
**P-1002592 Weißwandtafel 900x1200 mm<sup>2</sup>**  
**P-1002665 Halter für Weißwandtafel, groß**  
**P-1000682 Einstrahlleuchte**  
**P-1003323 Magnethalter für Einstrahlleuchte**  
 oder  
**P-1003321 Vielstrahlleuchte, magnethaftend**



P-1000604

**Lieferumfang:**

Art.-Nr.	Bezeichnung	Abmessungen	Material
Spiegel:			
P-1002984	Planspiegel	200x35x35 mm <sup>3</sup>	Kunststoff
P-1002985	Konvex-konkaver Spiegel, $f = \pm 100$ mm	200x35x35 mm <sup>3</sup>	Kunststoff
Transparente Körper:			
P-1002986	Plankonkave Linse, $f = -400$ mm	200x40x35 mm <sup>3</sup>	Acrylglas
P-1002987	Plankonvexe Linse, $f = +400$ mm	200x40x35 mm <sup>3</sup>	Acrylglas
P-1002988	Planparallele Platte	200x100x35 mm <sup>3</sup>	Acrylglas
P-1002989	Halbkreiskörper, $f = +200$ mm	$\varnothing 200 \times 35$ mm <sup>2</sup>	Acrylglas
P-1002990	Rechtwinkliges Prisma	200x200x35 mm <sup>3</sup>	Acrylglas
Schattenkörper:			
	Quader	100x20x35 mm <sup>3</sup>	Kunststoff
P-1002992	Dünnere Zylinder	$\varnothing 5 \times 35$ mm <sup>2</sup>	Kunststoff
	Dicker Zylinder	$\varnothing 60 \times 35$ mm <sup>2</sup>	Kunststoff

### Weißwandtafeln

Metalltafel mit emaillierter Oberfläche für Demonstrationsexperimente mit magnethaftenden Aufbauteilen z.B. zur Mechanik oder Optik. Stahltafel, kratz- und säurefest, beschreibbar mit wasserlöslichen Stiften. Wandmontage.

Art.-Nr.	Bezeichnung	Abmessungen
P-1002591	Weißwandtafel	600x900 mm <sup>2</sup>
P-1002592	Weißwandtafel	900x1200 mm <sup>2</sup>



### Einstrahlleuchte

Lichtquelle für Demonstrationsexperimente zur geometrischen Optik auf einer Weißwandtafel (P-1002591 bzw. P-1002592). Mit verstellbarer Spaltöffnung zur Erzeugung eines engen Lichtstrahls oder eines divergenten Lichtbündels.

- Lampe: 12 V, 35 W
- Anschlussleitung: 1,5 m lang mit zwei 4 mm-Steckern
- Abmessungen: ca. 120 mm x 70 mm Ø
- Masse: ca. 0,25 kg

**P-1000682** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003323 Magnethalter für Einstrahlleuchte**

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

**Halogenlampe 12 V, 35 W** (ohne Abb.)

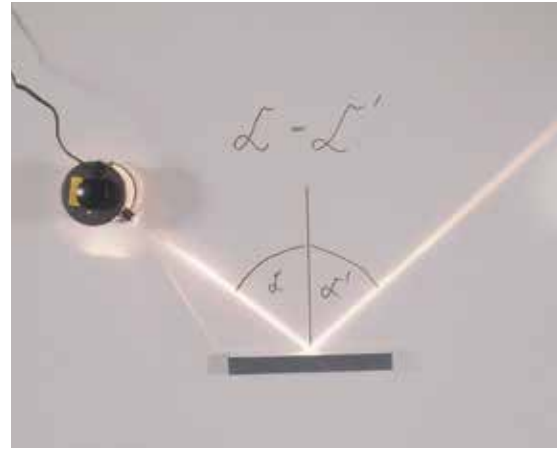
Ersatzlampe für Einstrahlleuchte (P-1000682).

**P-1003324** .....

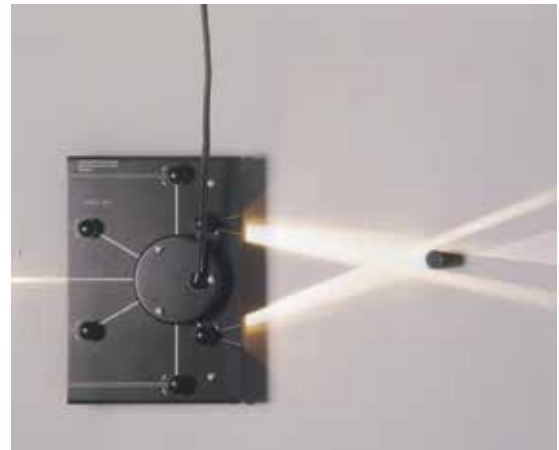
### Magnethalter für Einstrahlleuchte

Magnethalter zur Montage der Einstrahlleuchte (P-1000682) auf einer Weißwandtafel (P-1002591 oder P-1002592)

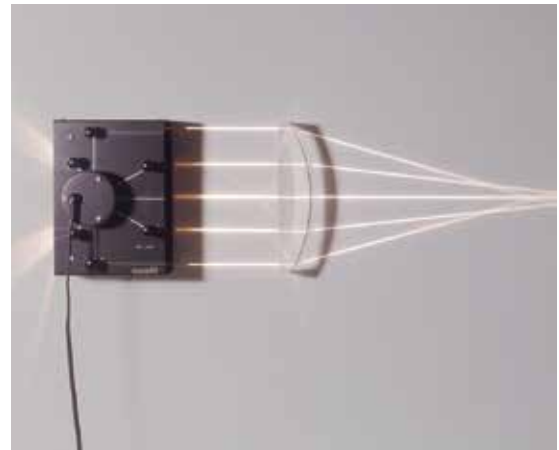
**P-1003323** .....



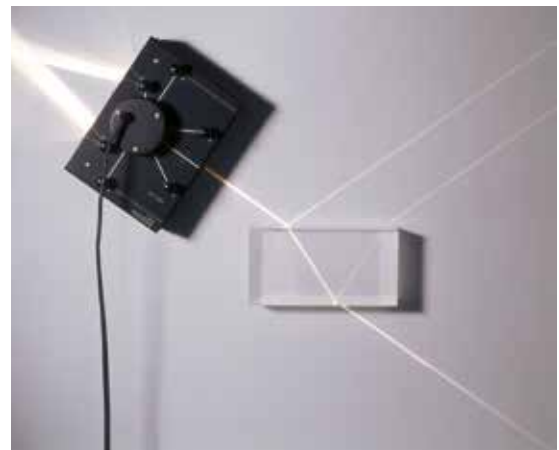
Reflexion



Schattenwurf



Linsenfehler



Brechung

**Laserraybox**

Diodenlaser mit bis zu fünf parallelen Strahlen zur Verwendung auf der Tafel zur Laserraybox (P-1003056). In Metallgehäuse mit Magnetfolie belegt. Die Anzahl der austretenden Lichtstrahlen lässt sich elektronisch durch Schalter auswählen. Die Stromversorgung erfolgt über ein Steckernetzgerät oder alternativ über Batterien mit automatischer Abschaltung nach 60 Minuten.

- Diodenlaser: 5 Strahlen, je max. 1 mW, Laserschutzklasse II
- Wellenlänge: 635 nm
- Abstand der Strahlen: 18 mm
- Steckernetzgerät: primär 100 – 240 VAC, sekundär 3 V DC, 300 mA für 2x 1,5 V AA-Batterien (Batterien nicht im Lieferumfang enthalten)
- Batteriefach:
- Abmessungen: ca. 110x60x20 mm<sup>3</sup>

**Laserraybox (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1003052** .....

**Laserraybox (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1003051** .....

**Tafel zur Laserraybox**

Magnettafel zur Durchführung der Experimente mit der Laserraybox (P-1003052 bzw. P-1003051). Mit abnehmbarer Stütze zum Schrägstellen der Tafel.

Abmessungen: ca. 600x450 mm<sup>2</sup>  
**P-1003056** .....



**Gerätesatz Optik mit der „Laserraybox“**

Satz optischer Komponenten zur Verwendung in Verbindung der Laserraybox (P-1003052 bzw. P-1003051) auf der Tafel zur Laserraybox (P-1003056). Mit diesem Gerätesatz lässt sich eine Vielzahl von Experimenten zur Geometrischen Optik optimal durchführen. Die Komponenten sind mit Magnetfolie belegt und lassen sich ohne Aufwand an der Tafel befestigen und ausrichten. Sechs Arbeitsvorlagen mit vorgezeichneten Positionen erleichtern den Experimentieraufbau. Die Strahlengänge lassen sich ohne Raumverdunkelung aus größerem Abstand beobachten.

Basislänge: je 100 mm (in den meisten Fällen)  
 Dicke: je 15 mm

**Lieferumfang:**

- |   |  |
|---|--|
| 1 Bikonkave Linse   | 1 Konvexer Spiegel                               |
| 4 verschiedene bikonvexe Linsen mit verschiedenen Brennweiten | 1 Planparallele Platte (60x100 mm <sup>2</sup> ) |
| 1 Plankonkave Linse   | 1 Prisma   |
| 1 Halbkreiskörper (45 mm)                                     | 1 „Lichtwellenleiter“ (20x200 mm <sup>2</sup> )  |
| 1 Halbkreiskörper (75 mm)                                     | 6 Arbeitsvorlagen (410x290 mm <sup>2</sup> )     |
| 1 Planspiegel   | 1 Experimentieranleitung                         |
| 1 Konkaver Spiegel  |  |

**P-1003050** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003052 Laserraybox (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1003051 Laserraybox (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1003056 Magnettafel zur Laserraybox**

**Themen:**

- Brechungsgesetze
- Reflexionsgesetze
- Totalreflexion
- Brennweitenbestimmung an gewölbten Spiegeln und Linsen
- Linsengesetze
- Korrektur der sphärischen Aberration
- Kurz- und Weitsichtigkeit des menschlichen Auges und deren Korrektur
- Strahlengang in Kamera, Mikroskop und Fernrohr

**Ergänzungssatz Optik mit der „Laserraybox“**

Ergänzungssatz zum Gerätesatz Optik mit der Laserraybox bestehend aus 13 optischen Komponenten für weiterführende Experimente zur geometrischen Optik z.B. Experimente mit Luftlinsen, die zeigen, warum optische Elemente negative bzw. positive Brechung verursachen. Alle Komponenten sind mit Magnetfolie belegt.

Basislänge: je 100 mm (in den meisten Fällen)  
 Dicke: je 15 mm

**Lieferumfang:**

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Bikonkave Linse                    | 2 Planparallele Platten (rechteckig) |
| 1 Bikonvexe Linse                    | 2 Planspiegel                        |
| 1 Gleichseitiges Prisma              | 1 Bikonkave Luftlinse                |
| 2 Rechtwinklige Prismen              | 1 Bikonvexe Luftlinse                |
| 1 Planparallele Platte (quadratisch) | 1 Luftprisma                         |

**P-1003050** .....



### Themen:

- Brennpunkt einer Sammellinse
- Brennweite
- Zerstreuungslinse
- Prisma
- Planparallele Platte



P-1003187

### Fünfstrahl-Optikleuchte

Helle Lichtquelle mit fünf parallelen Lichtaustrittsöffnungen für Experimente zur geometrischen Optik auf dem Arbeitstisch. Im Metallgehäuse mit integriertem Belüftungsventilator. Verstellbarer Reflexionspiegel zur Einstellung der Strahlänge. Belegung mit Magnetfolie ermöglicht auch Einsatz an der Weißwandtafel.

Halogenlampe: 12 V, 50 W  
 Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Spaltbreite: 2 mm  
 Spaltabstand: 18 mm  
 Abmessungen: ca. 210x118x85 mm<sup>3</sup>

### P-1003187

### Satz optische Komponenten

Satz optische Komponenten aus Acrylglas zur Einführung in die geometrische Optik in Verbindung mit der Fünfstrahl-Optikleuchte (P-1003187).

Höhe: je 15 mm

### Lieferumfang:

1 Plankonvexe Linse	1 Unregelmäßiges Prisma
2 Bikonvexe Linsen	1 Planparallele Platte
1 Bikonkave Linse	1 Halbkreiskörper
1 Gleichseitiges Prisma	1 Zylinderlinse
1 Rechtwinkliges Prisma	

### P-1002993



P-1002993

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

### P-1002993 Satz optische Komponenten

### Themen:

- Reflexion und Brechung von Licht an Halbkreiskörpern und Prismen
- Snellius'sches Brechungsgesetz
- Grenzwinkel



P-1003058  
P-1003057

### Optische Scheibe mit Diodenlaser

Gerätesatz zur umfassenden und verständlichen Einführung in die Grundlagen der Brechung und Reflexion von Licht im Demonstrations- oder im Schülerexperiment. Der magnetisch haftende Laser lässt sich am Ende der Metallgrundplatte einfach befestigen und ausrichten. Die drehbare optische Scheibe ist mit einer Winkelskala mit 1° Teilung und Linien zur Positionierung der Elemente versehen. Im Lieferumfang enthalten sind ein Halbkreiskörper und ein gleichseitiges Prisma als optische Elemente sowie ein Steckernetzgerät und leere Batteriebox. Batterien nicht im Lieferumfang enthalten.

Diodenlaser: einstrahlig, Klasse II  
 Leistung: < 1 mW  
 Wellenlänge: 635 nm  
 Betriebsspannung: 3 V DC  
 Batteriebox: für 2x 1,5 V Batterien (Mignonzelle, LR6, MN1500, AA)

Laserstrahlkasten: 80x25x21 mm<sup>3</sup>  
 Metallgrundplatte: 320x40x35 mm<sup>3</sup>  
 Optische Scheibe: 250 mm Ø  
 Halbkreisförmiges Element: 90 mm Ø  
 Prisma: 100 mm, gleichseitig

### Optische Scheibe mit Diodenlaser (230 V, 50/60 Hz)

### P-1003058

### Optische Scheibe mit Diodenlaser (115 V, 50/60 Hz)

### P-1003057

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003191 Küvette halbkreisförmig**

P-1003191



### Küvette halbkreisförmig

Küvette mit Skala in 1 mm-Teilung aus Acrylglas.  
 Abmessungen: 200 mm Ø  
 Höhe: 20 mm

### P-1003191

Das beliebte Optiksystem nach Kröncke bietet robuste, über Jahrzehnte bewährte Zuverlässigkeit mit der für Schülerübungen und Praktika erforderlichen Präzision in zahlreichen Experimenten zur Strahlen- und zur Wellenoptik.

Alle optischen Komponenten sind in Blendschirmen ohne Stiel montiert und können zur genauen Justierung im Optikreiter problemlos auch senkrecht zum optischen Strahlengang verschoben werden. Die Optikreiter lassen sich auf dem U-Profil der Optischen Bank frei verschieben und mit minimalem Spannaufwand fixieren.

### Optische Bank K

Optische Bank aus schwarz eloxiertem Aluminium-Profil mit aufgedruckter Millimeterskala.

Querschnitt: ca. 72x30 mm<sup>3</sup>

Art.-Nr.	Länge	Masse
P-1009699	2000 mm	2,4 kg
P-1009696	1000 mm	1,2 kg
P-1009926	500 mm	0,6 kg

### ! Vorteile

- Bewährte robuste Konstruktion
- Geringe Vorbereitungszeit für Experimentieraufbauten
- Umfangreiches Zubehör



### Optikleuchte K

Halogenlampe in zylinderförmigem Gehäuse auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup> zur Aufnahme in den Optikreiter K (P-1000862). Waagrecht oder senkrechte Ausrichtung der Wendel möglich.

Halogenlampe: 12 V, 20 W

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Abmessungen: ca. 60x100x100 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 130 g

P-1000863 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1000866 Transformator 12 V,  
25 VA (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000865 Transformator 12 V,  
25 VA (115 V, 50/60 Hz)



P-1000863

Halogenlampe 12 V, 20 W (ohne Abb.)

Ersatzlampe für Optikleuchte K (P-1000863).

P-1003533 .....

### Mikrometerschraube K

Mikrometerschraube mit feiner Spitze zum Ausmessen von Beugungs- und Interferenzstreifen. Halter passend zum Optikreiter K (P-1000862).

Abmessungen: ca.

80x30x60 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 120 g

P-1000887 .....



P-1000887

### Planspiegel K

Einfacher Planspiegel aus Glas.

Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>

Masse: ca. 70 g

P-1003532 .....



P-1003532

### Optikreiter K

Optikreiter zu den Optischen Bänken K (P-1009699, P-1009696 und P-1009926). Mit zwei Klemmflächen für Blendschirme aus dem Optiksystem nach Kröncke oder Platten bis 2 mm Dicke.

Abmessungen: ca. 40x50x35 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 70 g

P-1000862 .....

### Prismenstisch K

Prismenstisch mit Klemmbügel zur Aufnahme von Prismen. Halter passend zum Optikreiter K (P-1000862).

P-1000876 .....



P-1000876

### Hohlspiegel K

Hohlspiegel auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>.

Brennweite: 180 mm

Spiegeldurchmesser: 32 mm

Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>

P-1009925 .....

P-1009925 .....



P-1009925

### Irisblende K

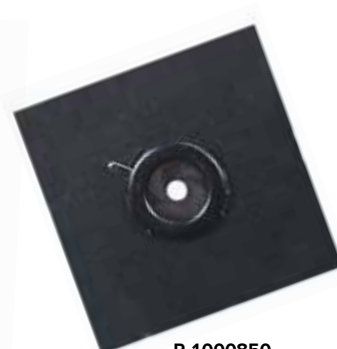
Kontinuierlich öffnende Irisblende auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>.

Öffnung: 2 – 18 mm

Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>

P-1000850 .....

P-1000850 .....



P-1000850

### Optische Linsen K

Linse aus hochwertigem optischem Glas. Bruch- und stoßsicher eingesetzt in Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>. Mit Angabe der Brennweite.

Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>

Linse-  
durchmesser: 32 mm



P-1000869 – P-1009863

Art.-Nr.	Bezeichnung
P-1000869	Sammellinse K, f = 50 mm
P-1010300	Sammellinse K, f = 100 mm
P-1000871	Sammellinse K, f = 150 mm
P-1009861	Sammellinse K, f = 200 mm
P-1009866	Sammellinse K, f = 300 mm
P-1009863	Sammellinse K, f = 500 mm
P-1009864	Zerstreuungslinse K, f = -100 mm
P-1009865	Zerstreuungslinse K, f = -500 mm



P-1009864 –  
P-1009865



P-1003571



P-1009927

### Fresnelspiegel K

Fresnelspiegel mit Halter zur Verwendung auf der optischen Bank K (P-1009699, P-1009696 oder P-1009926). Zwei zueinander geneigte Oberflächenspiegel sind auf einer gemeinsamen Metallplatte aufgeklebt. Mittels einer Rändelschraube auf der Rückseite lässt sich der Winkel zwischen den Spiegeln verändern. Durch Beobachtung der Interferenz nach Reflexion an beiden Spiegeln lässt sich der Wellencharakter von Licht nachweisen. Halter passend zum Optikreiter K (P-1000862).

Abmessungen: 135x100x40 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 123 g

P-1009927

### Klemmhalter K

Robuster Klemmhalter für Blenden, Filter, Beugungsobjekte und andere Objekte im Diaphragma (siehe Seiten 161 ff.). Auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>. Klemmbereich: 0,2 – 4 mm

Abmessungen: ca. 100x100 mm<sup>2</sup>

Kreisöffnung: 38 mm Ø

P-1008518

### Verstellbarer Spalt K

Stufenlos einstellbarer Spalt auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>. Spaltbreite verstellbar mit Mikrometerschraube.

Spaltbreite: 0 – 3 mm

Spalthöhe: 25 mm

Abmessungen: 100x100 mm<sup>2</sup>

Masse: ca. 240 g

P-1008519

### Projektionsschirme K

(ohne Abb.)

Projektionsschirme aus Kunststoff zur Halterung im Optikreiter K (P-1000862).

Abmessungen: ca.

200x150 mm<sup>2</sup>

### Projektionsschirm K, transparent

P-1000878

### Projektionsschirm K, weiß

P-1000879

### Aufbewahrungskasten

Kasten aus gedämpftem Buchenholz, klar lackiert, mit 20 Einschüben für Linsen und optische Aufbauteile mit einer Breite von 100 mm.

Größe: ca. 400x130x90 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 1000 g

P-1003571

### Halter K für Diodenlaser

Halterung für Diodenlaser (P-1003201 bzw. P-1003202). Auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup>

P-1000868

### Paar Polarisationsfilter K

Zwei Polarisationsfilter auf Blendschirm 100x100 mm<sup>2</sup> zur Erzeugung und Analyse von polarisiertem Licht. In drehbarer Fassung mit Zeiger und Winkelskala.

Skala: 0 – 180°

Skalenteilung: 5°

Abmessungen: ca. 100x100 mm<sup>2</sup>

Filterdurchmesser: 32 mm

P-1009929



P-1008518

P-1008519

P-1009929

P-1000868



Das preisgünstige Optiksystem NEVA bietet preisgünstig bewährte Zuverlässigkeit und einfache Handhabung beim Aufbau grundlegender Experimente zur Strahlenoptik.

Alle optischen Komponenten sind in Blendschirmen mit Magnetfuß montiert und können auf der stabilen optischen Bank problemlos angeordnet und im Strahlengang verschoben werden.



P-4003987

**Optische Bank N**

Metallschiene mit Millimeterskala und Führungskanten zur Aufnahme optischer Komponenten mit Magnetfuß.

Abmessungen: 400x75x10 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 230 g

P-4003987

**Optikleuchte N**

Weißer Hochleistungs-Leuchtdiode im Kunststoffgehäuse mit Magnetfuß. Einschließlich Steckernetzgerät 5 V DC, 1000 mA.

Abmessungen: 90x70x70 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 200 g

**Optikleuchte N (230 V, 50/60 Hz)**

P-1009946

**Optikleuchte N (115 V, 50/60 Hz)**

P-1009945



P-1009946

**Optische Linsen N**

Linsen aus hochwertigem optischem Glas. Bruch- und stoßsicher eingesetzt in Blendschirm mit Magnetfuß.

Abmessungen: 70x70 mm<sup>2</sup>

Linsendurchmesser: 36 mm

Art.-Nr.	Bezeichnung
P-1000843	Sammellinse N, f = +50 mm
P-1000842	Sammellinse N, f = +100 mm
P-1000841	Sammellinse N, f = +300 mm
P-1000844	Zerstreuungslinse N, f = -100 mm



P-1006791

**Parallellicht-Optikleuchte N**

Parallele und divergente Lichtquelle auf Basis einer weißen Hochleistungs-Leuchtdiode. Im Kunststoffgehäuse mit Magnetfuß. Austrittsseite für Parallellicht mit Blendenaufnahme und Austrittsseite für divergentes Licht. Einschließlich Steckernetzgerät 5 V DC, 1000 mA.

Abmessungen: 90x70x70 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 400

**Parallellicht-Optikleuchte N (230 V, 50/60 Hz)**

P-1006791

**Parallellicht-Optikleuchte N (115 V, 50/60 Hz)**

P-1006790

**Projektionsschirm N**

Gewinkeltes weißlackiertes Metallprofil zur Verwendung als horizontal oder vertikal ausgerichteter Projektionsschirm auf oder hinter der Optischen Bank N (P-4003987).

Schirmfläche: 120x170 mm<sup>2</sup>

P-1012891

**Objekthalter N**

Objekthalter mit Magnetfuß zur Aufnahme von Optikblenden im Diarahmen (50x50 mm<sup>2</sup>), z.B. Einfachspaltblende N (P-4004002) oder Dreifach-/ Fünffachspaltblende N (P-4004057).

P-1000845



P-1012891

P-1000845

**Einzelspaltblende N**

Einzelspaltblende zur Verwendung im Objekthalter N oder in der Blendenaufnahme der Parallellicht-Optikleuchte N in Optikexperimenten mit einem scharf gebündelten Einzelstrahl.

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-4004002

**Dreifach-/ Fünffachspaltblende N**

Dreifach- und Fünffachspaltblende zur Verwendung im Objekthalter N (P-1000845) oder in der Blendenaufnahme der Parallellicht-Optikleuchte N (P-1006791 bzw. P-1006790) in Optikexperimenten mit mehreren scharf gebündelten Strahlen.

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-4004057



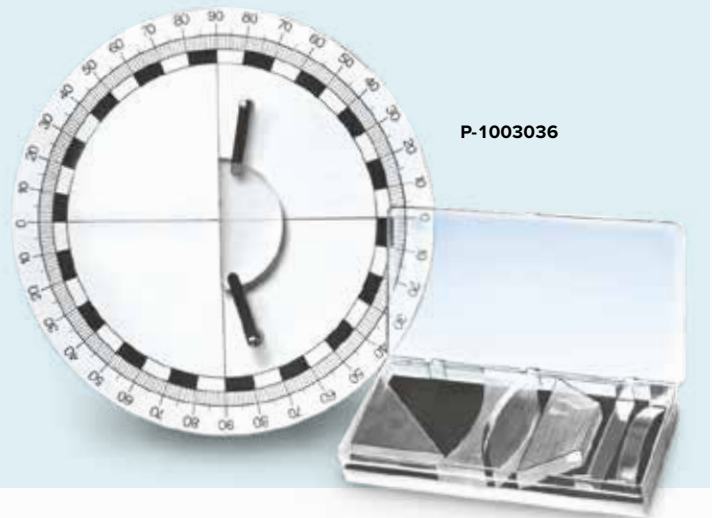
P-1000841 - P-1000844

P-4004002

P-4004057

## Themen:

- Demonstration verschiedener Strahlenbündel
- Reflexion eines Lichtstrahls an einem Planspiegel
- Reflexion eines Strahlenbündels an einem Planspiegel
- Reflexion eines Strahlenbündels an einem Hohl- bzw. Wölbspiegel
- Snellius'sches Brechungsgesetz
- Brechung an einer planparallelen Platte
- Brechung an einem Prisma
- Umkehrprisma
- Konkav- und Konvexlinsen



### Optische Scheibe mit Zubehör

Gerätesatz zur Einführung in die Grundlagen der geometrischen Optik. Grundplatte mit Winkelskala mit 1° Teilung und Blockskaala sowie zwei Bohrungen für Halteklammern zur Aufnahme der optischen Komponenten (Linsen, Prismen, Spiegel). Sowohl horizontal als auch vertikal einsetzbar mittels verstellbarem Halter und Stativstange. In Aufbewahrungsbehälter.

#### Satz bestehend aus:

- 1 Optischen Scheibe mit Haltestab und 2 Klammern 240 mm Ø
- 1 Bikonkavlinse 90 mm lang
- 1 Bikonvexlinse 90 mm lang
- 1 Halbkreiskörper 90 mm lang
- 1 Trapezkörper 45° und 60°
- 1 Prisma, rechtwinklig, Kathetenlänge 50 mm
- 1 Kombinationsspiegel plan, konvex, konkav

**P-1003036** .....

### Optikreiter U

Optikreiter für die Optische Bank U (P-1003039 und P-1003040) zur Aufnahme optischer Aufbauteile auf Stiel. Eine Gleitauflage gewährleistet leichtes Verschieben auf der Optischen Bank. Spannweite für Stiele: 10 mm

Art.-Nr.	Säulenhöhe
P-1003041	75 mm
P-1003042	30 mm

### Optische Bank U

Optische Bank aus massivem Aluminiumprofil, naturfarben eloxiert, robust und verwindungssteif, mit durchgehender mm-Skala. Zur Durchführung von Experimenten mit optischen Aufbauteilen auf Stiel. Querschnitt: ca. 100x40 mm<sup>3</sup>

Art.-Nr.	Länge	Skalenlänge	Masse
P-1003039	1200 mm	1000 mm	ca. 3,0 kg
P-1003040	600 mm	500 mm	ca. 1,5 kg

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003039 Optische Bank U, 120 cm
- P-1003041 Optikreiter U, 75 mm (3x)
- P-1003042 Optikreiter U, 30 mm
- P-1003038 Experimentierleuchte mit Halogenlampe
- P-1000855 Objekthalter auf Stiel
- P-1003024 Sammellinse,  $f = +150$  mm
- P-1000607 Satz Spalte und Blenden
- P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)

### Paar Schienenfüße

Zwei Füße aus naturfarben eloxiertem Aluminium zur Halterung der Optischen Bänke U (P-1003039 und P-1003040). Maße: ca. 220x20x15 mm<sup>3</sup>

**P-1003044** .....

P-1003044



P-1003041, P-1003042



P-1003043

### Schienenverbinder mit Skala

Verbindungsstück zur schwenkbaren Verbindung von zwei optischen Bänken U (P-1003039 und P-1003040). Profilschienen. Drehwinkel 90° nach beiden Seiten. Naturfarben eloxiertes Aluminium. Mit Aufnahme für optischen Aufbauteile auf Stiel in der Drehachse.

Spannweite für Stiele: 10 mm  
Skalenteilung: 5°  
Maße: ca. 180x82x100 mm<sup>3</sup>

**P-1003043** .....



P-1003039



P-1003040

P-1002629

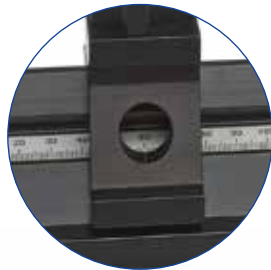
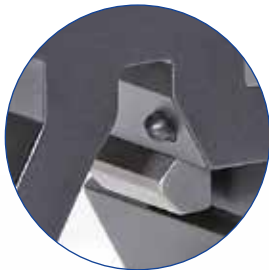


**Vorteile**

- Langlebigkeit
- Stabilität
- Präzision

**Optische Präzisionsbank D**

Optische Präzisionsbank mit Dreikantprofil für Experimente in Forschung und Demonstration, bei denen höchste Anforderungen an Genauigkeit gestellt werden. Aus schwarz eloxiertem Aluminium. Kippsicher, rutschsicher, durchbiegungs- und verwindungssteif, mit durchgehender Skala in cm/mm Teilung. An den Stirnseiten Bohrungen zum Befestigen von Verbindungselementen für weitere Schienen oder Drehgelenk (P-1002632).  
Querschnitt: ca. 90x60 mm<sup>3</sup>



P-1002628

Art.-Nr.	Länge	Masse
P-1002630	500 mm	ca. 1,75 kg
P-1002628	1000 mm	ca. 3,5 kg
P-1002629	2000 mm	ca. 7 kg

**Optikreiter D**

Optikreiter für die Optische Präzisionsbank D (P-1002628, P-1002629 und P-1002630) zur Aufnahme optischer Aufbauteile auf Stiel. Für Experimente in Forschung und Demonstration, bei denen höchste Anforderungen an Genauigkeit gestellt werden. Aus schwarz eloxiertem Aluminium. Dank einer Bohrung und einer Strichmarkierung in der Mitte des Fußes kann die Position der Reitermitte auf der optischen Bank unmittelbar abgelesen werden. Die Reiter werden durch federnd eingebaute Kunststoffnippel auf der optischen Bank vorfixiert, solange die Fixierschraube noch nicht angezogen ist. Die endgültige Fixierung erfolgt Material schonend durch ein Edelstahl-Druckstück und nicht durch eine Schraubenspitze. Die Stiele der optischen Aufbauelemente werden ebenfalls Material schonend durch einen Edelstahlwinkel festgeklemmt.

Spannweite für Stiele: 10 – 14 mm

Art.-Nr.	Säulenhöhe	Fußbreite
P-1012400	60 mm	50 mm
P-1002635	90 mm	50 mm
P-1002637	120 mm	50 mm
P-1002639	60 mm	36 mm
P-1012401	90 mm	36 mm
P-1012402	120 mm	36 mm

**Verschiebereiter D**

Optikreiter mit senkrecht zur optischen Achse verschiebbarer Aufnahme für optische Aufbauteile auf Stiel. Verschiebbereich einstellbar über Mikrometerschraube.

Verschiebbereich: ±12,5 mm  
Säulenhöhe: 90 mm  
Fußbreite: 50 mm  
Spannweite für Stiele: 10 – 14 mm

P-1002644.....

**Kippreiter D**

Optikreiter zum Ausschwenken optischer Aufbauteile aus der optischen Achse.

Säulenhöhe: 90 mm  
Fußbreite: 50 mm  
Spannweite für Stiele: 10 – 14 mm  
Schwenkbereich: 90°

P-1012467.....



P-1012400

P-1002635

P-1002637



P-1002644



P-1012467

### Satz Füße für Optische Bank D

Ein Schienenfuß und eine Punktaufgabe mit Stellschrauben zur Justierung der Optischen Bank. Aus schwarz eloxiertem Aluminium.

Länge des Fußes: 270 mm

**P-1012399** .....



P-1012399

### Drehgelenk für Optische Bank D

Drehgelenk für Experimente mit abgewinkeltem Strahlengang und höchsten Anforderungen an Genauigkeit. Aus schwarz eloxiertem Aluminium mit einstellbarer Winkelskala  $\pm 180^\circ$  in  $1^\circ$  Teilung. In der Drehachse befindet sich eine Säule zur Aufnahme von optischen Aufbauteilen auf Stiel.

Drehwinkel:  $\pm 90^\circ$

Säulenhöhe: 60 mm

Spannweite für Stiele: 10 – 14 mm

**P-1002632** .....



P-1002632

### Optikfuß D

Optikfuß als Basis für den U-Kern (P-1000979) mit Spulen und Polschuhen in Experimenten zum Faraday-Effekt auf der Optischen Präzisionsbank D (P-1002628).

Abmessungen: ca. 148x85x60 mm<sup>3</sup>

**P-1009733** .....



P-1009733

### Verlängerungsarm D

Verlängerungsarm zum Befestigen in einem Optikkreiter D, um optische Aufbauteile außerhalb der optischen Achse zu positionieren.

Verlängerungsarm: 100 mm

Spannweite für Stiele: 10 – 14 mm

**P-1002646** .....



P-1002646

### Optikleuchte mit Halogenlampe

Besonders helle Lichtquelle für Experimente auf der Optischen Bank und für Projektionszwecke. Metallgehäuse mit Kondensator, verschiebbarem Stelltrieb zur axialen Lampenjustierung, abschraubbarem Haltestiel sowie integriertem Belüftungsventilator.

Halogenlampe: 12 V, 50 W

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Kondensorbrennweite: 75 mm

Kondensordurchmesser: 45 mm

Stiel: 120 mm x 10 mm  $\varnothing$

Abmessungen: ca. 190x125x110 mm<sup>3</sup>

**P-1003188** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

### Experimentierleuchte mit Halogenlampe

Lichtquelle mit kleiner Ausdehnung für Optikexperimente. Schwarz lackiertes Metallgehäuse auf Stiel, mit Haltevorrichtung für den vertikalen oder horizontalen Einsatz.

Halogenlampe: 12 V, 50 W

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Lichtaustrittsöffnung: 40 mm  $\varnothing$

Stieldurchmesser: 10 mm

Abmessungen: ca. 80x80x105 mm<sup>3</sup>

**P-1003038** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**



P-1003188

P-1003038



P-1003201



P-1003202

**Diodenlaser, rot**

Rote Lichtquelle mit geringer Strahldivergenz in einem kompakten, stabilen Aluminiumgehäuse. Das Gerät baut auf einem Industrielasermodul der Klasse II mit 650 nm Wellenlänge und einer Kollimationslinse aus Glas auf. Ausgestattet mit einem 10 cm langen Edelstahlstab. AC/DC-Netzgerät, 100 – 230 V, im Lieferumfang enthalten.

- Laserschutzklasse: II
- Leistung: 0,9 – 1 mW bei 20° C
- Wellenlänge: 650 nm ± 5 nm
- Leuchtfleck in 5 m Abstand: <8 mm Ø
- Strahldivergenz: <1 mrad
- Betriebsspannung: 6 – 12 V DC

**P-1003201** .....

**Lasermodul, grün**

Grüner Hochleistungslaser (doppelter Nd:Yag-Laser) mit 532 nm Wellenlänge. Das abgestrahlte grüne Licht der Schutzklasse II ist für optische Demonstrationen ideal geeignet, da es im Maximum der Empfindlichkeit des menschlichen Auges liegt. Es ist ebenso gut sichtbar wie rotes Laserlicht bei einer Leistung von 5 mW. Kompaktes, stabiles Aluminiumgehäuse. Ausgestattet mit einem 10 cm langen Edelstahlstab. Steckernetzgerät im Lieferumfang enthalten.

- Laserschutzklasse: II
- Leistung: 0,4 – 1 mW bei 20° C
- Wellenlänge: 532 nm ± 0,1 nm
- Leuchtfleck in 5 m Abstand: <9 mm Ø
- Strahldivergenz: <2 mrad
- Betriebsspannung: 3 V DC

**P-1003202** .....

**Achromatisches Objektiv 10x/0,25**

Mikroskopobjektiv zur Strahlaufweitung in Verbindung mit dem He-Ne-Laser (P-1003165).

**P-1005408** .....

**Objektiv zur Strahlaufweitung**

An einem Adapter montiertes Mikroskopobjektiv 4x zur Aufweitung des Strahls in Verbindung mit dem roten Diodenlaser (P-1003201) oder dem grünen Lasermodul (P-1003202).

**P-1000675** .....

**Lampenfassung E14 auf Stiel**

Lampenfassung E14 auf Stiel mit Netzanschlusskabel und Eurostecker nach CEE 7/16.

- Stiel: 113 mm x 10 mm Ø
- Masse: ca. 135 g

**P-1000853** .....



P-1000675

Aufweitung des Laserstrahls durch ein Mikroskopobjektiv

**Lampenfassung E27 auf Stiel**

Lampenfassung E27 auf Stiel mit Netzanschlusskabel und Schuko-stecker nach CEE 7/4.

- Stiel: 113 mm x 10 mm Ø
- Masse: ca. 240 g

**P-1000854** .....

**He-Ne-Laser**

Monochromatische, kohärente Lichtquelle für optische Experimente z.B. zu Beugung und Interferenz oder zur Rekonstruktion von Hologrammen. Eloxiertes Metallgehäuse mit Schlüsselschalter, Graufilter zur Abschwächung der Strahlleistung, 2 Haltestiele und Steckernetzgerät. Zur Strahlaufweitung können Mikroskopobjektive (z.B. P-1005408) auf die Strahlaustrittsöffnung geschraubt werden.

- Laserschutzklasse: II
- Ausgangsleistung: <0,2 mW (mit Graufilter)  
<1 mW (ohne Graufilter)
- Wellenlänge: 633 nm
- Strahldurchmesser: 0,48 mm
- Strahldivergenz: 1,7 mrad
- Mode: TEM<sub>00</sub>
- Polarisation: zufällig
- Lebensdauer: >12000 h
- Steckernetzgerät: 12 V DC, 1 A
- Abmessungen: ca. 230x55x90 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 0,8 kg

**Lieferumfang:**

- 1 He-Ne-Laser
- 2 Schlüssel
- 1 lange Stativstange
- 1 kurze Stativstange, 6-kant
- 1 Steckernetzgerät 12 V

**P-1003165** .....



P-1000853

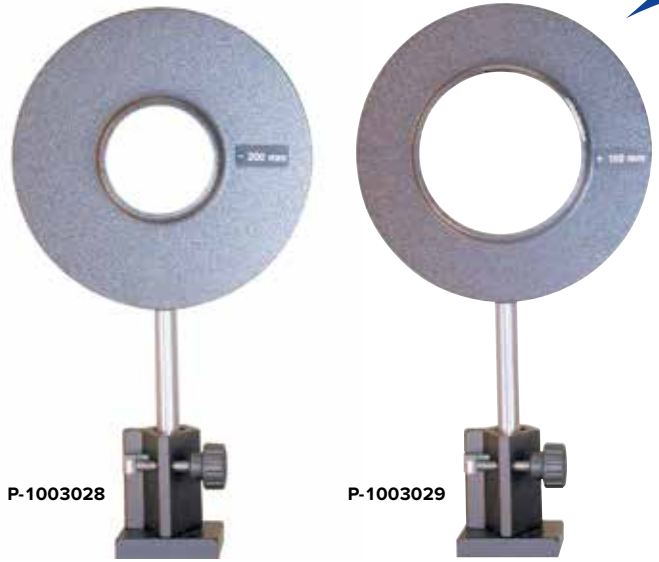
P-1000854



P-1003165

**Hinweis:**

Alle auf den folgenden Seiten dargestellten Aufbauelemente auf Stiel werden ohne Optikleiter ausgeliefert.


**Linsen auf Stiel**

Linsen in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Mit Schutzring zum Schutz der Linse.

Fassung: 130 mm Ø

Stiel: 10 mm Ø

Art.-Nr.	Bezeichnung	Brennweite	Blendendurchmesser
P-1003022	Sammellinse auf Stiel	+50 mm	50 mm
P-1003023	Sammellinse auf Stiel	+100 mm	50 mm
P-1003024	Sammellinse auf Stiel	+150 mm	50 mm
P-1003025	Sammellinse auf Stiel	+200 mm	50 mm
P-1003026	Sammellinse auf Stiel	+300 mm	50 mm
P-1003029	Sammellinse auf Stiel	+150 mm	75 mm
P-1003027	Zerstreuungslinse auf Stiel	-100 mm	50 mm
P-1003028	Zerstreuungslinse auf Stiel	-200 mm	50 mm

**Spiegel auf Stiel**

Spiegel in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Mit Schutzring zum Schutz des Spiegels.

Fassung: 130 mm Ø

Blende: 50 mm Ø

Stiel: 10 mm Ø

Art.-Nr.	Bezeichnung	Brennweite
P-1003031	Konkavspiegel auf Stiel	+75 mm
P-1003032	Konvexspiegel auf Stiel	-75 mm
P-1003033	Planspiegel auf Stiel	-


**Linse variabler Brennweite**

Transparente Silikonlinse in Linsenhalter auf Stiel. Der Krümmungsradius der weichen Silikonlinse kann über den Wasserdruck in der Linse mit einer Kunststoffspritze eingestellt werden, z.B. zur Demonstration des Akkomodationsvermögens des Auges. Einschließlich Kunststoffspritze und Verbindungsschlauch.

Fassung: 130 mm Ø

Blende: 65 mm Ø

Stiel: 10 mm Ø

**P-1003030** .....



P-1000857



P-1003016



P-1003203



P-1008668



P-1000856



P-1000855

#### Komponentenhalter auf Stiel

Halter auf Stiel zur Aufnahme kreisförmiger optischer Komponenten. Diese werden durch einen Metallring arretiert.

Öffnung:	36 mm Ø
Komponenten:	max. 7 mm x 42 mm Ø
Höhe der optischen Achse:	150 mm
Fassung:	100 mm Ø
Stiel:	10 mm Ø

**P-1003203** .....

#### Objekthalter auf Stiel

Objekthalter in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Mit Steckrahmen für Blenden, Filter, Beugungsobjekte und andere Objekte im Diarahmen (siehe Seiten 161 ff.). Einschließlich Blenden zur teilweisen Abdeckung der eingesetzten Objekte.

Fassung:	130 mm Ø
Steckrahmen:	50x50 mm <sup>2</sup>
Stiel:	10 mm Ø

**P-1000855** .....

#### Drehbarer Objekthalter auf Stiel

Objekthalter in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Mit drehbarem Steckrahmen für Blenden, Filter, Beugungsobjekte und andere Objekte im Diarahmen (siehe Seiten 161 ff.) und Winkelskala.

Fassung:	130 mm Ø
Steckrahmen:	50x50 mm <sup>2</sup>
Winkelskala:	±90°
Teilung:	5°
Stiel:	10 mm Ø

**P-1003016** .....

#### Verstellbarer Spalt auf Stiel

Symmetrisch öffnender Spalt in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Mit Mikrometerschraube.

Fassung:	130 mm Ø
Spaltbreite:	0 – 3 mm
Spalthöhe:	25 mm
Stiel:	10 mm

**P-1000856** .....

#### Polarisationsfilter auf Stiel

Präzisions-Polarisationsfilter aus Glas, das kugelgelagert in einer Fassung auf Stiel gedreht werden kann. Mit Winkelskala in 1°-Schritten.

Öffnung:	38 mm Ø
Auslöschung:	>99,9 % bei $\lambda = 450 - 750$ nm
Höhe der optischen Achse:	150 mm
Fassung:	100 mm Ø
Stiel:	10 mm Ø

**P-1008668** .....

#### Totalreflexionsapparat auf Stiel

Gebogener Plexiglasstab in schwarzer Metallfassung mit Stiel. Einfallendes paralleles Licht wird durch Totalreflexion bis zum gekrümmten Ende geleitet.

Metallfassung:	130 mm Ø
Stiel:	10 mm Ø

**P-1000857** .....



P-1003164



P-1003017



P-1000608



P-1012863

### Halter auf Stiel für ungefasste Linsen

Halter mit Klemme zur Aufnahme ungefasster Linsen. In schwarzer Metallfassung auf Stiel.

Fassung: 130 mm Ø  
 Öffnung: 40 mm Ø  
 Stiel: 10 mm Ø

**P-1003164** .....

### Projektionsschirm

Durchscheinender Schirm auf Stiel für alle Projektionszwecke auf der Optischen Bank.

Abmessungen: 250x250 mm<sup>2</sup>  
 Stiel: 10 mm Ø

**P-1000608** .....

### Irisblende auf Stiel

Irisblende in schwarzer Metallfassung auf Stiel. Blendendurchmesser kontinuierlich verstellbar.

Fassung: 130 mm Ø  
 Blendendurchmesser: 3 – 29 mm  
 Stiel: 10 mm Ø

**P-1003017** .....

### Halter auf Stiel für Geradsichtprisma

Halter mit drehbarer Aufnahme für Geradsichtprisma (P-1002862). In schwarzer Metallfassung auf Stiel.

Fassung: 130 mm Ø  
 Stiel: 10 mm Ø

**P-1012863** .....

### Prismentisch auf Stiel

Runder Prismentisch mit höhenverstellbarem Klemmhalter z.B. für Prismen. Auf Stiel zur Aufnahme in einem Optikreiter.

Tisch: 60 mm Ø  
 Stiel: 10 mm Ø

**P-1003019** .....



P-1003019

### Aufbewahrungsleiste

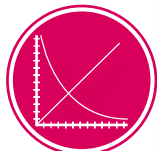
Holzleiste mit zehn Bohrungen zur Aufnahme von Geräten mit 10 mm-Stiel.

**P-1003034** .....



P-1003034





**UE4030350**  
PDF online



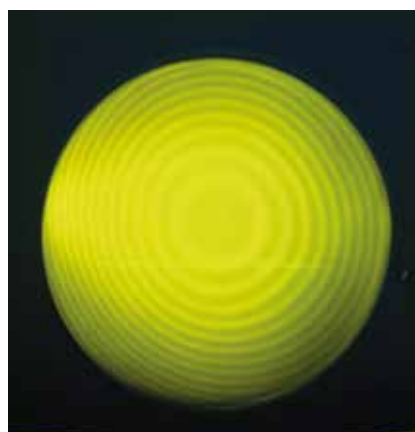
**P-1008669**

### Gläser für Newton'sche Ringe

Optische Anordnung zur Demonstration und Untersuchung der Newton'schen Interferenzringe. Anordnung aus planer und gekrümmter Glasscheibe in Fassung auf Stiel. Mit drei Justierschrauben zur Zentrierung des Interferenzsystems.

Optische Strahlhöhe: 150 mm  
Nutzbarer Durchmesser: 38 mm  
Glasscheibendicke: 3 mm  
Krümmungsradius: 50 m  
Durchmesser der Fassung: 100 mm  
Stieldurchmesser: 10 mm

**P-1008669**



Newton'sche Ringe bei gelbem Licht



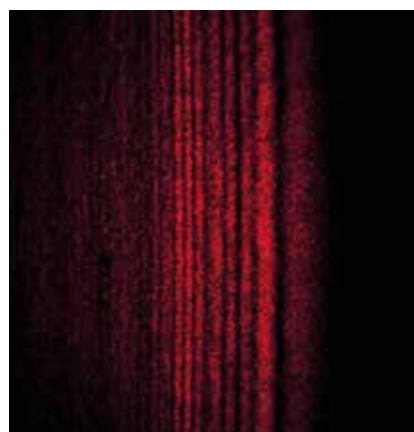
**P-1002649**

### Fresnel-Spiegel auf Stiel

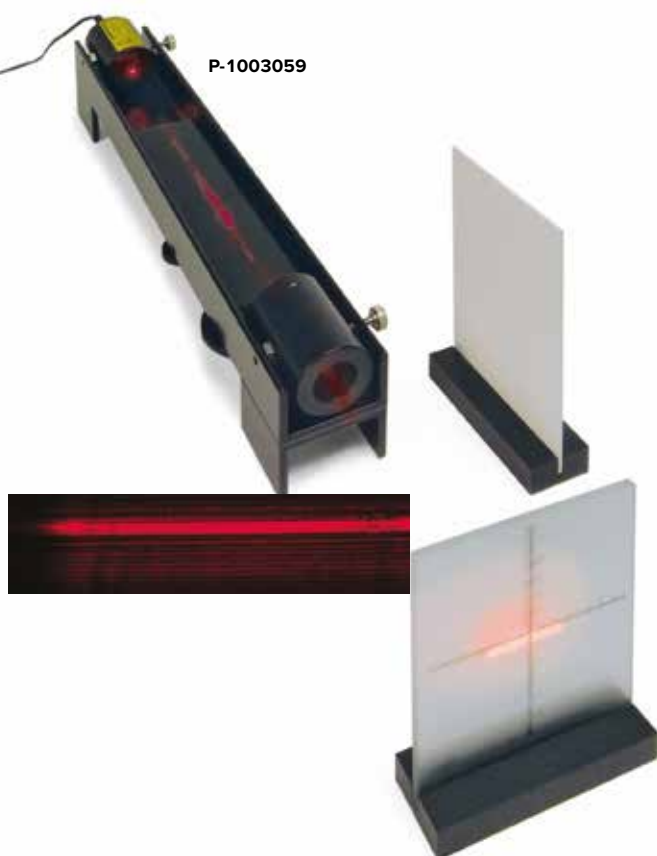
Fresnel-Spiegel zum Nachweis des Wellencharakters von Licht durch Beobachtung der Interferenz nach Reflexion an zwei Spiegeln sowie zur quantitativen Bestimmung der Wellenlänge. Zwei zueinander geneigte Oberflächenspiegel aus schwarzem Acrylglas in Halter aus schwarz eloxiertem Aluminium mit fest montiertem Spiegelschutz. Neigungswinkel mittels Feintrieb an der Rückseite einstellbar.

Spiegelfläche gesamt: 30x95 mm<sup>2</sup>  
Verstellbereich: -0,3° – +0,7°  
Stiel: 10 mm Ø

**P-1002649**



Interferenzmuster auf dem Beobachtungsschirm



**P-1003059**

### Experimentiersatz Fresnelspiegel

Vollständiger Gerätesatz zum Nachweis des Wellencharakters von Licht durch Beobachtung der Interferenz von Laserlicht. Diese wird durch die Reflexion eines Lasers an zwei schwarzen Planspiegeln bewirkt, die um wenige Winkelminuten zueinander versetzt sind. Laser, Spiegel und optischer Projektor sind gemeinsam auf einer Metallgrundplatte angeordnet. Ein Spiegel ist fest montiert, der andere ist einstellbar, um den Neigungswinkel verändern zu können. Projektionsschirm, geschliffener Glasschirm mit Fadenkreuzskala und Batteriebox im Lieferumfang enthalten.

Diodenlaser: Klasse II  
Leistung: <1 mW  
Wellenlänge: 635 nm  
Betriebsspannung: 3 V DC  
Batteriebox: ausgelegt für 2x 1,5 V Batterien (AA, LR6, MN1500, Mignon) (Batterien nicht im Lieferumfang enthalten)

Metallgrundplatte: 400x75x85 mm<sup>3</sup>  
Schirme: 150x90x30 mm<sup>3</sup>

**P-1003059**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1008659 Steckernetzgerät 3 V DC**

### Steckernetzgerät 3 V DC (ohne Abb.)

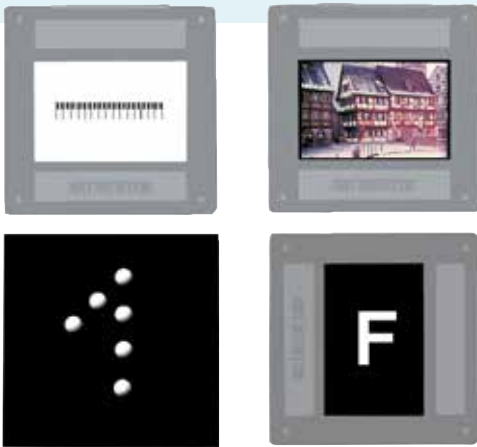
Schaltnetzgerät zur elektrischen Versorgung des Experimentiersatzes Fresnelspiegel (P-1003059).

Netzspannung: 100 – 240 V, 50/60 Hz

**P-1008659**

## Geometrische Objekte

zur Halterung im Objekthalter auf Stiel (P-1000855),  
im drehbaren Objekthalter auf Stiel (P-1003016) oder  
im Klemmhalter K (P-1008518).



P-1000886

### Satz 4 Abbildungsobjekte

Satz vier Abbildungsobjekte in Diarahmen.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

#### Lieferumfang:

- 1 Maßstab, 15 mm mit Skalenteilung 0,1 mm
- 1 Photo
- 1 F-Blende
- 1 Perl-Eins

P-1000886

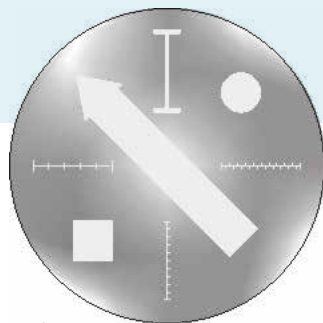
### Satz 5 Lochblenden

Fünf Lochblenden unterschiedlichen Durchmessers in Diarahmen.  
Lochdurchmesser: 1/ 3/ 6/ 10/ 15 mm  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000848

## Geometrische Objekte

zur Halterung im Komponentenhalter (P-1003203).



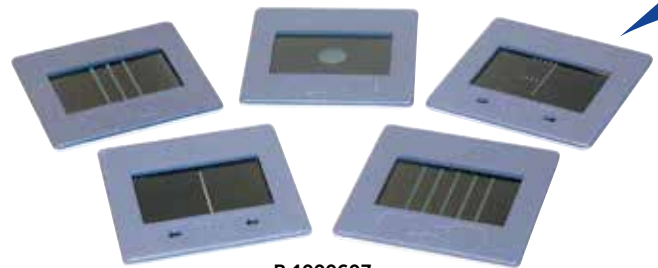
P-1014622

### Geometrische Objekte auf Glasträger

Hochwertiger, chrombeschichteter Glasträger mit vier Skalen und drei geometrischen Objekten für quantitative Experimente in der geometrischen Optik. Der Glasträger ist nicht empfindlich gegenüber Alterung und wenig anfällig für Verschmutzungen.

- Durchmesser: 40 mm
- Dicke: 1,5 mm
- Skalenlänge: 10 mm
- Graduierung: 10 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm
- Geometrische Objekte: Pfeil 30 mm lang  
Quadrat 5 mm Seitenlänge  
Scheibe 5 mm Ø

P-1014622



P-1000607

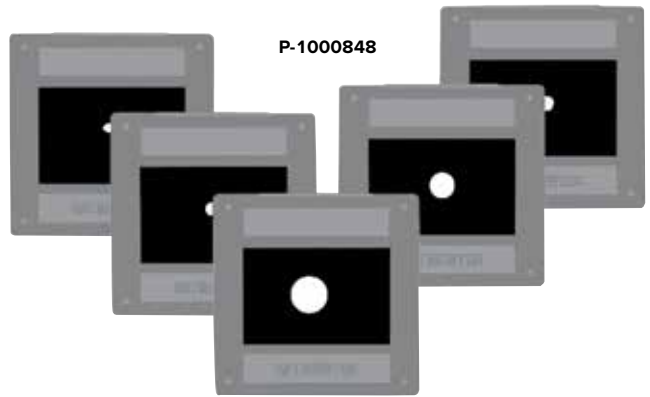
### Satz 5 Spalt- und Lochblenden

Fünf Spalt- und Lochblenden in Diarahmen.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

#### Lieferumfang:

- 1 Einfachspalt, Spaltbreite 1 mm
- 1 Dreifachspalt, Spaltbreite 1 mm, Spaltabstand 5 mm
- 1 Fünffachspalt, Spaltbreite 1 mm, Spaltabstand 5 mm
- 1 Lochblende, 8 mm Ø
- 1 F-Blende

P-1000607



P-1000848



P-1010031

P-1010030

### Matte Scheiben

Glasscheiben mit mattierter Oberfläche. Geeignet zur Verwendung als matte Durchleuchtungsobjekte in Optikexperimenten.

- Durchmesser: 40 mm
- Dicke: 2 mm

### Matte Scheibe mit „d“

P-1010030

### Matte Scheibe

P-1010031

## Beugungsobjekte

Zur Halterung im Objekthalter auf Stiel (P-1000855), im drehbaren Objekthalter auf Stiel (P-1003016) oder im Klemmhalter K (P-1008518).

### Transmissionsgitter

Transmissionsgitter für spektroskopische Untersuchungen sowie für Versuche zur Beugung und Interferenz. Geeignet zur Auflösung der Na-D Linien. Montiert auf Glasträger.

Abmessungen: 38x50 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Bezeichnung	Linien pro mm
P-1003080	Transmissionsgitter	300
P-1003079	Transmissionsgitter	600



P-1000846

### Satz 5 Einfachspalte

Fünf Einfachspalte unterschiedlicher Breite in Diarahmen.

Spaltbreiten: 0,1/ 0,2/ 0,4/ 0,8/ 1,6 mm

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

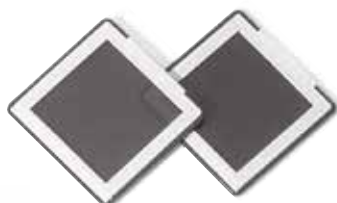
P-1000846

### Polarisationsfilter

Satz zwei Polarisationsfilter in Diarahmen.

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003328



P-1003328



P-1003177

### Hologramm

Transmissions-Hologramm in Diarahmen.

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003177

P-1003082



### Blende mit Einfachspalt und Steg

Fotografisch hergestellte Beugungsobjekte im Diarahmen.

Spalt- bzw.

Stegbreite: je 0,5 mm

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000602



P-1000602

### Blende mit 3 Einzelspalten und 1 Doppelspalt

Fotografisch hergestellte Beugungsobjekte im Diarahmen.

Einzelspaltbreiten: 0,075 / 0,15 / 0,4 mm

Spaltbreite im

Doppelspalt: 0,1

Spaltabstand im

Doppelspalt: 0,5 mm

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000885



P-1000885

### Kopie eines Rowland-Gitters

Kopie eines Rowland-Gitters auf Kollodiumfolie zwischen zwei Glasplatten in Metallrahmen zur Projektion von Beugungsspektren, Messung von Wellenlängen sowie zur Beobachtung von Spektren mit Spektrallampen.

Strichzahl: 600 Linien/mm

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1002917



P-1002917

### Reflexionsgitter

Reflexionsgitter zur Darstellung von sichtbaren Spektren und UV-Spektren in 1. und 2. Ordnung sowie bei Schrägstellung bis zur 5. Ordnung. Auf rundem, konkavem Glasträger montiert.

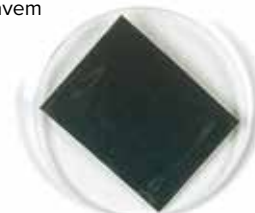
Kurvenradius: 500 mm

Strichzahl: 530 Linien/mm

Gitterabmessungen: 40x30 mm<sup>2</sup>

Glasträger: 50 mm Ø

P-1003083



P-1003083

### Demonstrationsgitter

Drei Beugungsgitter auf einem Rahmen zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen Linienabstand und Beugungswinkel.

Strichzahl: 100/ 300/ 600 Linien/mm.

Abmessungen: 90x30 mm<sup>2</sup>

P-1003082

P-1000891



P-1000889



P-1000603



### Blenden mit Kreislöchern und Kreisscheiben

Fotografisch hergestellte Beugungsobjekte in Diarahmen.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Bezeichnung	Durchmesser
P-1000603	Blende mit 3 Loch- und Scheibenpaaren	1,0/1,5/2,0 mm
P-1000889	Blende mit 9 Kreisscheiben	0,1 – 1,8 mm
P-1000891	Blende mit 9 Kreislöchern	0,1 – 1,8 mm

P-1000596



P-1000597



P-1000598



### Blenden mit Doppel- und Mehrfachspalten

Fotografisch hergestellte Beugungsobjekte in Diarahmen.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Bezeichnung	Spaltabstand	Spaltbreite	Anzahl der Spalte
P-1000596	Blende mit 3 Doppelspalten unterschiedlicher Spaltbreite	0,3 mm	0,10/0,15/ 0,20 mm	2
P-1000597	Blende mit 4 Doppelspalten unterschiedlichen Spaltabstandes	0,25/0,50/0,75/ 1,00 mm	0,15 mm	2
P-1000598	Blende mit 4 Mehrfachspalten und Gitter	0,25 mm	0,15 mm	2/3/4/5/ 40

P-1000599



P-1000600



P-1000601



### Blenden mit Gittern

Fotografisch hergestellte Beugungsobjekte in Diarahmen.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Bezeichnung	Gitterkonstante	Spaltbreite	Strichzahl
P-1000599	Blende mit 3 Strichgittern	0,5/0,25/0,125 mm	0,25/0,125/ 0,063 mm	2 / 4 / 8 Linien/mm
P-1000600	Strichgitter	0,125 mm	0,063 mm	8 Linien/mm
P-1000601	Blende mit 2 Kreuzgittern	0,25 mm	0,125 mm	4 Linien/mm

### Strichgitter

Strichgitter in Diarahmen. Für Schüler- und Praktikumsexperimente.  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>



P-1003178



P-1003179



P-1003180



P-1003181

Art.-Nr.	Bezeichnung	Linien pro mm
P-1003178	Strichgitter	140
P-1003179	Strichgitter	530
P-1003180	Strichgitter	600
P-1003181	Strichgitter	1000

### Satz 4 Gitter

Vier Strichgitter in Diarahmen mit Glasschutzplatten montiert.  
Für Schüler- und Praktikumsexperimente.  
Strichzahl: 80/100/ 300/ 600 Linien/mm  
Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003081 .....



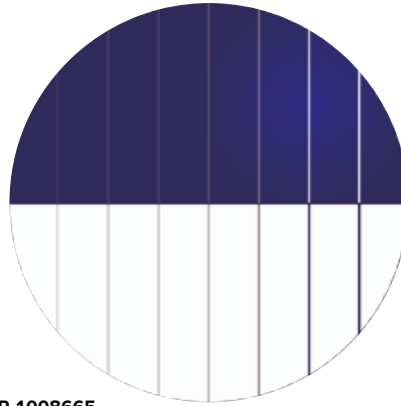
P-1003081

## Beugungsobjekte auf Glasträger

Zur Halterung im Komponentenhalter (P-1003203). Chrombeschichtete Glasplatten mit mikrolithographisch aufgetragenen Beugungsobjekten höchster Präzision und Regelmäßigkeit. Die Glasträger sind nicht empfindlich gegenüber Alterung und wenig anfällig für Verschmutzungen.



P-1008664



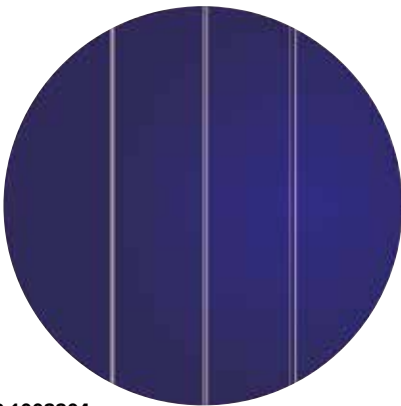
P-1008665

### Beugungslöcher auf Glasträger

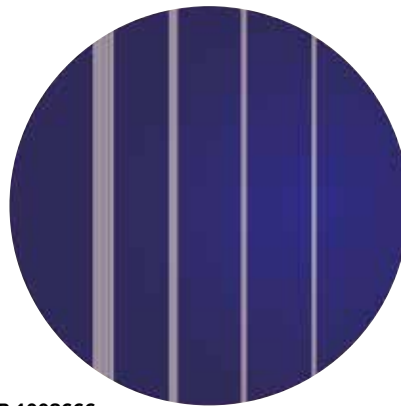
Glasträger mit zwölf verschiedenen Beugungslöchern und -lochpaaren für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Abweichungen: <math><1\ \mu\text{m}</math>
- Einfachlöcher:
  - Durchmesser: 20, 30, 50, 100, 200 und 500  $\mu\text{m}$
- Doppellöcher
  - Abstand: 100, 200 und 400  $\mu\text{m}$
  - Durchmesser: 50  $\mu\text{m}$
- Rechtecke:
  - Abmessungen: 70x70  $\mu\text{m}^2$ , 200x200  $\mu\text{m}^2$  und 70x200  $\mu\text{m}^2$

P-1008664



P-1003204



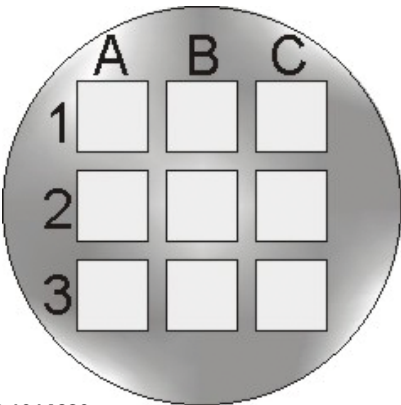
P-1008666

### Spalte und Stege auf Glasträger

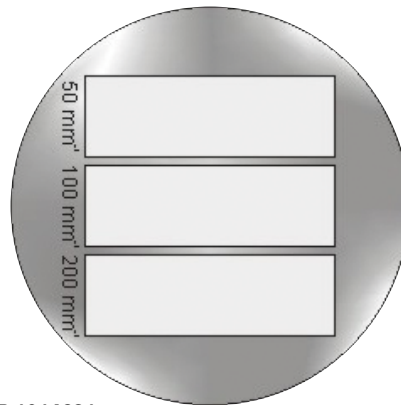
Glasträger mit sieben Spalt- und Steg-Paaren unterschiedlicher Breite für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Abweichungen: <math><1\ \mu\text{m}</math>
- Spaltbreiten: 30, 40, 60, 80, 100, 150 und 200  $\mu\text{m}$
- Stegbreiten: 30, 40, 60, 80, 100, 150 und 200  $\mu\text{m}$

P-1008665



P-1014620



P-1014621

### Doppelspalte auf Glasträger

Glasträger mit drei Doppelspalten unterschiedlichen Spaltabstandes für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Abweichungen: <math><1\ \mu\text{m}</math>
- Spaltbreite: 70  $\mu\text{m}$
- Spaltabstände: 200, 300 und 500  $\mu\text{m}$

P-1003204

### Mehrfachspalte auf Glasträger

Glasträger mit vier Mehrfachspalten unterschiedlicher Spaltanzahl für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Abweichungen: <math><1\ \mu\text{m}</math>
- Spaltbreite: 40  $\mu\text{m}$
- Spaltabstand: 100  $\mu\text{m}$
- Spaltanzahl: 3, 4, 6 und 14

P-1008666

### Mikrostrukturen auf Glasträger

Glasträger mit neun unterschiedlichen Mikrostrukturen bestehend aus Scheiben, Rechtecken und Quadraten für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Dicke: 1,5 mm
- Scheibendurchmesser: 30  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$
- Rechtecke: 10x50  $\mu\text{m}$ , 20x100  $\mu\text{m}$ , 30x150  $\mu\text{m}$
- Quadrate: 40x40  $\mu\text{m}$ , 70x70  $\mu\text{m}$ , 120x120  $\mu\text{m}$

P-1014620

### Beugungsgitter auf Glasträger

Glasträger mit drei Beugungsgittern unterschiedlicher Strichanzahl für quantitative Beugungsexperimente.

- Durchmesser: 40 mm
- Dicke: 1,5 mm
- Gitterfläche: je 25x7,5 mm
- Strichzahl: 50, 100, 200 / mm
- Gitterabstand: 20, 10, 5  $\mu\text{m}$
- Abweichungen: <math><1\ \mu\text{m}</math>

P-1014621

## Farbfilter

Zur Halterung im Objekthalter auf Stiel (P-1000855), im drehbaren Objekthalter auf Stiel (P-1003016) oder im Klemmhalter K (P-1008518).



P-1003185

P-1003186

Filter

### Satz 3 Farbfilter, Primärfarben

Satz 3 Farbfilter, Primärfarben, in Diarahmen.

Farben: Rot, grün, blau

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003185

### Satz 3 Farbfilter, Sekundärfarben

Satz 3 Farbfilter, Sekundärfarben, in Diarahmen.

Farben: Cyan, magenta, gelb

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003186

### Satz 7 Farbfilter

Satz 7 Farbfilter für Experimente zur additiven und subtraktiven Farbmischung. Farbige Kunststofffolien in Diarahmen zwischen Glasplatten montiert.

Primärfarben: Rot, blau, grün

Sekundärfarben: Cyan, magenta, gelb und violett

Abmessungen: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003084



P-1003084

## Interferenzfilter

Zur Halterung im Komponentenhalter (P-1003203).



P-1008672

### Interferenzfilter

Schmalbandige optische Filter zum Herausfiltern des Lichts einer Wellenlänge aus einem Spektrum mehrerer Wellen oder zum Erzeugen einer quasi-chromatischen Lichtquelle aus einem kontinuierlichen Spektrum.

Durchmesser: 40 mm

Dicke: 3 mm

Genauigkeit: 3 nm

Bandbreite (FWHM): 10 nm

Transmission: > 60 %

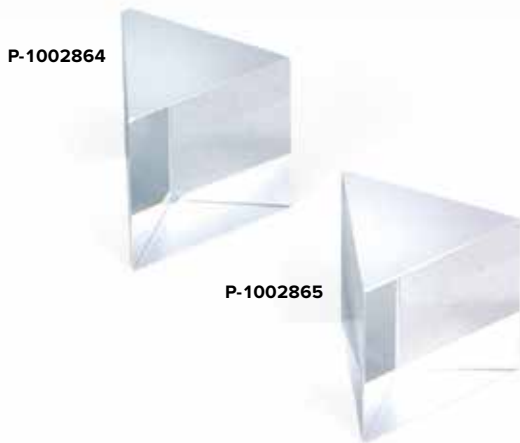
Parasitäre Transmission: < 1 %

Art.-Nr.	Wellenlänge	Gefilterte Spektrallinie
P-1008671	436 nm	blaue Quecksilberlinie
P-1008670	546 nm	grüne Quecksilberlinie
P-1008672	578 nm	gelbe Doppellinie

Zusätzlich erforderlich:

P-1003203 Komponentenhalter auf Stiel

Licht und Optik



### 60°-Prismen

Gleichseitige Prismen zum Einsatz auf dem Prismentisch auf Stiel (P-1003019) oder dem Prismentisch K (P-1000876).

	P-1002858	P-1002859
Material	Kronglas	Kronglas
Brechzahl	1,515	1,515
Seitenlänge	27 mm	45 mm
Höhe	50 mm	50 mm

	P-1002864	P-1002865
Material	Kronglas	Flintglas
Brechzahl	1,515	1,608
Mittlere Dispersion	0,008	0,017
Seitenlänge	30 mm	30 mm
Höhe	30 mm	30 mm

### 90°-Prismen

Rechtwinklige Prismen zum Einsatz auf dem Prismentisch auf Stiel (P-1003019) oder dem Prismentisch K (P-1000876).

	P-1002860	P-1002861
Material	Kronglas	Kronglas
Brechzahl	1,515	1,515
Seitenlänge	30 mm	45 mm
Höhe	50 mm	50 mm

### Satz 3 Prismen

Prismensatz zur Darstellung des Aufbaus eines achromatischen sowie eines Geradsichtprismas. Bestehend aus einem dünnen Flintglasprisma sowie einem dünnen und einem dicken Kronglasprisma mit jeweils gleicher Seitenlänge. Die beiden dünnen Prismen lenken einen Lichtstrahl gleich stark ab, haben jedoch unterschiedliche Dispersion. Bringt man sie gegeneinander in den Strahlengang, entsteht ein Geradsichtprisma, in dem Licht ohne Ablenkung spektral zerlegt wird. Das dicke Kronglasprisma hat die gleiche Dispersion wie das Flintglasprisma, lenkt aber den Strahl doppelt so weit ab. Somit lässt sich ein achromatisches Prisma aufbauen, in dem Licht ohne spektrale Zerlegung abgelenkt wird.

### P-1002863

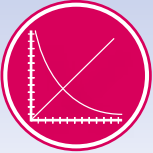
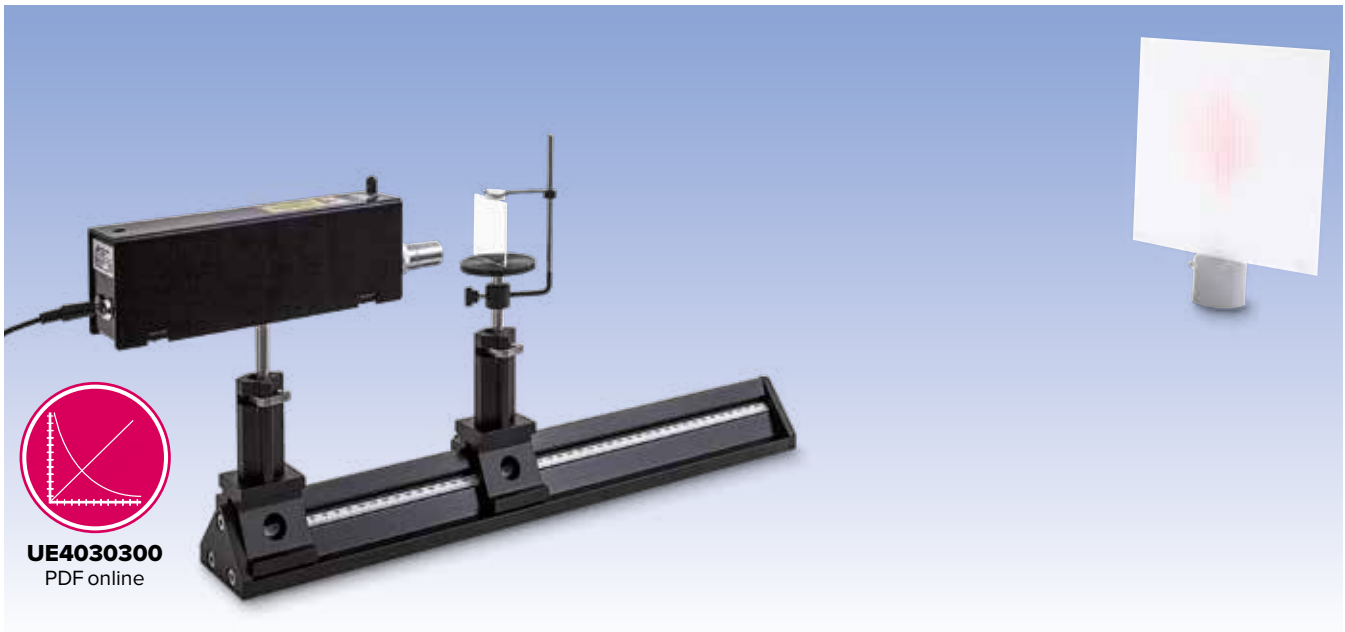
Material	Flintglas	Kronglas	Kronglas
Brechzahl	1,608	1,515	1,515
Mittlere Dispersion	0,017	0,008	0,008
Basis	15 mm	30 mm	18 mm
Seitenlänge	40 mm	40 mm	40 mm
Höhe	40 mm	40 mm	40 mm

### Hohlprisma, gleichseitig

Gleichseitiges Hohlprisma aus optischem Glas zur Untersuchung von Brechung und Dispersion bei Flüssigkeiten. Mit Teflon-Stöpsel auf der Einfüllöffnung.

Seitenlänge:	60 mm <sub>innen</sub>
Höhe:	60 mm <sub>innen</sub>
Volumen:	89 ml

### P-1014618



**UE4030300**  
PDF online

### Biprisma nach Fresnel

Biprisma nach Fresnel zur Beobachtung der Interferenz durch Erzeugung zweier virtueller Lichtquellen durch Brechung des Lichtes einer kohärenten Quelle.

Abmessungen: 50x50x2 mm<sup>3</sup>

Prismenwinkel: ca. 179°

Brechzahl: 1,5231

**P-1008652** .....



P-1008652

Geräteausstattung Biprisma nach Fresnel:

**P-1008652 Biprisma nach Fresnel**

**P-1003019 Prismentisch auf Stiel**

**P-1003165 He-Ne-Laser**

**P-1005408 Achromatisches Objektiv 10x/ 0,25**

**P-1003025 Sammellinse auf Stiel f = 200 mm**

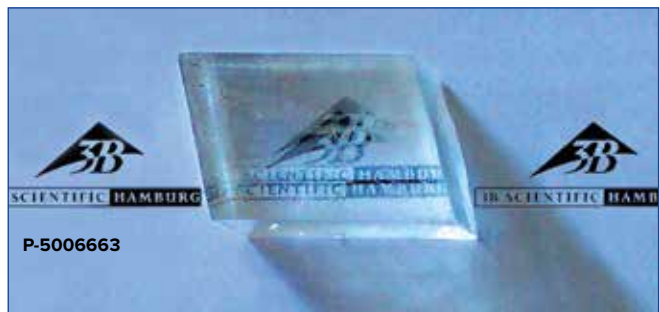
**P-1002635 Optikreiter D, 90/50**

**P-1002630 Optische Bank D, 50 cm**

**P-1000608 Projektionsschirm**

**P-1002834 Tonnenfuß, 1000 g**

**P-1002603 Taschenbandmaß, 2 m**



P-5006663

### Doppelspatkristall

Calcitkristall zur Darstellung der Doppelbrechung bei Kristallen.

**P-5006663** .....



P-1000895

### Umkehrbrille

Brille mit zwei vollständig drehbaren Umkehrprismen in abgeschirmtem Brillengestell. Die Umkehrprismen bewirken eine Seitenumkehr des Strahlenganges. Die Welt steht „Kopf“ und selbst die scheinbar einfachsten Dinge des Lebens – wie z.B. nach Gegenständen greifen, Zeichnen, Orientieren im Raum – bereiten mit der Umkehrbrille ungeahnte Probleme.

**P-1000895** .....

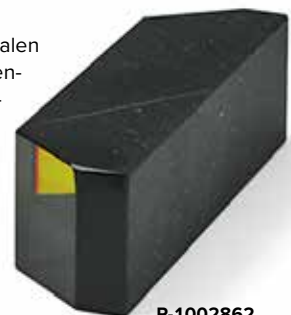
### Geradsichtprisma nach Amici

Zusammengesetztes Prisma zur spektralen Zerlegung eines Lichtstrahls ohne Ablenkung. Aus zwei Kronglasprismen und einem Flintglasprisma alternierend zusammengesetzt, mit geschwärzten Außenflächen.

Dispersionswinkel: 4,2°

Abmessungen: ca. 105x20x20 mm<sup>3</sup>

**P-1002862** .....

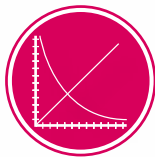


P-1002862

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1012863 Halter auf Stiel für Geradsichtprisma**





**UE4040600**  
PDF online



Aufbau zu Faraday-Effekt

**Zubehörsatz für Faraday-Effekt**

Dreiteiliger Zubehörsatz zur Halterung des Flintglasquaders (P-1012860) und des U-Kerns (P-1000979) in Experimenten zum Faraday-Effekt.

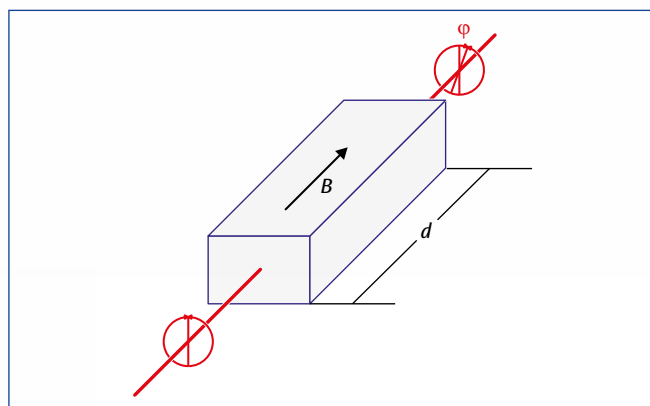
**P-1012861** .....



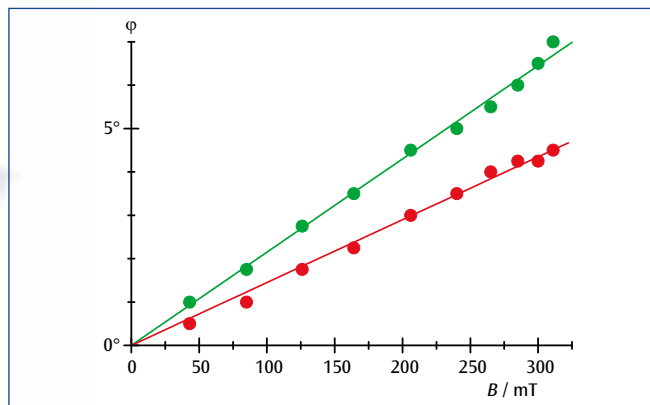
**P-1012861**

Geräteausstattung Faraday-Effekt:

- P-1002628** Optische Präzisionsbank D
- P-1009733** Optikfuß D
- P-1012860** Flintglasquader für Faraday-Effekt
- P-1012861** Zubehörsatz für Faraday-Effekt
- P-1000979** U-Kern
- P-1000978** Paar Polschuhe
- P-1000977** Paar Spannbügel
- P-1012859** Spule D 900 Windungen (2x)
- P-1012857** DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1012858** DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)
- P-1002843** Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm
- P-1008668** Polarisationsfilter auf Stiel (2x)
- P-1002635** Optikreiter D, 90/50 (3x)
- Lichtquelle mit Farbfilter oder Laser



Schematische Darstellung zur Erläuterung des Faraday-Effekts



Drehwinkel  $\phi$  als Funktion des Magnetfeldes  $B$  für rotes und grünes Laserlicht

**Flintglasquader für Faraday-Effekt**

Quader aus Flintglas zur Demonstration der optischen Aktivität im Magnetfeld (Faraday-Effekt).  
Abmessungen: 20x10x10 mm<sup>3</sup>

**P-1012860** .....



**P-1012860**

## Themen:

- **Beugung und Interferenz an einer Glasplatte, Lochblende, Quadratblende, Strichgitter, Kreuzgitter**
- **Michelson-Interferometer**
- **Untersuchung von linear polarisiertem Licht**
- **Absorption von Licht**
- **Rekonstruktion eines Hologramms**



P-1003053

## Gerätesatz „Wellenoptik mit dem Laser“

Gerätesatz zur Darstellung grundlegender Phänomene der Wellenoptik im Praktikumsversuch. Als Lichtquelle dient ein teilweise polarisierter Diodenlaser mit justierbarem Halter. Stromversorgung erfolgt über ein Steckernetzgerät oder alternativ über Batterien. Die Komponenten sind magnethaftend und lassen sich auf der mitgelieferten Metalltafel in waagerechter oder senkrechter Aufstellung zu den verschiedenen Anordnungen zusammensetzen. Alle Teile sind in einem Aufbewahrungskoffer mit gerätegeformter Schaumstoffeinlage untergebracht.

Diodenlaser: max. 1 mW, Laserschutzklasse II

Wellenlänge: 635 nm

Steckernetzgerät: Primär 100 – 240 V AC, Sekundär 3 V DC, 300 mA

Batteriefach: für 2x 1,5 V AA-Batterien (Batterien nicht im Lieferumfang enthalten)

### Lieferumfang:

- 1 Diodenlaser mit justierbarem Halter
- 1 Steckernetzgerät
- 1 Batteriefach (ohne Batterien)
- 2 Spiegel mit justierbarem Halter
- 1 Halbdurchlässiger Spiegel
- 1 Schirm, weiß
- 1 Schirm, Mattglas
- 1 Konvexlinse
- 1 Polarisationsfilter
- 1 Halter für Linse und Filter
- 3 Farbfilter in Dia-Rahmen (rot, grün, blau)
- 2 Lochblenden in Dia-Rahmen
- 2 Quadratblenden in Dia-Rahmen
- 3 Strichgitter in Dia-Rahmen
- 1 Kreuzgitter in Dia-Rahmen
- 1 Glasplatte in Dia-Rahmen
- 1 Halter für Dia-Rahmen
- 1 Hologramm
- 1 Metalltafel (60x45 cm<sup>2</sup>) mit abnehmbarer Stütze
- 4 Gummifüße für Metalltafel
- 1 Aufbewahrungskoffer
- 1 Anleitung

**P-1003053** .....



**Newton'sche Farbenscheibe, mit Handantrieb**

Newton'sche Farbenscheibe zur Darstellung der additiven Farbmischung. Auf stabiler Basis, mit Handantrieb.

Scheibendurchmesser: 178 mm

Abmessungen: 143x90x282 mm<sup>3</sup>

**P-1010194** .....



**P-1010194**



**P-1010175**

**Newton'sche Farbenscheibe, mit Motorantrieb**

Newton'sche Farbenscheibe zur Darstellung der additiven Farbmischung. Auf stabiler Box, mit Motorantrieb.

Scheibendurchmesser: 90 mm

Motor: 4 – 6 V DC

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Abmessungen: 135x85x130 mm<sup>3</sup>

**P-1010175** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002849** Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm

**P-1003560** DC-Netzgerät 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz) oder

**P-1003559** DC-Netzgerät 1,5 – 15 V, 1,5 A (115 V, 50/60 Hz)



**P-1002983**



**P-1002705**

**Farbenscheibe nach Newton**

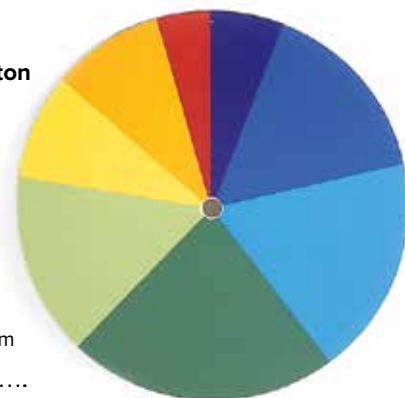
Kunststoff-Kreisscheibe mit Segmenten in den Farben rot, orange, gelb, hellgrün, dunkelgrün, hellblau, dunkelblau und violett zur Darstellung der additiven Farbmischung. Bei schneller Drehung der Scheibe mischen sich die Farben zu weiß.

Durchmesser: 170 mm

**P-1002983** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002705** Motor mit Antriebsregelung



**P-1002983**

**Motor mit Antriebsregelung**

Motor zur regelbaren schnellen Drehung der Farbenscheibe (P-1002983). Mit Scheibenhalter und Klemme zur Befestigung an einer Stativstange. Einschließlich Steckernetzgerät.

Regelbereich: 0 – 25 U/s

Drehrichtung: umschaltbar

Abmessungen: ca. 110x70x45 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 0,2 kg

**P-1002705** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002835** Stativfuß, 3-Bein, 150 mm

**P-1002934** Stativstange, 470 mm



**P-1002705**

## Themen:

- **Additive Farbmischung**
- **Subtraktive Farbmischung**

### Gerätesatz zur Farbmischung

Gerätesatz zur Demonstration der Farbmischung auf dem Tageslichtprojektor: Die Konzeption des Gerätesatzes gewährleistet einen Aufbau in sehr kurzer Zeit und einen problemlosen, sicheren Betrieb. Die übersichtliche Anordnung erleichtert das Verstehen der Experimente, die Ergebnisse werden unmittelbar „gesehen“. Die Projektionsplatte mit drei Spiegel- und Linsenhaltern wird auf die Projektionsfläche des Tageslichtprojektors gesetzt. Je nach Projektionsabstand werden drei großflächige Kreise mit 30 bis 80 cm Durchmesser auf



P-1003189

die Projektionswand geworfen. Durch Drehung der Halter und Spiegel können die Farben getrennt oder sich teilweise überdeckend projiziert werden. Die Einstellung lässt sich sehr einfach vornehmen und gut kontrollieren. Die besonders groß ausgeführten Farbfilter werden einfach in die Linsenhalter eingeschoben, können aber auch direkt auf die Projektionsfläche des Tageslichtprojektors aufgelegt werden.

### Lieferumfang:

- 1 Projektionsplatte mit drei Spiegel- und Linsenhaltern
- 3 Farbfilter rot, grün und blau (120x50 mm<sup>2</sup>)
- 3 Farbfilter cyan, gelb und magenta (120x50 mm<sup>2</sup>)

### P-1003189

Zusätzlich erforderlich:  
**Tageslichtprojektor**

## Themen:

- **Die drei Grundfarben**
- **Erzeugung von Mischfarben durch Additive Farbmischung**
- **Anteile der Grundfarben in einer Mischfarbe**
- **Farbtöne eines Monitors**
- **Prinzip des Farbsehens (Farbdreieck)**



P-1012821

### Schülergerät „Additive Farbmischung“

Handliches Pultgerät zur Untersuchung der Additiven Mischung der Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB) zu einem beliebigen Farbton. Mit drei Stellern zur stufenlosen Einstellung der Intensität der Grundfarben und einer Mattscheibe, durch die das in unterschiedlichen Anteilen gemischte LED-Licht beobachtet wird. Einschließlich Stecker-Netzgerät 12 V/500 mA und Anleitung mit Farbdreieck.  
Abmessungen: 192x65x120 mm<sup>3</sup>

### P-1012821

## Vorteile

- **Plug & Play:** Keine Softwareinstallation oder Treiber erforderlich
- **Messung und Auswertung in Echtzeit**
- **Einfach und praktische Software mit integrierten Assistenten und leistungsstarken Auswertefunktionen**
- **Spektren hoher Qualität und Signalstabilität**
- **Geringes Rauschen**
- **Hohe Auflösung**
- **Geeignet zur Messung sehr kleiner Intensitätsunterschiede mit sehr großer Genauigkeit**
- **Messung der zweiten Beugungsordnung ohne Sättigung der ersten Beugungsordnung**

### CCD HD Sensor

Optischer Sensor zur Untersuchung von optischen Intensitätsverteilungen. Besonders geeignet zur Untersuchung der Beugung von Licht an Einzel- und Mehrfachspalten oder Gittern. Eine benutzerfreundliche Mess- und Auswertesoftware ermöglicht die simultane Aufzeichnung und Analyse in Echtzeit. Die integrierte Software für Windows 2000/ XP/ Vista/ 7 / 8 32 und 64 bit startet sofort nach Anschluss des Sensors über USB-Kabel an den Computer. Einschließlich Abschwächungsfilter, Stativstange und Steckernetzgerät zur Spannungsversorgung.

#### Software:

Datenerfassung in zwei Moden möglich:  
Intensität in Abhängigkeit vom Ort, z.B. für Beugung und Interferenz.  
Intensität in einem Abschnitt in Abhängigkeit von der Zeit.  
Zur Auswertung stehen die Modi Zeigermodus, Modellrechnung, Tabellenkalkulation und Bericht zur Verfügung.

Sensor: Toshiba 3648 Pixel SWB  
Auflösung: 16 Bit  
Integrationszeit: 0,1 ms bis 6,5 s  
Filteraufnahme: Clix (Magnetischer Ring)  
Empfindliche Sensorfläche: 8  $\mu\text{m}$  x 30 mm  
Interface: USB 2.0

#### P-1018820

## Themen:

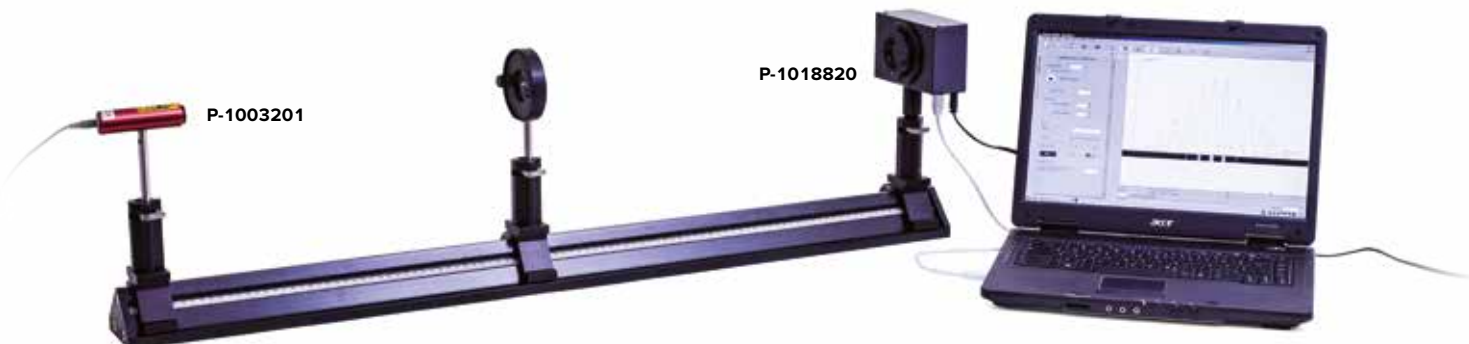
- **Messung und Modellrechnung zur Beugung an Einfachspalt, Mehrfachspalten und Gittern**
- **Interferenz**
- **Intensitätsfluktuationen**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003201 Diodenlaser, rot**
- P-1003203 Komponentenhalter**
- P-1008664 Beugungslöcher auf Glasträger**
- P-1008665 Spalte und Stege auf Glasträger**
- P-1003204 Doppelspalte auf Glasträger**
- P-1008666 Mehrfachspalte auf Glasträger**
- P-1002628 Optische Präzisionsbank D**
- P-1002635 Optikreiter D 90/50 (3x)**



P-1018820



P-1003201

## Themen:

- Pockels-Effekt (linearer elektrooptischer Effekt)
- Photorefraktive Kristalle ohne Inversionszentrum
- Auftreten und Änderung von Doppelbrechung in externen elektrischen Feldern
- Halbwellenspannung
- Brechungsindexmodulation

## Vorteil

- Mit präzisem, leichtgängigem und ruckelfreiem Winkelsteller



P-1013393

## neu

### Pockels-Zelle auf Stiel

Transversale Pockels-Zelle zur Demonstration des linearen elektrooptischen Effektes und zur Messung der Halbwellenspannung an einem Lithiumniobat-Kristall. Mit präziser, leichtgängiger und ruckelfreier Winkelsteller zur Demonstration der Doppelbrechung in Verbindung mit einem Polarisationsfilter als Analysator.

Abmessungen: 156x26x218 mm<sup>3</sup>

Masse: 206 g

Kristall: Lithiumniobat (LiNbO<sub>3</sub>), 20x2x2 mm<sup>3</sup>

Anschlüsse: 4-mm-Sicherheitsbuchsen

### P-1013393

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1002628 Optische Präzisionsbank D P-1000 mm

P-1002635 Optikreiter D, 90/50 (3 x)

P-1012401 Optikreiter D, 90/36 (2x)

P-1008668 Polarisationsfilter auf Stiel

P-1000608 Projektionsschirm

P-1003165 He-Ne-Laser

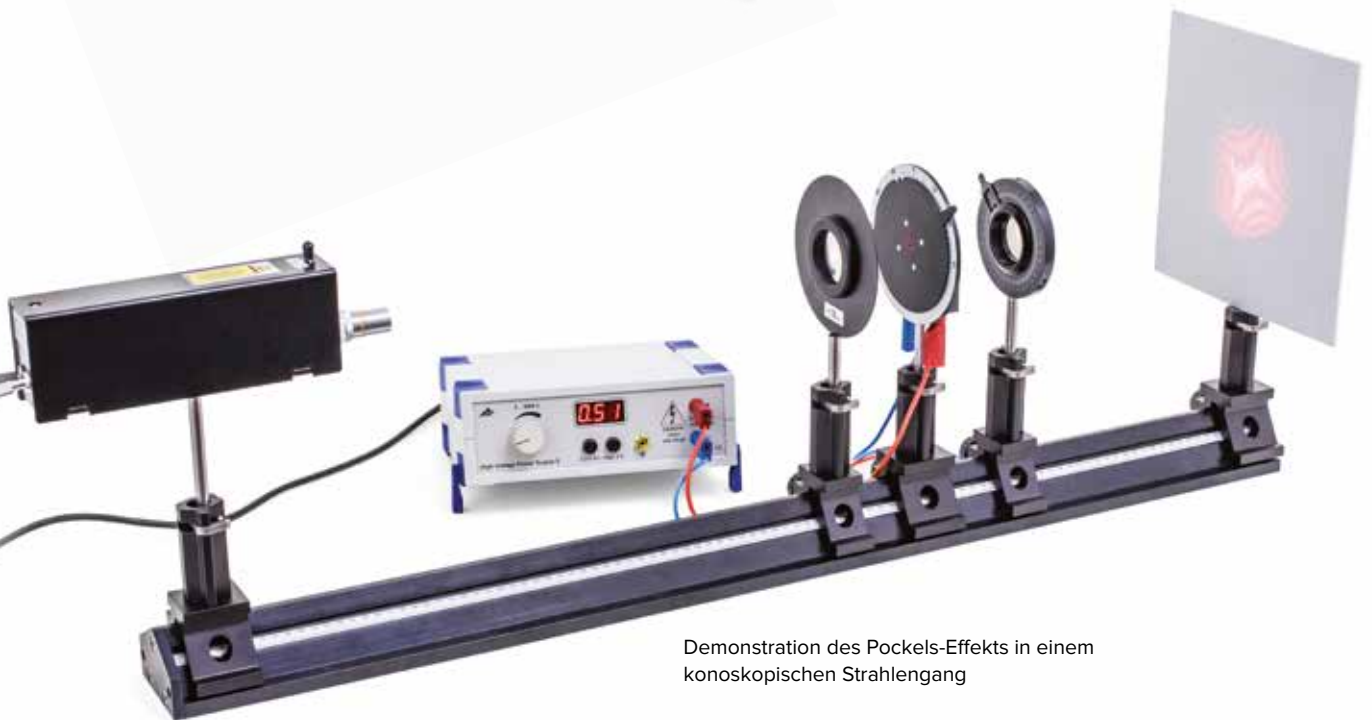
P-1005408 Achromatisches Objektiv 10x / 0,25

P-1003022 Sammellinse auf Stiel, f = +50 mm

P-1013412 Hochspannungsnetzgerät E 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder

P-1017725 Hochspannungsnetzgerät E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

P-1002849 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm



Demonstration des Pockels-Effekts in einem konoskopischen Strahlengang



P-1002906

**Demonstrations-Polarisationsapparat**

Demonstrationsgerät für den Einsatz auf einem Tageslichtprojektor zur Demonstration der optischen Aktivität, Bestimmung spezifischer Drehwinkel und zur Konzentrationsbestimmung bei bekanntem spezifischem Drehwinkel. In einer schwarzen Kunststoffgrundplatte sind ein Gelbfilter (zur höheren Messgenauigkeit) und ein Polarisator eingelassen. Eine Küvette mit einer Lösung der zu untersuchenden Substanz wird darüber in die Halterung eingesetzt, und darüber befindet sich der Analysator auf einem Halter mit Drehgriff und Zeiger. Durch Drehen des Analysators lässt sich der Drehwinkel bestimmen und auf einer transparenten Winkelskala ablesen.

Küvette: Markierung bei 50 mm und 100 mm  
 Winkelskala: -40° bis +40°  
 Skalenteilung: 1°  
 Abmessungen: ca. 370x330x190 mm<sup>3</sup>

P-1002906 .....

Zusätzlich erforderlich:  
**Tageslichtprojektor**

**Demonstrations-Polariskop**

Demonstrationsgerät für den Einsatz auf einem Tageslichtprojektor zur spannungsoptischen Darstellung der Spannungsverteilung in zug- und druckbelasteten Probekörpern. Der Polarisator ist in der Rahmengrundplatte und der Analysator in der schwenkbaren Rahmenoberplatte angeordnet. Über einen Spindeltrieb kann eine Zug- oder eine Druckbelastung auf den Probekörper ausgeübt werden.

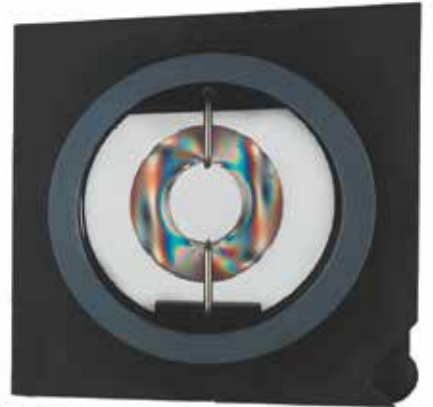
Probekörper: aus Epoxydharz  
 Abmessungen: ca. 150x15x45 mm<sup>3</sup>  
 Gesamtmasse: ca. 820 g

**Lieferumfang:**

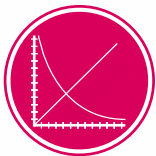
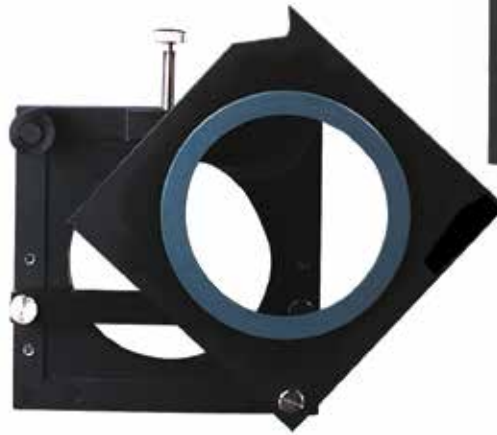
- 1 Grundgerät
- 2 Metallklammern für Zugbelastung
- 1 Ring, 60 mm Ø
- 1 Balken, 60x10x10 mm<sup>3</sup>
- 2 Balken, 20x10x8 mm<sup>3</sup>
- 3 Dreiecke als Auflage

P-1000851 .....

Zusätzlich erforderlich:  
**Tageslichtprojektor**



P-1000851



**UE4040300**  
 PDF online



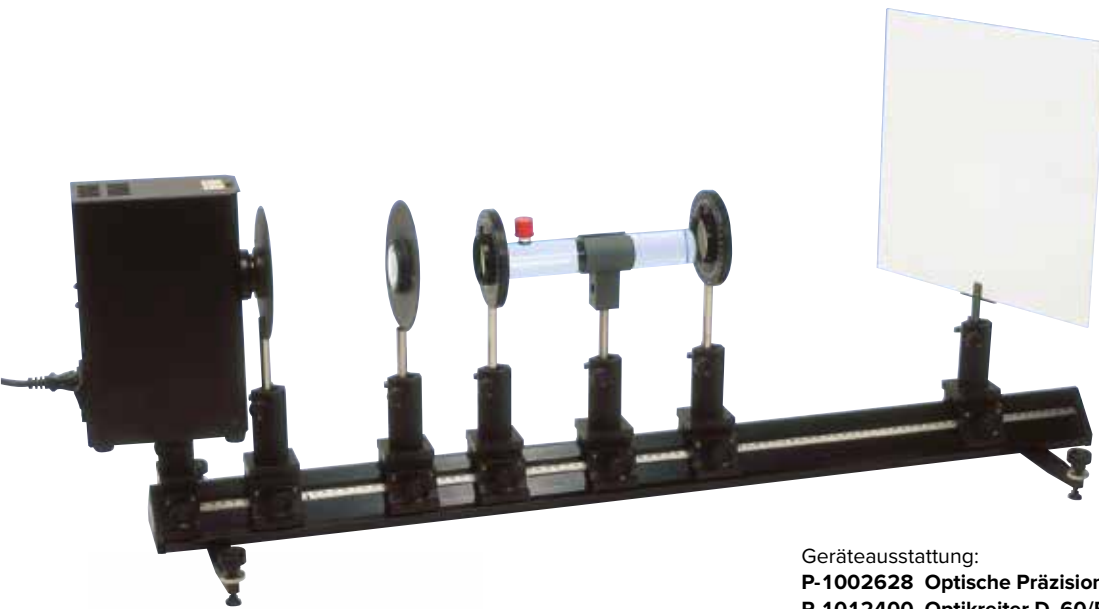
P-1001057

**Polarimeter mit 4 LED**

Polarimeter mit Beleuchtungseinrichtung aus vier monochromatischen Leuchtdioden zur Bestimmung des Drehwinkels und der Drehrichtung von polarisiertem Licht durch eine optisch aktive Substanz in Abhängigkeit der Wellenlänge, der Probendicke und der Probenkonzentration. Das von der eingeschalteten Leuchtdiode ausgehende Licht wird linear polarisiert und durch den aufgesetzten Probenzylinder geschickt, der mit der optisch aktiven Substanz gefüllt ist. Mit Hilfe des im Deckel enthaltenen Analysators wird die gedrehte Polarisationsrichtung bestimmt und auf der Winkelskala des Deckels abgelesen.

Wellenlängen: 468 nm (blau), 525 nm (grün),  
 580 nm (gelb), 630 nm (rot)  
 Abmessungen: ca. 110x190x320 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1 kg

P-1001057 .....



Bestimmung des Drehwinkels optisch aktiver Substanzen

**Geräteausstattung:**

- P-1002628 Optische Präzisionsbank D, 1000 mm
- P-1012400 Optikreiter D, 60/50 (2x)
- P-1002635 Optikreiter D, 90/50 (5x)
- P-1002721 Küvettenhalter auf Stiel
- P-1002884 Rundküvette, 200 mm
- P-1002885 Rundküvette, 100 mm
- P-1003017 Irisblende auf Stiel
- P-1003022 Sammellinse auf Stiel, f = 50 mm
- P-1000608 Projektionsschirm
- P-1008668 Polarisationsfilter auf Stiel (2x)
- P-1003159 Na-Niederdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)



P-1002721



P-1002885

P-1002884

**Küvettenhalter auf Stiel**

Kunststoffhalter für Rundküvetten (P-1002884 und P-1002885).

Halter: 36 mm Ø  
Stiel: 90 mm x 10 mm Ø

**P-1002721** .....

**Polarimeter**

Polarimeter mit einer Natriumlampe als Lichtquelle zur Messung des Drehwinkels und der Drehrichtung der Polarisations Ebene von polarisiertem Licht durch optisch aktive Substanzen sowie zur Bestimmung der Konzentration von Flüssigkeiten. Robustes Metallstativ mit leicht geneigtem Schacht für Röhren bis 220 mm Länge. Mit schwenkbarer Abdeckung, Analysator und Polarisator. Einschließlich Polarimeterröhren 100 mm, 200 mm und Ersatznatriumlampe.

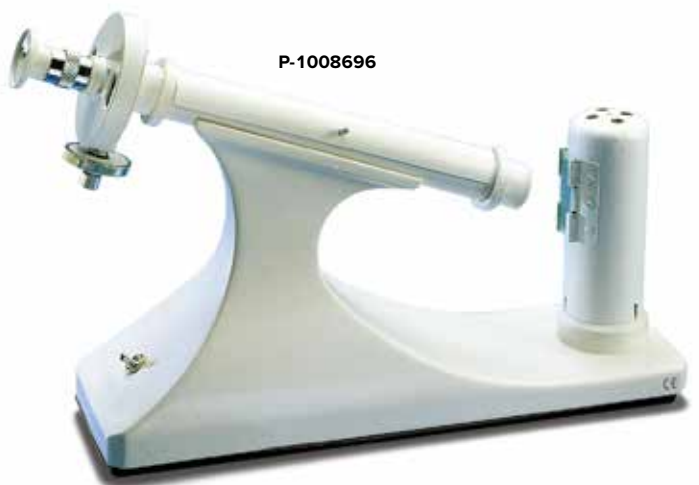
Messbereich: 2 Teilkreise (0 – 180°)  
Glasröhren: 100 mm und 200 mm, 15 mm Ø  
Skalenteilung: 1°  
Ablesbarkeit: 0,05° (mit Nonius)  
Abmessungen: 200x360x450 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 10 kg  
Lichtquelle: Natriumlampe (589 nm)  
Netzanschlussspannung: 115 V – 230 V, 50/60 Hz

**P-1008696** .....

**Ersatznatriumlampe** (o. Abb.)

Ersatzlampe für Polarimeter (P-1008696).

**P-1012885** .....



P-1008696

**Polarimeterröhre 100 mm**

(o. Abb.)  
Ersatzglasröhre für Polarimeter (P-1008696).

Länge: 100 mm, 15 mm Ø

**P-1012883** .....

**Polarimeterröhre 200 mm**

(o. Abb.)  
Ersatzglasröhre für Polarimeter (P-1008696).

Länge: 200 mm, 15 mm Ø

**P-1012884** .....



### Drossel für Spektrallampen

Betriebsgerät für Spektrallampen (P-1003537 – P-1003546) einschließlich Lampengehäuse auf Stativstab. Auf der Rückseite des stabilen Metallgehäuses kann ein zweites Lampengehäuse auf Stativstab festgeklemmt und angeschlossen werden. Mit einem Umschalter auf der Vorderseite ist die rechte oder die linke Spektrallampe einschaltbar.

Max. Ausgangsstrom: 1 A  
 Lampengehäuse: 180 mm x 50 mm Ø  
 Stativstab: 300 mm x 10 mm Ø  
 Lampenfassung: Pico 9  
 Abmessungen: ca. 255x175x135 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 5,3 kg

#### Lieferumfang:

1 Betriebsgerät  
 1 Lampengehäuse auf Stativstab mit 7-poligem Anschlusskabel

### Drossel für Spektrallampen (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003196** .....

### Drossel für Spektrallampen (115 V, 50/60 Hz)

**P-1003195** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003197 Lampengehäuse auf Stativstab**

### Lampengehäuse auf Stativstab (o. Abb.)

Zusätzliches Lampengehäuse mit Anschlusskabel zum Anschluss an die Drossel für Spektrallampen (P-1003196 bzw. P-1003195).

**P-1003197** .....

### Spektralröhren-Netzgerät

Betriebsgerät zum stabilen Betrieb der Spektralröhren (P-1003402 – P-1003417). Die eingebaute Strombegrenzung sichert eine lange Lebensdauer der Spektralröhren. Federkontakthalterungen in vollständig isolierten Fassungen und ein Schutzgitter gewährleisten zuverlässigen Halt und sicheren Betrieb.

Spannung: 5000 V  
 Maximaler Strom: 10 mA  
 Abmessungen: ca. 370x120x90 mm<sup>3</sup>

### Spektralröhren-Netzgerät (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000684** .....

### Spektralröhren-Netzgerät (115 V, 50/60 Hz)

**P-1000683** .....

### Spektralröhren

Spektralröhren hoher Leuchtdichte zur Emission des Linien- bzw. Bandenspektrums eines Gases oder von Quecksilberdampf. Teil-evakuierte, mit Gas oder Quecksilberdampf gefüllte Glasröhren in Kapillarform mit Metallelektroden, an die das zur Energiezufuhr erforderliche elektrische Feld angelegt wird.

Länge der Kapillare: 100 mm  
 Gesamtlänge: ca. 260 mm

### Spektrallampen

Gasentladungslampen zur Emission der Linienspektren von Edelgasen und Metaldämpfen mit hoher Leuchtdichte und spektraler Reinheit.

Socket: Pico 9  
 Betriebsstrom: max. 1 A  
 Masse: ca. 350 g  
 Spektrallampen dürfen nur unter Vorschaltung der Drossel (P-1003196 bzw. P-1003195) betrieben werden.

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003196 Drossel für Spektrallampen (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003195 Drossel für Spektrallampen (115 V, 50/60 Hz)**

Art.-Nr.	Füllung
P-1003537	Cd
P-1003539	He
P-1003541	Na
P-1003543	Ne
P-1003544	Tl
P-1003545	Hg 100
P-1003546	Hg/Cd

**UE5020150**  
PDF online

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000684 Spektralröhren-Netzgerät (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1000683 Spektralröhren-Netzgerät (115 V, 50/60 Hz)**

Art.-Nr.	Füllung
P-1003402	Luft
P-1003403	Argon
P-1003404	Brom
P-1003405	Kohlendioxid
P-1003406	Chlor
P-1003407	Deuterium
P-1003408	Helium
P-1003409	Wasserstoff
P-1003410	Jod
P-1003411	Krypton
P-1003412	Quecksilber
P-1003413	Neon
P-1003414	Stickstoff
P-1003415	Sauerstoff
P-1003416	Wasserdampf
P-1003417	Xenon

**P-1000684**

**UE5020100**  
PDF online

**P-1018103**

Aufzeichnung des Linienspektrums von Wasserstoff

### Hg-Hochdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)

Gasentladungslampe zur Beobachtung der Hg-Spektrallinien hoher Intensität bei hohem Dampfdruck. Die Linien im UV-Bereich werden durch den Glaskörper unterdrückt. Schwarzes Metallgehäuse mit eingebauter Energieversorgung. Lichtaustrittsöffnung mit Feingewinde zum direkten Aufschrauben von Filtern. Einschließlich Stativstab mit Gewinde.

- Leuchtdichte: 1800 lm
- Betriebsstrom: 0,6 A
- Leistung: 50 W
- Sockel: E27
- Lebensdauer: ca. 24000 h
- Lichtaustrittsöffnung: 40 mm Ø
- Feingewinde für Filter: M49
- Abmessungen: ca. 295x165x85 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 1,5 kg

**P-1003157** .....

### Hg-Niederdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)

Gasentladungslampe zur Beobachtung der Hg-Spektrallinien bei niedrigem Dampfdruck und optimaler Linienbreite. Der Glaskörper besteht aus Quarzglas, so dass auch die Linien im ultravioletten Bereich detektiert werden können. Schwarzes Metallgehäuse mit eingebauter Energieversorgung. Lichtaustrittsöffnung mit Feingewinde zum direkten Aufschrauben von Filtern. Einschließlich Stativstab mit Gewinde.

- Betriebsstrom: 0,16 A
- Leistung: 6 W
- Sockel: G5
- Lebensdauer: ca. 3000 h
- Lichtaustrittsöffnung: 40 mm Ø
- Feingewinde für Filter: M49
- Abmessungen: ca. 295x165x85 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 1,5 kg

**P-1003158** .....

### Na-Niederdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)

Gasentladungslampe zur Beobachtung der Na-D-Linie und zur Untersuchung des Dubletts. Schwarzes Metallgehäuse mit eingebauter Energieversorgung. Lichtaustrittsöffnung mit Feingewinde zum direkten Aufschrauben von Filtern. Einschließlich Stativstab mit Gewinde.

- Leuchtdichte: 1800 lm
- Betriebsstrom: 0,35 A
- Leistung: 18 W
- Sockel: BY22d
- Lebensdauer: ca. 10000 h
- Lichtaustrittsöffnung: 40 mm Ø
- Feingewinde für Filter: M49
- Abmessungen: ca. 295x165x85 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 1,5 kg

**P-1003159** .....

Ersatzlampen (o. Abb.):

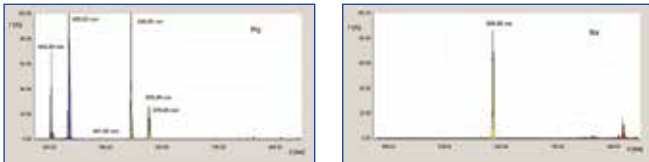
Art.-Nr.	Beschreibung
P-1003161	Hg-Hochdruck-Spektrallampe für P-1003157
P-1003162	Hg-Niederdruck-Spektrallampe für P-1003158
P-1003163	Na-Niederdruck-Spektrallampe für P-1003159



P-1003158

P-1003157

P-1003159



Linienpektren von Hg (Hochdruck) und Na, aufgenommen mit dem digitalen Spektrometer

### Quecksilber-Hochdrucklampe

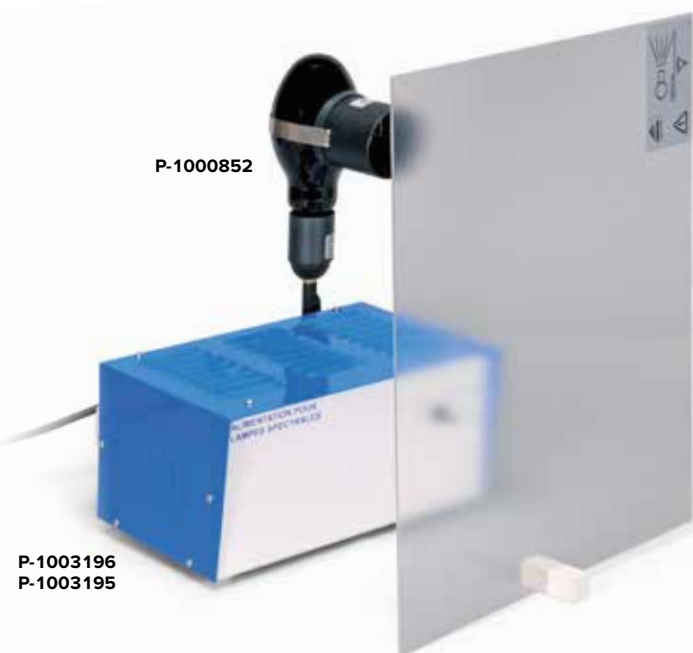
Quecksilber-Hochdrucklampe in geschwärztem Hartglasgehäuse mit tubusförmiger Öffnung zur ungeschwächten Emission von ultraviolettem Licht. Einschließlich Lampenfassung E27 auf Stiel und transparentem Schirm zum Schutz der Beobachter gegen UV-Strahlung.

- Bereich: UV-A, UV-B, UV-C
- Leistungsaufnahme: 125 W

**P-1000852** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1003196 Drossel für Spektrallampen (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1003195 Drossel für Spektrallampen (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000852

P-1003196  
P-1003195

## Handspektroskope

Handspektroskope zur Beobachtung von Absorptions- und Emissionsspektren, z.B. zum Nachweis des Fraunhofer'schen Linienspektrums im Sonnenlicht, zur Beobachtung der Absorptionsspektren von Flüssigkeiten, der Emissionsspektren von Gasentladungsröhren oder für chemische Analysen bei Flammentests.

### Spektroskop in Karton

Handspektroskop in flachem Karton mit eingebauter Wellenlängenskala zur direkten Grobbestimmung der Wellenlänge von Spektrallinien.

Abmessungen: ca. 180x115x25 mm<sup>3</sup>

**P-1003183** .....



**P-1003183**

### Spektroskop in Metallgehäuse

Handspektroskop in flachem Metallgehäuse mit eingebauter Wellenlängenskala zur direkten Grobbestimmung der Wellenlänge von Spektrallinien. Mit aufsetzbarem Halter zur Aufnahme einer Probe in einem Plastikfläschchen.

Abmessungen: ca. 180x115x25 mm<sup>3</sup>

**P-1003184** .....



**P-1003078**

### Taschenspektroskop

Hochwertiges optisches System mit zentriertem und bezüglich der Wellenlänge linearem, sichtbarem Spektrum. In Metallhülle. Mit festem Spalt und Prismensystem mit Gitter.

Spaltbreite: 0,2 mm

Strichzahl des Gitters: 600 Linien/mm

Abmessungen: ca. 115 mm x 25 mm Ø

Masse: ca. 62 g

**P-1003078** .....



**P-1003184**

### Handspektroskop mit Amicrprisma

Präzises optisches System mit zentriertem und bezüglich der Wellenlänge linearem, sichtbarem Spektrum. In Metallhülle. Mit einstellbarem Spalt und hochwertigem Amicrprisma. Lieferung in Klappetui zur schonenden und staubfreien Aufbewahrung.

Winkeldispersion: 7° (C-F)

Lineare Dispersion: 60 mm

Spaltbreite: 0 – 1 mm

Klappetui: ca. 150x70x30 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 150 g

**P-1003531** .....



**P-1003531**

### Spektrometer-Goniometer

Präzisionsspektrometer mit drehbarem Prisma und schwenkbarem Objektivrohr zur Beobachtung und Messung von Emissions- und Absorptionsspektren. Auch zur genauen Bestimmung der optischen Daten von Prismen einsetzbar. Einschließlich Prisma mit Halter und Halter für Transmissionsgitter.

- Objektivrohr: Symmetrischer Präzisionsspalt aus gehärtetem Stahl, Spaltbreite, Spalthöhe und Abstand einstellbar,  $f = 160 \text{ mm}$ ,  $18 \text{ mm } \varnothing$
- Okularrohr: Stufenlos einstellbar und schwenkbar, Okular mit Fadenkreuz,  $f = 160 \text{ mm}$ ,  $18 \text{ mm } \varnothing$
- Prisma: Flintglas ( $60^\circ$ )
- Dispersion ( $n_F - n_C$ ): 0,017
- Basislänge: 33 mm
- Höhe: 22 mm
- Winkelskala:  $0^\circ$  bis  $360^\circ$
- Skalenteilung:  $0,5^\circ$
- Ablesegenauigkeit:  $1'$  (Nonius mit Lupe)
- Höhe: ca. 250 mm
- Masse: ca. 8 kg

**P-1002912** .....



P-1002912

Spektrometer



P-1002911

### Spektroskop nach Kirchhoff-Bunsen

Tischspektroskop zur Beobachtung und Messung von Emissions- und Absorptionsspektren. Mit einstellbarem Spalt, Kondensator, Flintglasprisma sowie Beobachtungsfernrohr mit verschiebbarem Okular. Skalenrohr mit Referenzteilung, die durch Reflexion an der vorderen Prismenfläche in die Bildebene des Spektrums eingeblendet wird. Einschließlich abnehmbarer Prismenkappe. Ideal für Schulen und Universitäten.

- Beobachtungsrohr: Beweglich, mit Arretierschraube verschiebbares Okular
- Objektiv:  $f = 160 \text{ mm}$ ,  $18 \text{ mm } \varnothing$
- Spaltrohr: Feststehend, mit symmetrischem Spalt
- Objektiv:  $f = 160 \text{ mm}$ ,  $18 \text{ mm } \varnothing$
- Skalenrohr: Feststehend, 200-teilige Skala
- Okular:  $f = 90 \text{ mm}$ ,  $18 \text{ mm } \varnothing$
- Skala: In Wellenlängen kalibrierbar
- Prisma: Flintglas ( $60^\circ$ ), Dispersion ( $n_F - n_C$ ): 0,017, Basislänge: 20 mm, Höhe: 30 mm
- Masse: ca. 4,8 kg

**P-1002911** .....

### Spektrometer-Goniometer S

Spektrometer mit drehbarem Prisma bzw. Gitter und schwenkbarem Objektivrohr zur Beobachtung und Messung von Emissions- und Absorptionsspektren. Auch zur genauen Bestimmung der optischen Daten von Prismen und Gittern einsetzbar. Einschließlich Prisma mit Halter und Transmissionsgitter mit Halter.

- Objektivrohr: Spaltbreite und Abstand einstellbar,  $f = 175 \text{ mm}$ ,  $32 \text{ mm } \varnothing$
- Okularrohr: Stufenlos einstellbar und schwenkbar, Okular mit Fadenkreuz,  $f = 175 \text{ mm}$ ,  $32 \text{ mm } \varnothing$
- Prisma: Flintglas ( $60^\circ$ )
- Dispersion ( $n_F - n_C$ ): 0,017
- Basislänge: 40 mm
- Höhe: 40 mm
- Transmissionsgitter: 300 Linien/mm
- Winkelskala:  $0^\circ$  bis  $360^\circ$
- Skalenteilung:  $0,5^\circ$
- Ablesegenauigkeit:  $0,5'$  (Nonius)
- Höhe: 250 mm
- Masse: ca. 12 kg

**P-1008673** .....



P-1008673

Licht und Optik

## Vorteile

- **Plug & Play:** Keine Softwareinstallation oder Treiber erforderlich
- **Schließen Sie Ihr Spektrometer an und erhalten Sie Ihr Spektrum sofort**
- **Messung und Auswertung in Echtzeit**
- **Einfach und praktische Software mit integrierten Assistenten und leistungsstarken Auswertefunktionen.**
- **Interner Speicher für Messdaten**
- **Spektren hoher Qualität und Signalstabilität**
- **Sehr stabiles Metallgehäuse mit fest eingebautem Eintrittsspalt**
- **Interner Strahlengang und Funktionsprinzip können bei aufgeklapptem Gehäusedeckel eingesehen werden**

### Digitale Spektrometer

Digitale Spektrometer zur quantitativen Untersuchung von Emissions- und Absorptionsspektren, zur Aufzeichnung von Transmissionskurven sowie für Messungen zur Kalorimetrie und zur Kinetik. Das durch ein Glasfaserkabel einfallende Licht wird in einem Czerny-Turner-Monochromator spektral zerlegt und von dort auf einen CCD-Detektor projiziert. Der Eintrittsspalt ist fest in das Gehäuse integriert. Eine benutzerfreundliche Mess- und Auswertesoftware ermöglicht die simultane Aufzeichnung und Analyse im gesamten Spektrum in Echtzeit. Die integrierte Software für Windows 2000/ XP/ Vista/ 7 / 8 32 und 64 bit startet sofort nach Anschluss des Spektrometers über USB-Kabel an den Computer. Einschließlich Steckernetzgerät zur Spannungsversorgung und Halter für Glasfaserkabel.

CCD-Detektor:	3600 Pixel
Auflösung:	16 bit
Integrationszeit:	0,1 ms bis 60 s
Eintrittsspalt:	40 $\mu\text{m}$ Metall
Interface:	USB 2.0
Anschlüsse:	SMA 905
Glasfaserkabel:	2 m
Netzanschlussspannung:	100 – 240 V
Abmessungen:	133x120x60 mm <sup>3</sup>
Masse:	950 g

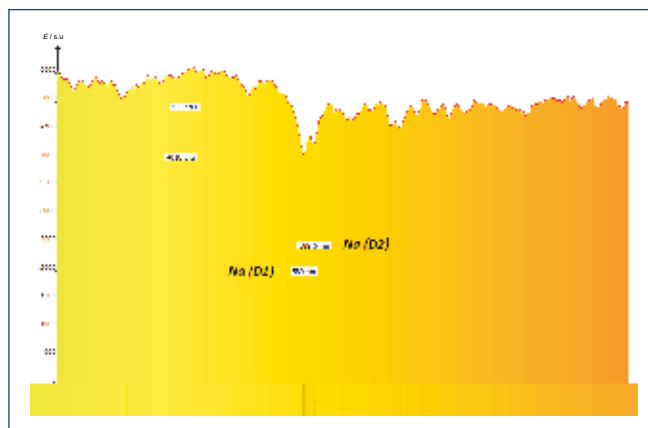
### Digitales Spektrometer HD

Gitter:	1200 Linien / mm
Spektralbereich:	400 – 700 nm
Spektrale Auflösung:	0,5 nm (Auflösung des Natriumdubletts)
Genauigkeit:	1 Pixel pro 0,08 nm

**P-1018104**

## Themen:

- **Linienpektren, kontinuierliche Spektren**
- **Schwarzer Strahler, Wien'sches Gesetz**
- **Emissionsspektrum von Natrium**
- **Flammenspektren**
- **Transmissionsspektren von Festkörpern und Flüssigkeiten**
- **Kinetik**
- **Beer-Lambert-Gesetz**



Natrium-Absorptionslinien im Spektrum der Sonne (Auflösung des Natriumdubletts), beobachtet mit dem Digitalen Spektrometer HD.

### Digitales Spektrometer LD

Gitter:	600 Linien / mm
Spektralbereich:	350 – 900 nm
Spektrale Auflösung:	1 nm (Auflösung des Quecksilberdubletts)
Genauigkeit:	1 Pixel pro 0,15 nm

**P-1018103**

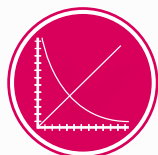
### Digitales Spektrometer LD mit Absorptionskammer (S. 181)

**P-1019196**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1018106 Satz 100 Küvetten, 4 ml**

Aufzeichnung  
von Linienspektren



**UE5020100**  
**UE5020150**  
PDF online



### Digitales Spektrometer LD mit Absorptionskammer

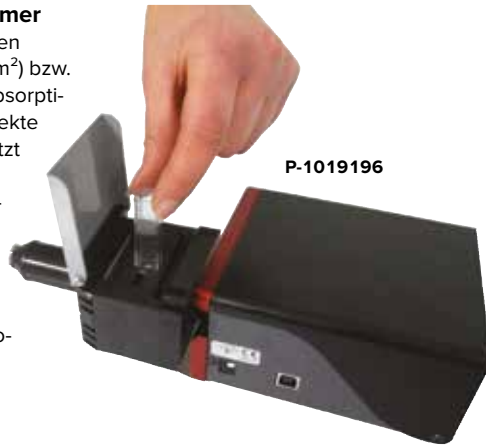
Multifunktionales Modul zur Aufnahme von 4-ml-Küvetten (10x10x40 mm<sup>3</sup>) oder Objekten im Diaformat (50x50 mm<sup>2</sup>) bzw. im Münzenformat (40 mm Ø) für Transmissions- bzw. Absorptionsmessungen. Es können gleichzeitig bis zu zwei Objekte im Diaformat und ein Objekt im Münzenformat eingesetzt und verglichen werden. Mit integrierter Lichtquelle für Spektralbereich 350 – 1000 nm. Im chemisch beständigen Metallgehäuse. Anschluss an das Digitale Spektrometer LD unmittelbar oder per Glasfaserkabel.

Lichtquelle: 350 – 1000 nm  
 Versorgung: 12 V (mittels Adapterkabel aus dem Steckernetzgerät des Digitalen Spektrometers)  
 Abmessungen: 65x100x55 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 250 g

**P-1019196** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

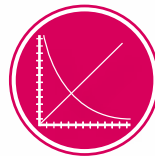
**P-1018106 Satz 100 Küvetten, 4 ml**



### Satz 100 Küvetten, 4 ml

(ohne Abb.)  
 Satz 100 Einwegküvetten zur Verwendung in der Absorptionskammer des Digitalen Spektrometers LD (P-1019196).  
 Abmessungen: 10x10x40 mm<sup>3</sup>

**P-1018106** .....



**UE4020400**  
 PDF online

Aufzeichnung der Transmissionspektren von Farbfiltern



### Spektrofotometer S

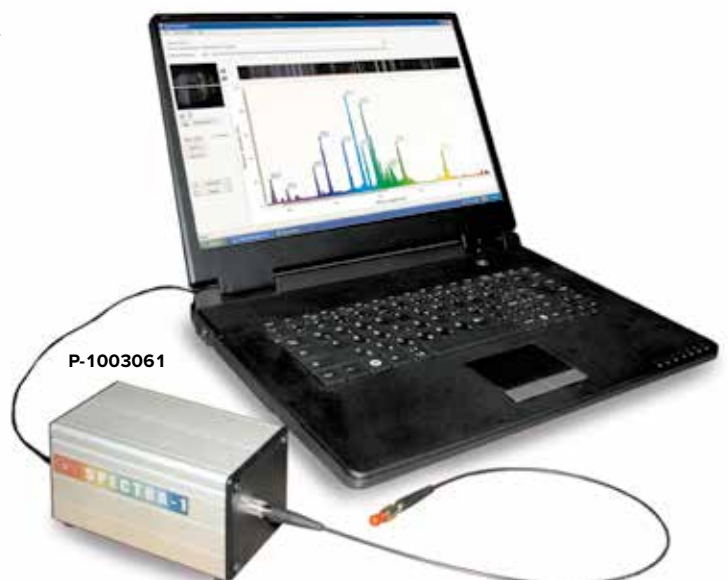
Robustes Spektrometer für Untersuchungen des Nahinfrarot- und Infrarotbereichs des Spektrums von 360 bis 800 nm. Dank der abnehmbaren Verkleidungen können die Schüler den Spektrumanalyseprozess unmittelbar verfolgen. Die Einrichtung ist denkbar einfach und schnell. Das optische Signal tritt durch ein biegsames Glasfaserkabel in das Gerät ein. Der Anschluss an einen PC erfolgt über die USB-2.0-Schnittstelle. Das speziell ausgewählte Transmissionsgitter und der Präzisionsspalt gewährleisten eine hohe Auflösung und sehr gute Ergebnisse. Die Software zur Datenerfassung lässt sich intuitiv bedienen und liefert eine grafische Ausgabe in Echtzeit. Zur leichteren Auslegung des Spektrums ist jedes Wellenband in der entsprechenden Farbe unterlegt. Das Spektrum kann entweder als Kurve oder, zur Durchführung weiterführender Berechnungen, in Textform angezeigt werden. Mit Hilfe mehrerer Symbolleisten lassen sich die Parameter des Spektrometers genau auf die Anforderungen der Versuchsanordnung abstimmen. Das Spektrometer wird einsatzfertig, geprüft und kalibriert ausgeliefert.

Spektralbereich: 360 – 800 nm  
 Auflösung: < 2,0 nm  
 Pixelauflösung: < 0,5 nm  
 Betriebssystem: Windows XP, Vista, WIN7  
 Schnittstelle: USB 2.0  
 Abmessungen: 60x60x120 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 600 g

### Lieferumfang:

Spektrofotometer mit USB-Kabel, Glasfaserkabel und CD mit Experimentiersoftware und Bedienungsanleitung. Notebook gehört nicht zum Lieferumfang.

**P-1003061** .....



**Themen:**

- Mach-Zehnder-Interferometer
- Änderung der Polarisation am Strahlteiler und am Oberflächenspiegel
- Analogieexperiment zum Quantenradierer
- Bestimmung der Brechzahl von Luft\*
- Bestimmung der Brechzahl von Glas\*
- Twyman-Green-Test für optische Bauteile (qualitativ)\*

\* Ergänzungssatz zum Interferometer (P-1002652) erforderlich



P-1014617



**UE4030520**  
PDF online

**Mach-Zehnder-Interferometer**

Kompletter Gerätesatz mit zwei Strahlteilern, zwei Oberflächenspiegeln, zwei Beobachtungsschirmen und vier Polarisationsfiltern. Die hochwertigen optischen Komponenten auf schwerer, biegesteifer Grundplatte gewährleisten präzise und reproduzierbare Messungen. Hinter dem ersten Strahlteiler gelangen die beiden Teilstrahlen auf getrennten Wegen zum zweiten Strahlteiler, wo sie wieder überlagert werden. Daher können die Teilstrahlen durch Einbringen von Polarisationsfiltern unterschiedlich polarisiert werden. Die großen optischen Bauteile ermöglichen die Abbildung klarer und scharfer Interferenzbilder, die auch bei Tageslicht betrachtet werden können, da die beiden reflektierenden Beobachtungsschirme in der Neigung verstellbar sind. Durch vorgegebene Komponenten-Positionen ist ein schneller Umbau zur Durchführung der verschiedenen Experimente möglich und dadurch eine extrem kurze Versuchsvorbereitungszeit gewährleistet. Inklusive stabiler Kunststoffbox zur Aufbewahrung des montierten und justierten Interferometers sowie Trägerplatte für Laser.

**Strahlteiler:**

Durchmesser: 40 mm  
Ebenheit:  $\lambda/10$  (Vorderseite),  $\lambda/4$  (Rückseite)

**Oberflächenspiegel:**

Abmessungen: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Ebenheit:  $<\lambda/2$

**Polarisationsfilter:**

Durchmesser: 30 mm  
Verstellbereich:  $\pm 105^\circ$   
Material: Glas (2x), Folie (2x)  
Winkelteilung:  $3^\circ, 15^\circ$

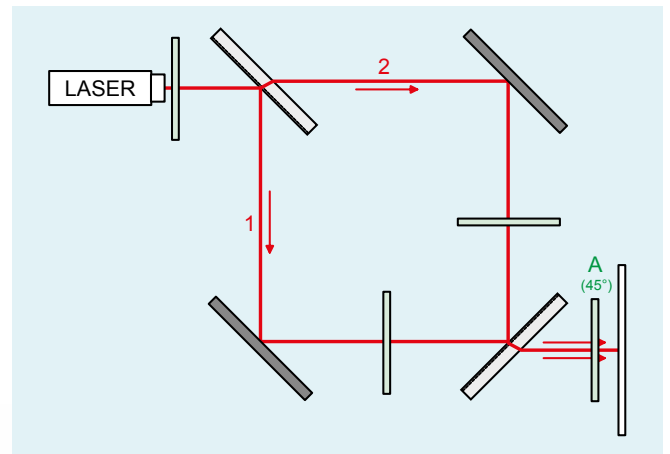
**Grundplatte:**

Masse: 5,5 kg  
Abmessungen: 245x330x25 mm<sup>3</sup>

**P-1014617**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003165 He-Ne-Laser**



Strahlengang im Mach-Zehnder-Interferometer (mit Polarisator A zur Auslöschung der Weg-Information)



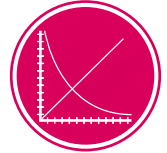
P-1017284

**Optikleuchte mit Lochblende**

Hochwertige Weißlichtquelle mit rastend drehbarer Lochblende und passendem Fuß zum Einsatz mit dem Mach-Zehnder-Interferometer oder dem Michelson-Interferometer.

Lichtquelle: LED, 2x2 mm<sup>2</sup> Leuchtfläche  
Leuchtstärke: 289 Lumen  
Lochblenden: 0,5 / 0,7 / 1,0 / 1,4 / 2,0 / 2,8 / 4,0 / 5,7 / 8,0 / 16 mm

**P-1017284**



UE4030410  
PDF online

## Themen:

- Michelson-Interferometer
- Fabry-Perot-Interferometer
- Bestimmung der Brechzahl von Glas\*
- Bestimmung der Brechzahl von Luft\*
- Twyman-Green-Test für optische Bauteile (qualitativ)\*

\* Ergänzungsgerätesatz zum Interferometer erforderlich



P-1002651



Interferometer

### Interferometer

Kompletter Gerätesatz mit hochwertigen optischen Komponenten auf schwerer, biegesteifer Grundplatte für präzise und reproduzierbare Messungen. Die großen optischen Bauteile ermöglichen die Abbildung klarer und scharfer Interferenzbilder bei Tageslicht. Der reflektierende Beobachtungsschirm ist in der Neigung verstellbar. Durch vorgegebene Komponenten-Positionen ist ein schneller Umbau zur Durchführung der verschiedenen Experimente möglich und dadurch eine extrem kurze Versuchsvorbereitungszeit gewährleistet. Inklusive stabiler Kunststoffbox zur Aufbewahrung des montierten und justierten Interferometers sowie Trägerplatte für Laser.

#### Strahlenteiler:

Durchmesser: 40 mm  
Ebenheit:  $\lambda/10$  (Vorderseite),  $\lambda/4$  (Rückseite)

#### Oberflächenspiegel:

Abmessungen: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Ebenheit:  $<\lambda/2$

### Ergänzungsgerätesatz zum Interferometer

Ergänzungsgerätesatz zum Interferometer (P-1002651) bestehend aus Vakuumzelle zur Bestimmung der Brechzahl von Luft und Glasplatte auf drehbarem Halter zur Bestimmung der Brechzahl von Glas und zur qualitativen Untersuchung der Oberflächengüte optischer Bauteile (Twyman-Green-Interferometer).

#### P-1002652

Zusätzlich erforderlich:

P-1012856 Vakuumhandpumpe

P-1002622 Silikonschlauch



P-1002652



#### Spiegelverstellung:

Untersetzung: ca. 1:1000 (individuelle Kalibrierung auf Exzenter-Sockel angegeben)

#### Grundplatte:

Masse: 5,5 kg  
Abmessungen: 245x330x25 mm<sup>3</sup>

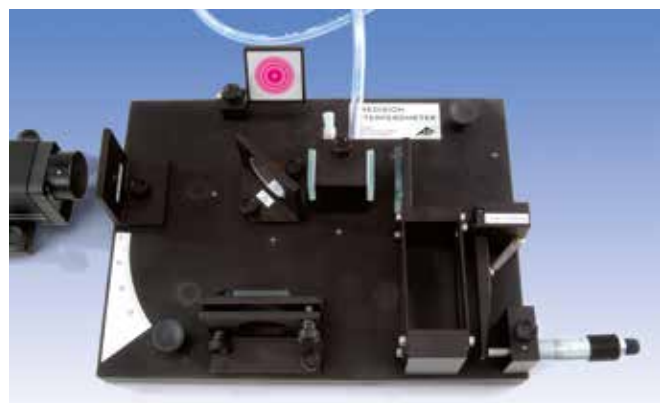
#### P-1002651

Zusätzlich erforderlich:

P-1003165 He-Ne-Laser



Glasplatte im Strahlengang



Evakuierbare Kammer im Strahlengang

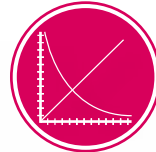
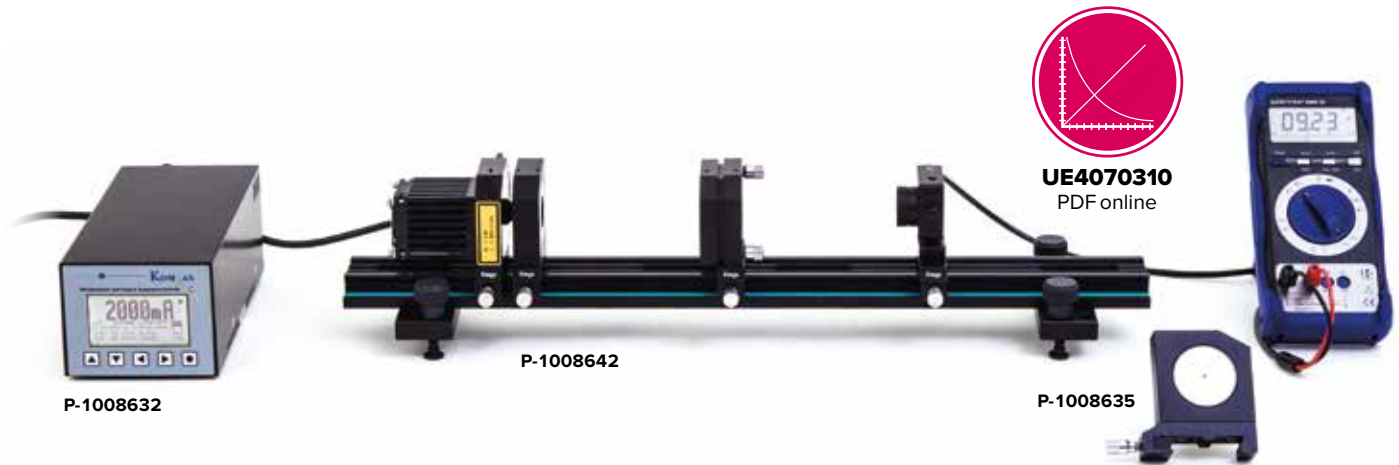
Licht und Optik



## Vorteile

- Präzise, sichere und kostengünstige Lösung zum Betrieb von continuous wave (cw) und gepulsten Diodenlasern
- Präziser stromgeregelter continuous wave und gepulster Lasertreiber
- Zwei TEC-Treiber (Thermo Electric Cooler) mit PID-Regler
- Digitale und analoge Modulationseingänge

- Mehrfache Sicherheitsschaltungen
- Gespeicherte Konfiguration (EEPROM)
- Sehr geringe Verlustleistung durch aktive Vorspannungsregelung im cw-Betrieb
- Digitale Ansteuerung über isoliertes RS232 serielles Interface



UE4070310  
PDF online

### Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller

Versorgungsgerät für eine stromstabilisierte Ansteuerung der Laserdiode und Regeleinheit für die optische Strahlleistung der Laserdiode im cw-Mode durch den integrierten Photodiodeneingang. Im Pulsbetrieb kann die Laserdiode über den frei konfigurierbar eingebauten Oszillator oder extern über den Modulationseingang betrieben werden. Die Temperaturregler sind als PID-Regler aufgebaut und standardmäßig für NTC- und Pt100-Sensoren konfiguriert. Der Einsatz von Silizium-Temperatursensoren oder anderen ist durch Änderung der Softwarekonfiguration ebenso möglich.

#### P-1008632

##### Laser:

Laserstrombereich:	0 – 2500 mA
Laserstrom-Auflösung:	1 mA
Laserstrom-Genauigkeit:	<1 mA
Laserstrom-Rauschen:	<60 $\mu$ s
Anstiegszeit:	<10 $\mu$ s
Abfallzeit:	<5 $\mu$ s
Spannungsbereich:	1,2 – 5 V
Strom-Limit:	einstellbar 0 – 2500 mA
Externer digitaler Modulationseingang:	TTL

##### TEC-Treiber:

Peltier-Strom:	max. -4 – +4 A
Peltier-Strom (2. Treiber):	max. -2 – +2 A
Peltier-Spannung:	max. 8 V
Peltier-Strom-Limit:	einstellbar 0 – 4 A
Peltier-Strom-Limit (2. Treiber):	einstellbar 0 – 2 A
Peltier-Strom-Auflösung:	1 mA
Temperatur-Regelgenauigkeit:	<10 mK

### Allgemeine Informationen:

Übertemperaturschutz:	für Treiber und Laser
Netzspannung:	100 bis 240 V AC
Abmessungen:	88×110×240 mm <sup>3</sup>

### Optische Bank KL

Profilschiene mit Nivellierplattform, 600 mm.

#### P-1008642

### Nd:YAG-Modul

Modul mit Nd:YAG-Kristall als aktives Lasermedium und dielektrisch beschichteter Oberfläche zur Reflexion der Laserwellenlänge (1064 nm) bei gleichzeitiger Transmission der Pumpwellenlänge (808 nm). Auf Reiter für Optische Bank KL.

#### P-1008635



P-1002866

### Laserschutzbrille für Nd:YAG

Korbbrille aus Polyamid für mittlere Schutzstufen, reduziertes Gewicht durch integrale Bauweise, vergrößertes Gesichtsfeld durch große Filterscheiben. In Aufbewahrungsbeutel.

Filterfarbe:	Hellblau
Lichttransmissionsgrad:	$T_{D65} = 62\%$
Kennzeichnung nach DIN EN 207/208:	750 – 1100 D L5 + IR L7 > 1100 – 1200 DIR L5

#### P-1002866

### Infrarotdetektorkarte (ohne Abb.)

Wandlerkarte zur Umwandlung von infrarotem Licht in sichtbares Licht. Wird als Sensor direkt in den Laserstrahl gehalten.

Abmessungen:	90x60 mm <sup>2</sup>
--------------	-----------------------

#### P-1017879

### Sicherheitshinweise:

Das vorgestellte System ist eine Lasereinrichtung der Klasse 4. Die emittierte Laserstrahlung ist nicht sichtbar und dennoch sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Sie kann Brand oder Explosion verursachen.

- Sicherheitsvorschriften für Lasereinrichtungen der Klasse 4 beachten.
- Grundsätzlich Laserschutzbrille tragen.
- Auch mit Laserschutzbrille den Laserstrahl nicht direkt beobachten.

**Diodenlaser 1000 mW**

Diodenlaser 1000 mW zum optischen Pumpen des Nd:YAG-Lasers. Mit integriertem Peltierkühler und Thermistor, Kollimier- und Fokussierlinse. Auf Reiter für Optische Bank KL.  
Emissionswellenlänge: 808 nm

**P-1009497** .....

**Justierlaser**

Justierlaserdioden, auf Reiter für Optische Bank KL..  
Wellenlänge: 633 nm  
Leistung: 1 mW

**P-1008634** .....

**Frequenzverdopplungsmodul**

Modul mit KTP-Kristall als nicht-linear optisches Element zur Frequenzverdopplung, integriertem Peltierkühler und Thermistor. In drehbarer Fassung auf Reiter für Optische Bank KL.

**P-1008636** .....

**Cr:YAG-Modul**

Modul mit Cr:YAG-Kristall zur passiven Güteschaltung. Auf Reiter für Optische Bank KL.

**P-1008637** .....

**Laserspiegel**

Sphärisch gekrümmter Laserspiegel für Laserwellenlänge 1064 nm. Mit Justierhalter, auf Reiter für Optische Bank KL.  
Krümmungsradius: -200 mm  
Reflexionskoeffizient: 97%

**P-1008638** .....

**Laserspiegel HT 532 nm (ohne Abb.)**

Sphärisch gekrümmter Laserspiegel zur Auskopplung der frequenzverdoppelten Laserstrahlung der Wellenlänge 532 nm. Mit Justierhalter, auf Reiter für Optische Bank KL.  
Krümmungsradius: -200 mm

**P-1008639** .....

**PIN-Fotodiode DET 36 A/M**

PIN-Fotodiode in Gehäuse mit Gewinde zur Aufnahme von Filtern. Auf Reiter für Optische Bank KL.  
Anstiegszeit/ Abfallzeit: <14 ns  
Wellenlängenbereich: 350 – 1100 nm  
Detektorfläche: 13 mm<sup>2</sup>  
Batterie: E23, 12 V

**P-1008640** .....

**PIN-Fotodiode DET 10 A/M (ohne Abb.)**

PIN-Fotodiode in Gehäuse mit Gewinde zur Aufnahme von Filtern. Auf Reiter für Optische Bank KL.  
Anstiegszeit/ Abfallzeit: <1 ns  
Wellenlängenbereich: 200 – 1100 nm  
Detektorfläche: 0,8 mm<sup>2</sup>  
Batterie: E23, 12 V

**P-1008641** .....

**Kollimatorlinse f = +75 mm**

Kollimatorlinse f = +75 mm, beidseitig antireflexbeschichtet. Auf Reiter für Optische Bank KL.

**P-1008646** .....

**Filter RG850 (ohne Abb.)**

Filter RG850 zur Unterdrückung der Pumpstrahlung. In Halter mit Schraubgewinde.

**P-1008648** .....

**Filter BG40 (ohne Abb.)**

Filter BG40 zur Unterdrückung der Grundwellenlänge. In Halter mit Schraubgewinde.

**P-1017874** .....

**Transportkoffer KL (ohne Abb.)**

Gepolsterter Transportkoffer für alle Komponenten zum Festkörperlaser.

**P-1008651** .....



P-1009497



P-1008634



P-1008636



P-1008637



P-1008638



P-1008639



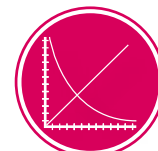
P-1008640

### Experiment „Abstimmung des Diodenlasers zum stabilen optischen Pumpen“

- Messung der Ausgangsleistung des Diodenlasers in Abhängigkeit vom angelegten Strom.
- Bestimmung der Abhängigkeit der Wellenlänge von der Temperatur.
- Bestimmung der Abhängigkeit der Wellenlänge vom Injektionsstrom.
- Ermittlung einer Injektionsstrom-Temperatur-Kurve bei konstanter Wellenlänge (maximaler Absorption).

### Experiment „Einrichtung und Optimierung eines Nd:YAG-Lasers“

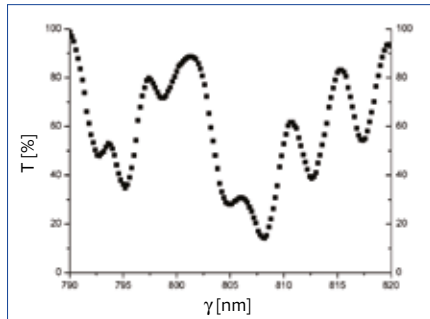
- Abstimmung des Diodenlasers zum stabilen optischen Pumpen des Nd:YAG-Lasers.
- Bestimmung der Lebensdauer des oberen Laserniveaus  ${}^4F_{3/2}$  im Nd:YAG-Kristall
- Justierung des Resonators und Beobachtung der Resonatormoden,
- Messung der Ausgangsleistung des Nd:YAG-Lasers in Abhängigkeit von der Pumpleistung und Bestimmung der Laserschwelle.
- Beobachtung des Spiking im Pulsbetrieb der Laserdiode.



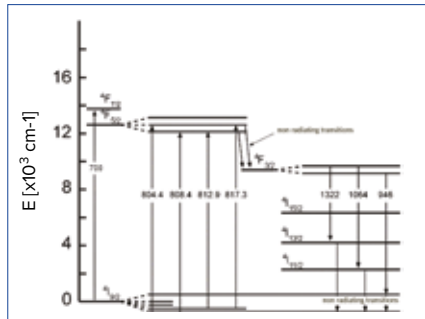
**UE4070310**  
PDF online

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller	P-1008632
1 Diodenlaser 1000 mW	P-1009497
1 Nd:YAG-Modul	P-1008635
1 Justierlaser	P-1008634
1 PIN-Fotodiode DET 36 A/M	P-1008640
2 Kollimatorlinse $f = +75$ mm	P-1008646
1 Filter RG850	P-1008648
1 Optische Bank KL	P-1008642
1 Transportkoffer KL	P-1008651
1 Laserschutzbrille für Nd:YAG	P-1002866
1 IR-Detektorkarte	P-1017879

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller	P-1008632
1 Diodenlaser 1000 mW	P-1009497
1 Nd:YAG-Modul	P-1008635
1 Justierlaser	P-1008634
1 Laserspiegel	P-1008638
1 PIN-Fotodiode DET 36 A/M	P-1008640
1 Filter RG850	P-1008648
1 Optische Bank KL	P-1008642
1 Transportkoffer KL	P-1008651
1 Laserschutzbrille für Nd:YAG	P-1002866
1 IR-Detektorkarte	P-1017879
1 Digital-Multimeter P3340	P-1002785
1 Digital-Oszilloskop 4 x 60 MHz	P-1008676
1 HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	P-1002748
1 HF-Kabel	P-1002746



Transmissionsspektrum eines Nd:YAG-Kristalls als Funktion der Wellenlänge, aufgenommen mit einem Spektrometer



### Experiment „Güteschaltung des Nd:YAG-Lasers mit einem Cr:YAG-Modul“

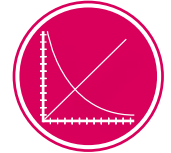
- Einrichtung und Optimierung der Güteschaltung.
- Aufzeichnung der Pulse und Bestimmung der Pulsdauer.



**UE4070320**  
PDF online

### Experiment „Frequenzverdopplung in einem Nd:YAG-Laser“

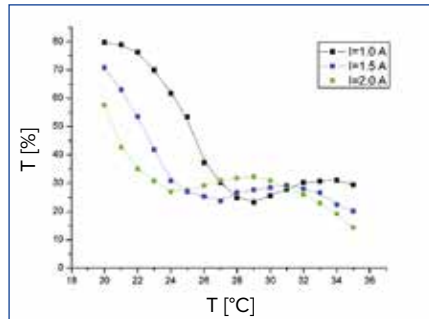
- Resonatorinterne Frequenzverdopplung mit einem KTP-Kristall
- Messung der Ausgangsleistung der frequenzverdoppelten Strahlung in Abhängigkeit von der Leistung der Fundamentalwelle.
- Untersuchung der Abhängigkeit von der Kristall-Orientierung und -Temperatur.



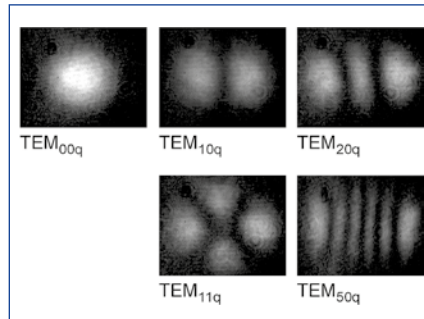
**UE4070330**  
PDF online

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller	P-1008632
1 Diodenlaser 1000 mW	P-1009497
1 Nd:YAG-Modul	P-1008635
1 Justierlaser	P-1008634
1 Cr:YAG-Modul	P-1008637
1 Laserspiegel	P-1008638
1 PIN-Fotodiode DET 10 A/M	P-1008641
1 Filter RG850	P-1008648
1 Optische Bank KL	P-1008642
1 Transportkoffer KL	P-1008651
1 Laserschutzbrille für Nd:YAG	P-1002866
1 IR-Detektorkarte	P-1017879
1 Digital-Multimeter P3340	P-1002785
1 Digital-Oszilloskop 4 x 60 MHz	P-1008676
1 HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	P-1002748
1 HF-Kabel	P-1002746

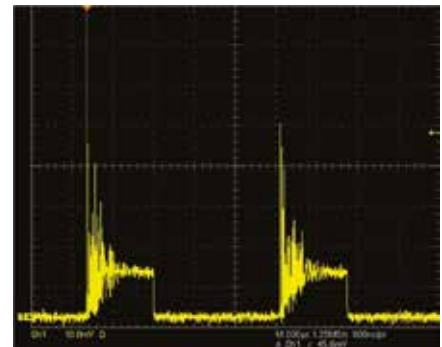
Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller	P-1008632
1 Diodenlaser 1000 mW	P-1009497
1 Nd:YAG-Modul	P-1008635
1 Justierlaser	P-1008634
1 Frequenzverdopplungsmodul	P-1008636
1 Laserspiegel HT 532 nm	P-1008639
1 PIN-Fotodiode DET 36 A/M	P-1008640
1 Filter BG40	P-1017874
1 Filter RG850	P-1008648
1 Optische Bank KL	P-1008642
1 Transportkoffer KL	P-1008651
1 Laserschutzbrille für Nd:YAG	P-1002866
1 IR-Detektorkarte	P-1017879
1 Digital-Multimeter P3340	P-1002785
1 HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	P-1002748



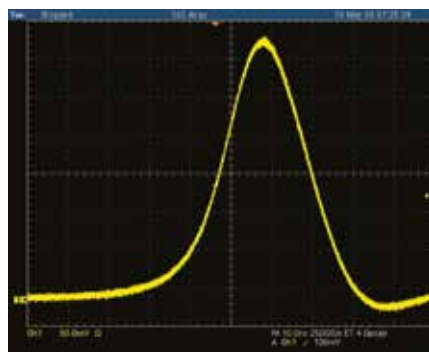
Vergleich der Kurvenverläufe der Transmission durch den Nd:YAG-Kristall und der Ausgangsleistung des Nd:YAG-Lasers in Abhängigkeit der Diodentemperatur



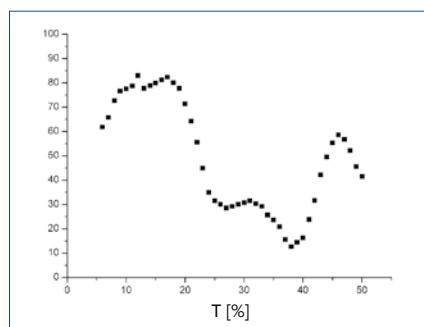
Transversale Moden



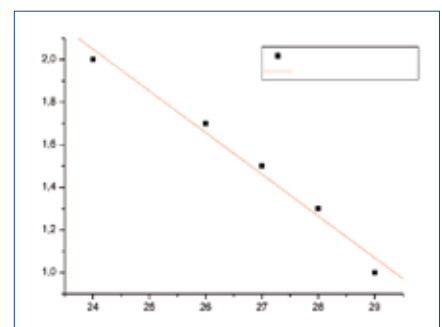
Oszilloskopaufnahme: Spiking eines Nd:YAG-Lasers



Oszilloskopaufnahme: Pulsverlauf eines passiv güteschalteten Nd:YAG-Lasers. Die Pulsdauer beträgt 25 ns



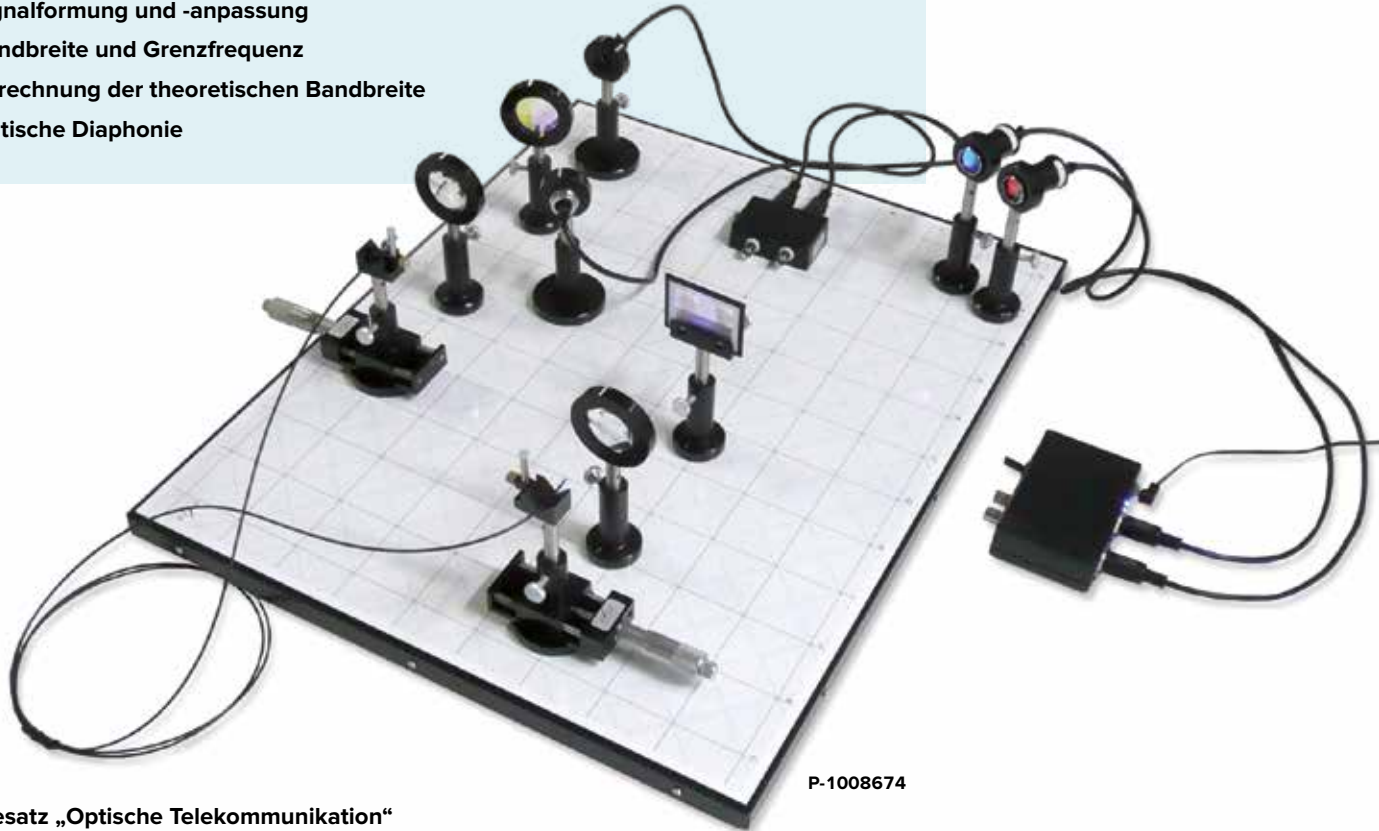
Transmission des Diodenlichtes durch den Nd:YAG-Kristall als Funktion der Temperatur bei einem Injektions-Strom von 1,5 A



Strom-Temperatur-Diagramm bei konstanter Wellenlänge

**Themen:**

- Glasfaser und optische Telekommunikation
- Öffnungswinkel und Optimierung der Einkopplung in ein Glasfaserkabel
- Absorption, Einfluss der Übertragungslänge
- Ein- und Auskopplungsverluste
- Beugung an einem optischen Gitter und optisches Multiplexing.
- Dichroitische Filter und optisches Demultiplexing
- Spektrale Zusammensetzung von Lichtquellen
- Spektrale Zerlegung und Wiedervereinigung
- Farb- und Interferenzfilter
- Signalformung und -anpassung
- Bandbreite und Grenzfrequenz
- Berechnung der theoretischen Bandbreite
- Optische Diaphonie



P-1008674

**Gerätesatz „Optische Telekommunikation“**

Vollständiges Experimentiersystem zur quantitativen Untersuchung der Optischen Übertragung eines Signals und des optischen Multiplexings und Demultiplexings. Für den zweidimensionalen optischen Aufbau hoher Präzision steht ein magnethaftender Tisch mit beschreibbarer Oberfläche und vorgezeichnetem Raster zur Verfügung.

Optik-Tisch:

Nutzbare Fläche:	600x480 mm <sup>2</sup>
Rasterlinien:	0°, 45°, 90°, 135°
Raster, Teilstrich:	5 cm, 1 cm
Masse:	ca. 12 kg

**Lieferumfang:**

- 1 Optik-Tisch, 600x480 mm<sup>2</sup>, magnethaftend
- 8 Optik-Reiter mit Magnetfuß
- 2 Verschiebereiter, l = 25 mm, mit Magnetfuß
- 1 LED mit Kollimatorlinse, in Fassung auf Stiel, rot
- 1 LED mit Kollimatorlinse, in Fassung auf Stiel, blau
- 1 Elektronischer Signalsender, einschließlich Netzgerät
- 1 Elektronischer Signalempfänger, einschließlich Netzgerät
- 2 Phototransistoren in Fassung auf Stiel
- 1 Glasfaserkabel mit SMA-Steckern, 1 m
- 1 Beugungsgitter, 600 Linien/mm
- 1 Dichroitischer Filter in Fassung auf Stiel, blau
- 1 Dichroitischer Filter in Fassung auf Stiel, gelb
- 2 Sammellinsen in Fassung auf Stiel, f = 50 mm, 40 mm Ø
- 1 Klemmhalter für Beugungsgitter, auf Stiel
- Komponentenhalter und Federklemmen

**P-1008674**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1008675** Ergänzungssatz „Spektrometrie“
- P-1008677** Zweikanal-Funktionsgenerator 20 MHz
- P-1008676** Digital-Oszilloskop 4x60 MHz
- P-1002746** HF-Kabel (6x)
- P-1002752** T-Stück, BNC (2x)

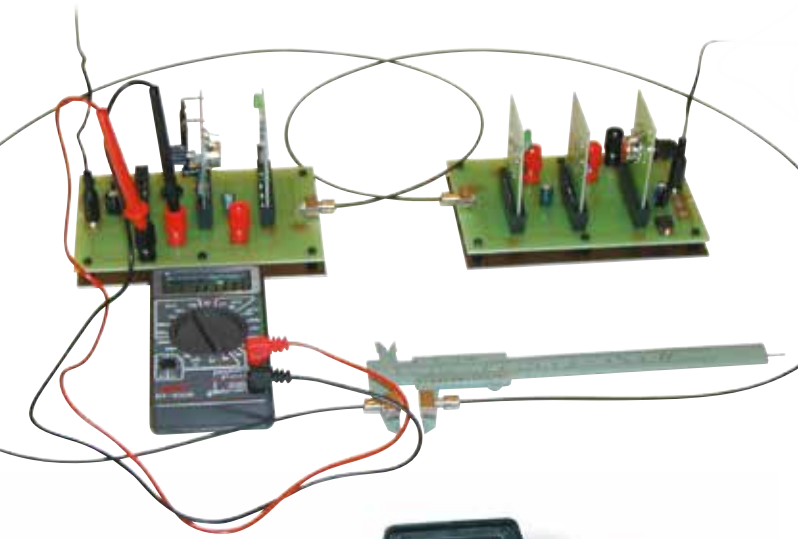
**Ergänzungssatz „Spektrometrie“ (ohne Abb.)**

Ergänzungssatz zum Gerätesatz „Optische Telekommunikation“ zur Spektrometrie der übertragenen Signale und zur Messung von Absorptionsverlusten.

**Lieferumfang:**

- 1 Spektrometer mit SMA-Anschlüssen
- 1 Referenzlichtquelle mit SMA-Anschlüssen
- 5 Glasfaserkabel mit SMA-Steckern, 2 m
- 1 Glasfaserkabel mit SMA-Steckern, 10 m
- 5 SMA/SMA-Verbinder

**P-1008675**



### Themen:

- Tyndall's Lichtleiter-Experiment
- Abschwächung in gebogenen Lichtleitern
- Abschwächung in Flüssigkeiten
- Abschwächung an optischen Übergängen
- Aufbau eines Kraftmessers
- Aufbau einer Lichtschranke
- Aufbau eines Abstandssensors
- Übertragung von Audiosignalen
- Datenübertragung zwischen zwei Computern

Gerätesätze



P-1003054

### Gerätesatz Lichtleiter-Optik

Komplettes modulares Experimentiersystem zur Untersuchung von Lichtleiterphänomenen und deren Anwendungen. Bestehend aus je einer Basisplatine als Sende- und Empfangsmodul, analoger Sende- und Empfängereinheit, digitaler Sende- und Empfängereinheit, Mikrofonverstärker und Niederfrequenzgenerator, Niederfrequenzverstärker mit eingebautem Lautsprecher, USB Schnittstelle für Sender und Empfänger, digitalem Multimeter, ummantelten und nicht ummantelten Lichtleitern verschiedener Länge und allen Ausschlusskabeln. Einschließlich Universalsteckernetzgeräten und Aufbewahrungskoffer.

Steckernetzgeräte: Primär 100 – 240 V AC 50/60 Hz,  
Sekundär 9 V DC

#### P-1003054

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1002727 Analog-Oszilloskop

P-1002748 HF-Kabel, BNC / 4-mm Stecker

### Gerätesatz Laser-Kommunikation

Experimentiersystem zur Übertragung von Audio- und Videosignalen mit einem Laserstrahl. Bestehend aus Energieversorgung für Laserdiode mit einstellbarer Ausgangsleistung sowie Audio- und Videoeingang zur Modulation des Laserstrahls, einer Empfängereinheit mit eingebautem einstellbarem Verstärker sowie Anschlussbuchsen (CINCH) für Lautsprecher und TV-Gerät, einem Mikrofon und einem Lautsprecher. Die Audiosignale werden frequenzmoduliert und die Videosignale amplitudenmoduliert. Zur Übertragung von Videosignalen kann jede PAL- oder NTSC-Videokamera (siehe Seite 292) angeschlossen werden (nicht im Lieferumfang enthalten). Einschließlich Universalsteckernetzgeräten und Aufbewahrungskoffer.

Laserdiode: Laserschutzklasse II

Wellenlänge: 635 nm

Laserleistung: 0,2 – 1mW stufenlos einstellbar

Steckernetzgeräte: Primär 100 – 240 V AC 50/60 Hz,  
Sekundär 12 V DC

#### P-1003055



P-1003055



Licht und Optik

### Lichtgeschwindigkeits-Messgerät

Gerätesatz zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch elektronische Laufzeitmessung. Ein Sender für kurze Leuchtdioden-Lichtimpulse, ein Fotoempfänger und ein geeichter Schwingquarz-Generator für zeitlich exakte Rechteckimpulse sind in einem kompakten Gehäuse untergebracht. Der emittierte Lichtimpuls wird durch einen internen Reflektor und durch einen in großer Entfernung aufgestellten Triple-Prismen-Reflektor zurückgeworfen und dem Ursprungssignal überlagert. Mit einem zweikanaligen Oszilloskop wird der Laufzeitunterschied der beiden Signale gemessen. Aus dem ermittelten Laufzeitunterschied und der Entfernung zum Triple-Prismen-Reflektor kann die Lichtgeschwindigkeit berechnet werden. Die Aufstellung des Triple-Prismen-Reflektors erfordert keinen größeren Justieraufwand, sondern kann problemlos „nach Augenmaß“ erfolgen.

#### Lieferumfang:

- 1 Betriebsgerät mit Sender, Empfänger und eingebauter Netzspannungsversorgung
- 1 Fresnellinse auf Stiel
- 1 Triple-Prismen-Reflektor auf Stiel
- 3 HF-Kabel, 1 m

#### Lichtgeschwindigkeits-Messgerät (230 V, 50/60 Hz)

P-1000882 .....

#### Lichtgeschwindigkeits-Messgerät (115 V, 50/60 Hz)

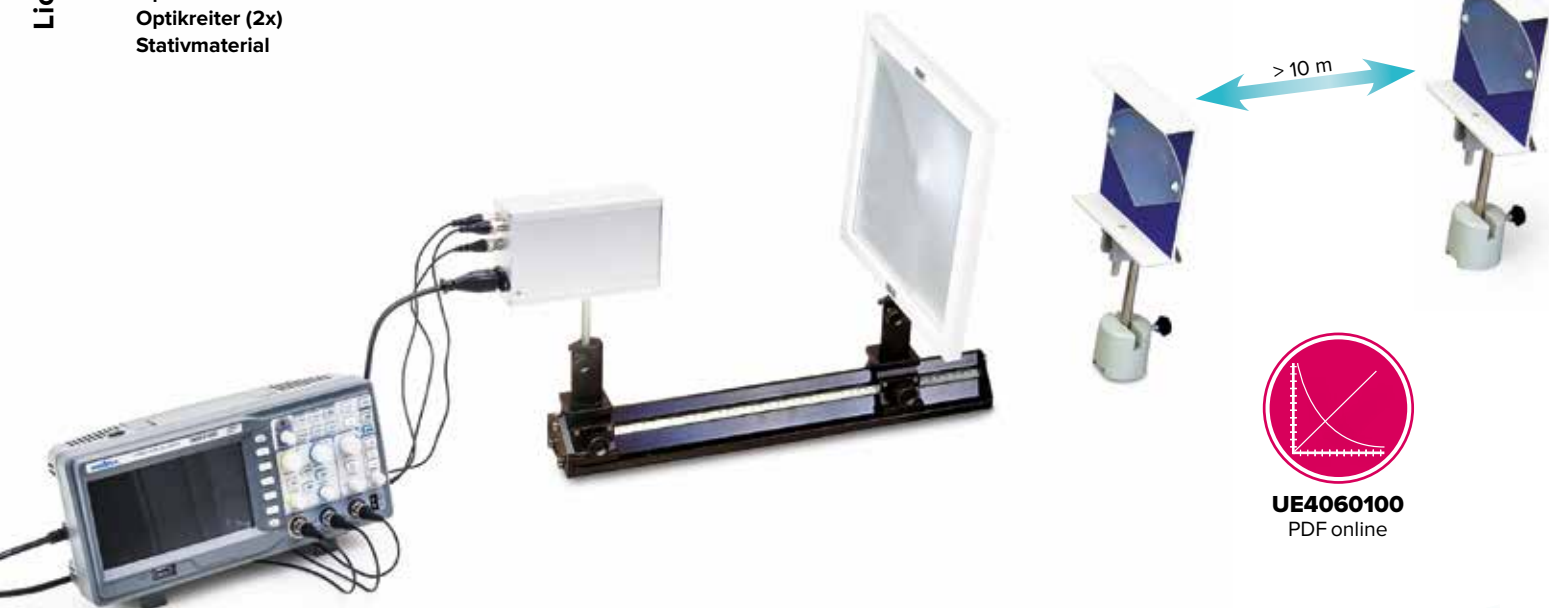
P-1000881 .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1018583 Digital-Oszilloskop, 2 x100 MHz
- Optische Bank
- Optikreiter (2x)
- Stativmaterial



P-1000882  
P-1000881



**UE4060100**  
PDF online

### Flexible Spiegelfolie

Spiegel aus hochwertiger Polyesterfolie mit im Vakuum beschichteter Silbermetallfläche. Die Spiegelfolie ist 0,8 mm dick und reißfest, lässt sich aber mit handelsüblichen Scheren schneiden. Die Folie sollte keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden, da sie Sonnenlicht fokussiert und einen Brand verursachen kann. Lieferung als ca. 4 cm dicke Rolle. Nach Ausrollen plan. Eine schöne Möglichkeit, Konkav- und Konvexspiegel sowie reale und virtuelle Bilder fantasievoll zu erklären. Den Anwendungsmöglichkeiten sind keine Grenzen gesetzt. Befestigung an der Wand mit doppelseitigem Kleband.

#### Flexible Spiegelfolie, 135x210 cm<sup>2</sup>

P-1003338 .....

#### Flexible Spiegelfolie, 60x130 cm<sup>2</sup>

P-1003339 .....



P-1003338/P-1003339

**Themen:**

- Anpassung (Akkommodation) der Augenlinse
- Kurzsichtigkeit
- Weitsichtigkeit
- Alterssichtigkeit
- Korrektur durch Brillen-  
gläser



P-1005047



P-1000259

**Augen-Funktionsmodell**

Funktionsmodell zur Demonstration der Funktionsweise des menschlichen Auges und der umgekehrten Darstellung eines Bildes auf der Netzhaut. Die Krümmung der aus Silikon gefertigten Linse lässt sich zur Veranschaulichung der Akkommodation durch Wasserdruck verändern. Ein Halter dient zur Aufnahme korrigierender Glaslinsen vor der Augenlinse. Lieferung auf Holzsockel, einschließlich Abbildungsobjekt, Glaslinse -0,5 D, Glaslinse +1,0 D und englischer Bedienungsanleitung.

Abmessungen: ca. 320x180 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 1,5 kg

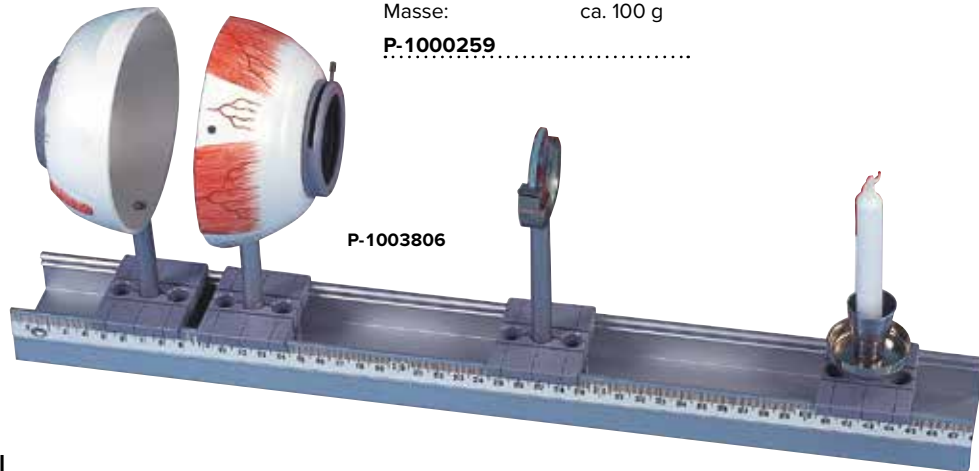
P-1005047

**Augenmodell, 6-teilig**

Modell eines menschlichen Auges in dreifacher Vergrößerung. Zerlegbar in zwei Hälften der weißen Augenhaut mit Hornhaut und Augenmuskelansätzen, zwei Hälften der Aderhaut mit Netzhaut und Iris, sowie Linse und Glaskörper. Auf Sockel.

Abmessungen: ca. 90x90x150 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 100 g

P-1000259



P-1003806

**Physikalisches Augenmodell**

Das Modell dient zur Demonstration der optischen Funktionen des Auges wie z. B. Abbildung eines Gegenstandes auf der Netzhaut, Akkommodation (Veränderung der Linsenkrümmung), Kurz- und Weitsichtigkeit.

Das Modell besteht aus:

- Augenhalschale mit verstellbarer Irisblende, Linsenhalter und 2 Konkavlinsen ( $f = 65 \text{ mm}$  und  $80 \text{ mm}$ ), auf Stab
- Augenhalschale mit Netzhaut (Transparentschild), auf Stab
- Linsenhalter mit je einer Korrekturlinse konkav und konvex, auf Stab
- Kerzenhalter mit 2 Kerzen, auf Stab
- Aluminiumschiene, 50 cm lang, mit 4 Klemmschiebern
- Versuchsanleitung auf Deutsch

Aufbewahrungskoffer, 49x5,5x18 cm; 2,0 kg

P-1003806







P-1002964  
P-1002963

**Bandgenerator**

Bandgenerator zur Erzeugung hoher Gleichspannungen mit niedriger Stromstärke für zahlreiche Experimente zur Elektrostatik. Abnehmbare Konduktorkugel, Antriebsmotor mit regelbarer Drehzahl. Einschließlich kleiner Entladungskugel auf Stativ.

- Spannung: bis ca. 100 kV
- Überschlagstrecke: bis 5 cm
- Konduktorkugel: 190 mm Ø
- Kugel auf Stange: 460 mm x 90 mm Ø
- Abmessungen: ca. 240x190x620 mm<sup>3</sup>

**Bandgenerator (230 V, 50/60 Hz)**

P-1002964 .....

**Bandgenerator (115 V, 50/60 Hz)**

P-1002963 .....

**Gerätesatz Elektrostatik**

Mit diesem Gerätesatz lässt sich eine Vielzahl von teilweise historischen Experimenten zu elektrostatischen Phänomenen durchführen. Alle Teile sind mit einem 4 mm-Steckerstift versehen und können ohne Zeitaufwand auf einem isolierten Stativ montiert werden. Für die Verbindung zur Ladungsquelle stehen die mitgelieferten Verbindungsketten zur Verfügung, aber auch Experimentierkabel mit 4 mm-Steckern können verwendet werden. Als Ladungsquelle für die Experimente empfehlen wir die Wimshurst-Maschine (P-1002967).

**Lieferumfang:**

- 1 Stativfuß
- 1 Stativstab, isoliert, mit Halte- und Verbindungsbuchse
- 1 Konduktorkugel, 30 mm Ø, mit Steckerstift
- 1 Kugellauf
- 1 Doppelpendel aus Holundermark mit Hakenstativ
- 10 Holundermark-Abschnitte (in Schachtel)
- 1 Gehäuse mit Kugelelektrode
- 1 Gehäuse mit Spitzenelektrode
- 1 Spitzenrad mit Nadellager
- 1 Seidenpapierbüschel an Stab
- 1 Blitztafel
- 1 Glockenspiel
- 1 Kunststoff-Reibstab mit 4 mm-Buchse
- 2 Verbindungsketten
- 1 Experimentebeschreibung

P-1000924 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1002967 Wimshurst-Maschine



P-1002967

**Wimshurst-Maschine**

Historischer Experimentaufbau zur Erzeugung berührungsfähiger, hoher Gleichspannungen für zahlreiche Experimente in der Elektrostatik. Antrieb über Handkurbel und Riemen, verstellbare Funkenstrecke, zwei Hochspannungskondensatoren (Leidener Flaschen).

- Durchmesser: 310 mm
- Funkenlänge: max. 120 mm
- Abmessungen: ca. 360x250x400 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 3,4 kg

P-1002967 .....

**Gummiband für Bandgenerator (ohne Abb.)**

Ersatz-Gummiband für Bandgenerator (P-1002964 bzw. P-1002963).

- Länge: 930 mm
- Breite: 50 mm

P-1002965 .....



P-1000924



P-1003048

### Elektroskop

Zeigerinstrument zum Nachweis elektrischer Ladungen und Spannungen. Abschirmring mit 4 mm-Erdungsbuchse. Geeignet zur Schattenprojektion. Einschließlich Kugel, Kondensatorplatte auf 4 mm-Stecker und Kondensatorplatte auf Isolierstab.

Durchmesser: 130 mm

**P-1003048** .....

P-1001027



### Elektroskop nach Kolbe

Zeigerinstrument zum Nachweis elektrischer Ladungen und Spannungen mit hoher Empfindlichkeit. Metallgehäuse mit 4 mm-Erdungsbuchse, Vorder- und Rückseite aus Glas, spitzenelagerter Zeiger und Skala. Geeignet zur Schattenprojektion. Einschließlich Kondensatorplatte auf 4 mm-Stecker.

Messbereich: 0 – 6 kV

Abmessungen: ca. 170x110x190 mm<sup>3</sup>

**P-1001027** .....



P-1000923

### Piezoelektrische Ladungsquelle

Handgerät zur einfachen Erzeugung ungefährlicher Spannungen für elektrostatische Experimente. Funktionsprinzip eines piezoelektrischen Gasanzünders. Mit gekürzter Erdungshülse und 4-mm-Kabelstecker. Farbe kann von der Abbildung abweichen.

Max. Spannung: ±4,5 kV

Abmessungen: ca. 250x25x33 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 130 g

**P-1000923** .....

### Elektroskop S

Preisgünstiges Zeigerinstrument zum Nachweis elektrischer Ladungen und Spannungen. Aufgebaut aus Standfuß, Aufbaurahmen, Alustab mit Magnethalter und Elektroskop-Einheit.

Abmessungen: ca. 280x80x280 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 500 g

**P-1009964** .....



P-1009964



P-1009962

### Ladungsindikator

Anzeigegerät zum Nachweis elektrischer Ladungen und ihres Vorzeichens durch Aufleuchten einer blauen LED oder einer roten LED. Einschließlich zwei 1,5-V-Batterien (AA).

Abmessungen: ca. 62x67x20 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 85 g

**P-1009962** .....



P-1009963

### Ladungsspeicher mit Piezoladungstrenner

Speicher für elektrische Ladungen, die mit dem Piezoladungstrenner erzeugt werden. Die gespeicherten Ladungen können z.B. mit einem Ladungslöffel entnommen werden.

Kapazität: 2x 1 nF

Abmessungen des

Speichers: ca. 62x67x50 mm<sup>3</sup>

Abmessungen des

Ladungstrenners: ca. 230x35x40 mm<sup>3</sup>

gesamte Masse: ca. 85 g

**P-1009963** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002707 Ladungslöffel, klein**



**Zubehör zum Elektrometer**

Zubehörsatz zur Durchführung grundlegender Experimente zur Elektrostatik, zur Elektrik und zum lichtelektrischen Effekt in Verbindung mit dem Elektrometer (P-1001025 bzw. P-1001024) und dem DC-Netzgerät 450 V (P-1008535 bzw. P-1008534).

**Lieferumfang:**

- 1 Faraday-Becher
- 1 Paar Reibstäbe
- 1 Metallstab mit 4 mm-Bohrung
- 1 Sicherheitsadapterbuchse
- 1 Steckelement Kondensator 1 nF
- 1 Steckelement Kondensator 10 nF
- 1 Steckelement Widerstand 100 MΩ
- 1 Steckelement Widerstand 1 GΩ
- 1 Steckelement Widerstand 10 GΩ
- 1 Zinkelektrode
- 1 Gitterelektrode

**P-1006813** .....

**Konduktorkugeln mit 4 mm-Stecker**

Konduktorkugeln für elektrostatische Experimente, z.B. zur Bestimmung der Kapazität einer Kugel oder für Influenzexperimente.

**Konduktorkugel, d = 85 mm, mit 4 mm-Stecker**

**P-1000938** .....

**Konduktorkugel, d = 30 mm, mit 4 mm-Stecker**

**P-1001026** .....

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1002710 Stativlochstab**



**Faraday-Becher**

Faraday-Becher mit 4 mm-Stecker zum Aufsetzen z.B. auf ein Elektroskop (P-1003048 oder P-1001027) oder auf das Elektrometer (P-1001025 bzw. P-1001024).

Abmessungen: 115x70 mm Ø

**P-1000972** .....

**Reibstäbe**

Zwei Stäbe aus PVC und Acrylglas für Experimente zur Reibungselektrizität.

Länge: 250 mm  
Durchmesser: 10 mm

**P-1002709** .....

**Ladungsöffel**

Metallplatte auf Isolierstab zum Ladungstransport und für Influenzversuche.

Art.-Nr.	Bezeichnung	Länge	Platte	Stab
P-1002707	Ladungsöffel, klein	205 mm	40x35 mm <sup>2</sup>	10 mm Ø
P-1002708	Ladungsöffel, groß	265 mm	40x70 mm <sup>2</sup>	10 mm Ø

**Themen:**

- Ladungs- und Spannungsmessung in der Elektrostatik
- Ladungs- und Spannungsmessung am Plattenkondensator
- Ionisation der Luft durch Flammgase oder α-Strahlung
- Hallwachs-Effekt (äußerer lichtelektrischer Effekt)



**Elektrometer**

Impedanzwandler mit hochohmigem Eingang zur Messung kleinster Ladungen und kleinster Ströme. Die Messgröße wird in eine proportionale Spannung gewandelt, die mit einem externen Voltmeter zu messen ist. Während der Messung muss über einen mit Masse verbundenen Metallstab der Potentialausgleich zwischen Elektrometer und Experimentator hergestellt werden. Einschließlich Steckernetzgerät 12 V AC.

- Verstärkung: 1,00
- Eingangswiderstand: >10<sup>12</sup> Ω
- Ausgangswiderstand: <1 kΩ
- Eingangsstrom: <10 pA
- Eingangskapazität: <50 pF
- Max. Ausgangsspannung: ±10 V
- Überspannungsfestigkeit: 1 kV (aus niederohmigen Quellen)  
10 kV (aus hochohmigen Quellen)
- Versorgungsspannung: 12 V AC
- Abmessungen: ca. 110x170x30 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 1 kg

**Elektrometer (230 V, 50/60 Hz)**

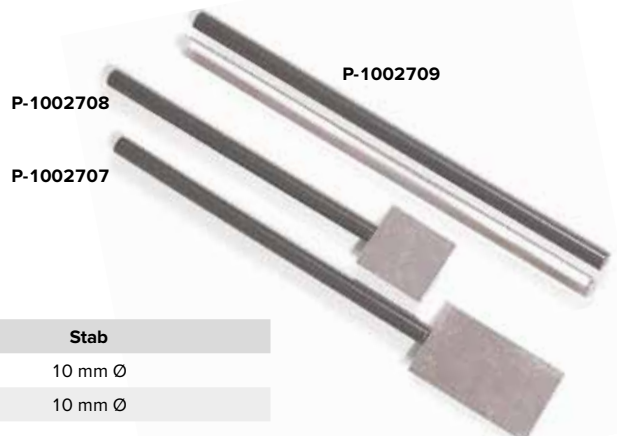
**P-1001025** .....

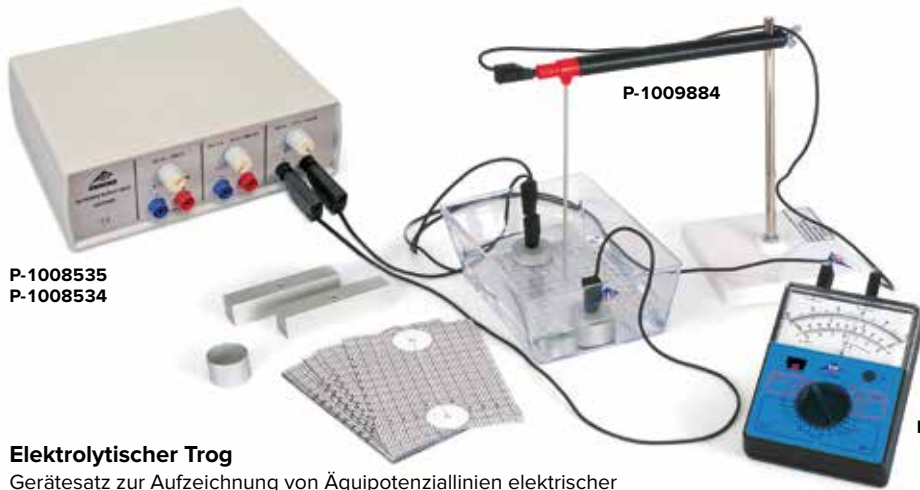
**Elektrometer (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1001024** .....

zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1006813 Zubehör zum Elektrometer**  
**P-1003073 Analogmultimeter AM 50**

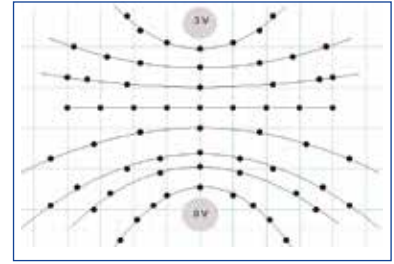
**P-1008535 DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz)**  
oder  
**P-1008534 DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)**





P-1008535  
P-1008534

P-1009884



Äquipotenziallinien von Punktladungen

P-1003073

### Elektrolytischer Trog

Gerätesatz zur Aufzeichnung von Äquipotenziallinien elektrischer Felder. Mittels verschieden geformter Elektroden können die Äquipotenziallinien eines Plattenkondensators, eines Dipols, einer Spiegelladung und eines Faradaybechers gemessen werden. Abmessungen Trog: 160x105x65 mm<sup>3</sup>

#### Lieferumfang:

- 1 Kunststoffwanne
- 1 Stativ mit Messelektrode
- 2 Stabelektroden
- 2 runde Scheibenelektroden
- 1 Ringelektrode
- 20 Bögen Millimeterpapier

P-1009884

#### Geräteliste für Experiment UE3020100:

Anzahl / Bezeichnung	Art.-Nr.
1 Elektrometer (230 V, 50/60 Hz) oder	P-1001025
Elektrometer (115 V, 50/60 Hz)	P-1001024
1 Zubehör zum Elektrometer	P-1006813
1 Analog-Multimeter AM50	P-1003073
1 Bürette, 10 ml	P-1018065
1 Konstantan-Draht 0,2 mm / 100 m	P-1000955
1 DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz) oder	P-1008535
DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)	P-1008534
1 Digital-Multimeter P3340	P-1002785
1 Digitale Stoppuhr	P-1002811
1 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm	P-1002835
1 Stativstange, 1000 mm	P-1002936
2 Universalmuffe	P-1002830
1 Universalklemme	P-1002833
1 Satz 10 Abgreifklemmen 4 mm, blank	P-1019219
1 Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel zum Freier-Fall-Gerät	P-1002848
2 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot/blau	P-1017718
1 Peleusball, standard	P-1013392
1 Satz 10 Bechergläser, niedrige Form	P-1002872
Zusätzlich empfohlen:	
1 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz) oder	P-1000540
3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)	P-1000539
1 3B NETlab™	P-1000544

Zusätzlich erforderlich:

P-1003073 Analogmultimeter AM50

P-1008535 DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1008534 DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)

### Bürette DIN-B 10 ml Schellbach

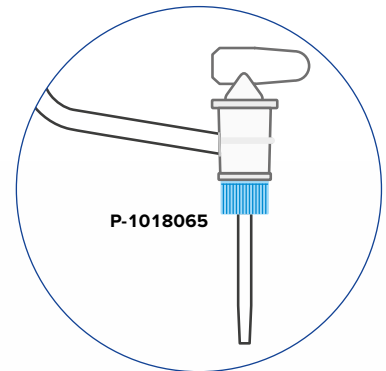
Bürettenrohr mit Schellbach-Streifen und seitlichem Hahn mit NS- Glasküken zur Abmessung kleiner Flüssigkeitsmengen.

Volumen: 10 ml

Teilung: 0,02 ml

Fehlergrenzen: Klasse B

P-1018065



P-1018065



UE3020100  
PDF online

Bestimmung des elektrischen Stroms, der durch die bewegten, geladenen Wassertropfen erzeugt wird





P-1001030  
P-1001029

**Themen:**

- Einführende Experimente zur Wirkungsweise des Gerätes
- Experimente zur Elektrostatik
- Messung der elektrischen Feldstärke statischer Felder
- Kondensatorversuche
- Potentialmessungen mit einem Influenzelektrometer



**E-Feld-Messer**

Messgerät zur statischen Messung elektrischer Feldstärken oder elektrischer Spannungen. Vor einer sternförmigen Messelektrode ist in geringem Abstand ein an Masse liegendes Modulationsflügelrad gleicher Sternform montiert. Die durch das elektrische Feld influenzierten Ladungen erzeugen einen der Feldstärke proportionalen Wechselstrom. Dieser wird über einen selektiven Verstärker gemessen, ohne dass dem elektrischen Feld im zeitlichen Mittel Energie entzogen wird. In Verbindung mit den Spannungsmessplatten kann das Gerät als statisches Voltmeter eingesetzt werden. Das Gerät ist gegen Überspannung geschützt. Als Anzeigeelement kann ein übliches Gleichspannungsmessgerät verwendet werden.

Max. Ausgangsspannung: 10 V

Messbereiche: 1 V Ausgangsspannung entspricht 100 V/cm, 300 V/cm, 1000 V/cm  
10 V, 30 V, 100 V (mit Spannungsmessplatte 1x)  
100 V, 300 V, 1000 V (mit Spannungsmessplatte 10x)

Abmessungen: ca. 140x110x70 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 1 kg

**Lieferumfang:**

- 1 E-Feld-Messer
- 1 Spannungsmessplatte, Messbereich 1x
- 1 Spannungsmessplatte, Messbereich 10x
- 1 Kondensator-Messplatte, 250 cm<sup>2</sup>
- 1 Kondensatorplatte, 250 cm<sup>2</sup>
- Satz Abstandscheiben aus Plexiglas

**E-Feld-Messer (230 V, 50/60 Hz)**

P-1001030

**E-Feld-Messer (115 V, 50/60 Hz)**

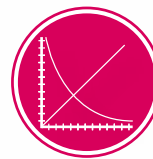
P-1001029

Zusätzlich erforderlich:

P-1003073 Analogmultimeter AM50



P-1001030  
P-1001029



UE3010700  
PDF online

P-1006809

P-1003073

P-1008535  
P-1008534

Messung des elektrischen Feldes in einem Plattenkondensator in Abhängigkeit von der angelegten Spannung

## Vorteil

- Präzise Bestimmung des Plattenabstands, Ablesegenauigkeit  $\frac{1}{10}$  mm

### Plattenkondensator D

Plattenkondensator zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen elektrischer Ladung und Spannung, zur quantitativen Untersuchung der Kapazität in Abhängigkeit vom Plattenabstand, zur Messung von Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon$  sowie zur genauen Bestimmung der elektrischen Feldkonstanten  $\epsilon_0$ . Plattenabstand präzise einstellbar und an einem Display auf  $\frac{1}{10}$  mm ablesbar.

Plattenabstand: 0 – 160 mm

Platteneinstellung von 0 bis 20 mm über Spindel möglich

Platten: massive Gussausführung

Plattenfläche: 500 cm<sup>2</sup>

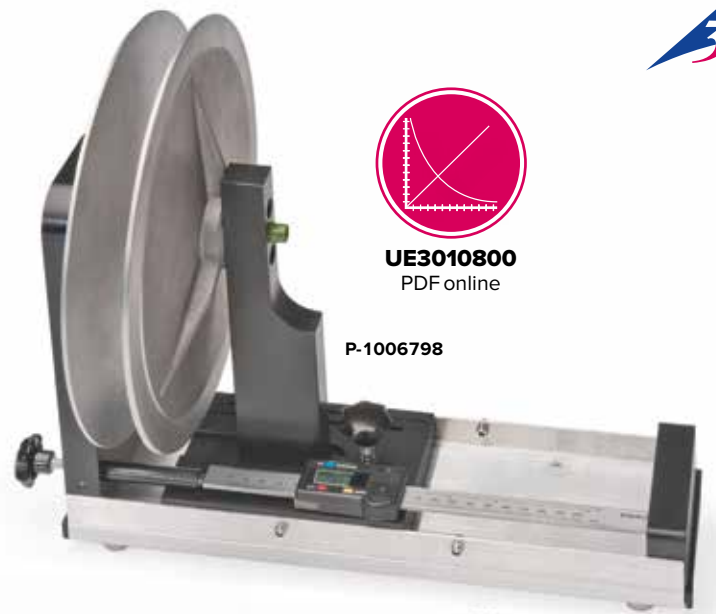
Masse: ca. 4,2 kg

**P-1006798** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000936 Hartpapierplatte**

**P-1000880 Acrylglasplatte**



**UE3010800**  
PDF online

**P-1006798**

Elektrostatik



**P-1000934**

**P-1000933**

**P-1000932**

**P-1001045**

**P-1001045**

**P-1001045**

### Kondensatorplattenpaar

Paar Kondensatorplatten aus Leichtmetallguss mit elektrisch isoliertem Haltestab und 4 mm-Buchse zum Aufbau eines Kondensators. Der Plattenabstand wird mit mitgelieferten Abstandsscheiben aus Plexiglas hergestellt.

### Kondensatorplattenpaar 500 cm<sup>2</sup>

**P-1000932** .....

### Kondensatorplattenpaar 250 cm<sup>2</sup>

**P-1000933** .....

### Kondensatorplattenpaar 125 cm<sup>2</sup>

**P-1000934** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001045 Tonnenfuß, 0,9 kg**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000936 Hartpapierplatte**

**P-1000880 Acrylglasplatte**

### Plattenkondensator S

Plattenkondensator zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Ladung, Spannung und Kapazität, sowie zur Bestimmung der Dielektrizitäts- und elektrischen Feldkonstanten. Bestehend aus einer feststehenden und einer verschiebbaren Platte auf einer Führungsschiene. Mit cm-Skala zum Ablesen des Plattenabstands. Inklusive vier dielektrischen Probeplatten aus Acryl, Bakelit, Sperrholz und Pappe.

Plattenabstand: 0 – 150 mm

Plattendurchmesser: ca. 149 mm

Plattenfläche: 175 cm<sup>2</sup>

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

**P-1003232** .....

**P-1003232**



**P-1000936**

**P-1000880**

Elektrizität und Magnetismus



P-1000949 – P-1000953



P-1000955 – P-1000954

### Widerstandsdrähte

Metalldrähte auf Spule z.B. für Experimente zur Untersuchung der Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von Material, Querschnitt und Länge des Drahtes.

Art.-Nr.	Material	Länge	Ø
P-1000949	Kupfer	100 m	0,3 mm
P-1000950	Eisen	100 m	0,3 mm
P-1000959	Messing	50 m	0,3 mm
P-1000951	Nickel	50 m	0,3 mm
P-1000953	Chrom-Nickel	100 m	0,3 mm
P-1000954	Chrom-Nickel	50 m	0,5 mm
P-1000955	Konstantan	100 m	0,2 mm
P-1000956	Konstantan	100 m	0,3 mm
P-1000957	Konstantan	50 m	0,4 mm
P-1000958	Konstantan	50 m	0,5 mm

### Halter für Bauelemente

Halter auf Acrylglassockel mit zwei Krokodilklemmen zum Anschluss von offenen Widerständen und anderen elektronischen Komponenten oder Proben aus dem Satz „Leiter und Nichtleiter“. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1008524 .....



P-1008524



P-1000946

### Lampenfassung E10 auf Acrylglassockel

Lampenfassung auf Acrylglassockel zum Einschrauben und Anschließen handelsüblicher Glühlampen mit E10-Fassung. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1000946 .....

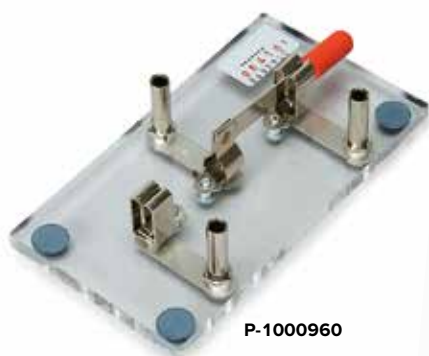


P-1000947

### Lampenfassung E14 auf Acrylglassockel

Lampenfassung auf Acrylglassockel zum Einschrauben und Anschließen handelsüblicher Glühlampen mit E14-Fassung. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1000947 .....



P-1000960

### Hebel-Umschalter auf Acrylglassockel

Schalter auf Acrylglassockel zum wechselseitigen Schließen bzw. Öffnen von zwei Stromkreisen. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1000960 .....

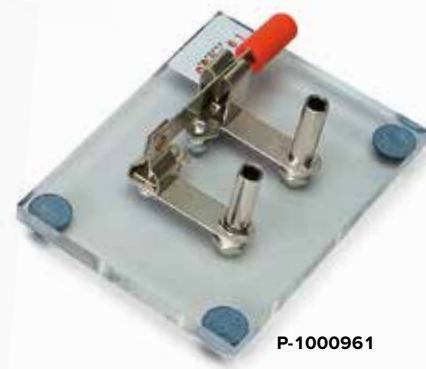


P-1000962

### Tastschalter-Ein auf Acrylglassockel

Schalter auf Acrylglassockel zum kurzzeitigen Schließen von Stromkreisen. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1000962 .....



P-1000961

### Hebel-Ausschalter auf Acrylglassockel

Schalter auf Acrylglassockel zum Schließen bzw. Öffnen eines Stromkreises. Buchsen für 4 mm-Sicherheitsstecker.

P-1000961 .....



P-1010137

**Satz 10 Lampenfassungen E10**

Satz 10 Schraubfassungen für Lampen mit E10-Gewinde. Zur elektrischen Kontaktierung werden unisolierte Drähte durch die Anschlüsse der Basis geführt oder Krokodilklemmen angeklemt.

Basis: 28 mm Ø

P-1010137 .....



P-1000948

**Satz „Leiter und Nichtleiter“**

8 Materialproben für Experimente zur Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit verschiedener Materialien. In Aufbewahrungsbehälter.

Materialien: Eisen, Aluminium, Kupfer, Stahl, Holz, Glas, Kunststoff, Baumwolle

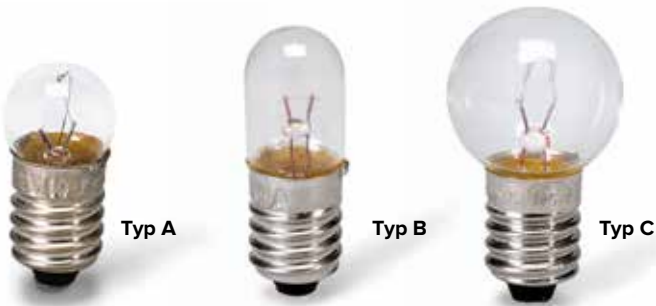
Länge der Proben: ca. 200 mm

Masse: ca. 200 g

P-1000948 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1008524 Halter für Bauelemente



P-1010140 – P-1010199

**Satz 10 Lampen E10**

Satz 10 Lampen mit E10-Schraubgewinde. Lampenform A.

Art.-Nr.	Spannung	Strom
P-1010142	3,5 V	150 mA
P-1010143	3,5 V	200 mA
P-1010195	3,8 V	300 mA
P-1010196	4 V	40 mA
P-1010197	6 V	50 mA
P-1010144	6 V	100 mA
P-1010145	6 V	350 mA
P-1010140	12 V	100 mA
P-1010141	12 V	500 mA

**Satz 10 Lampen E10, 6 V, 1 A**

Satz 10 Lampen 6 V, 1 A mit E10-Schraubgewinde. Lampenform C.

P-1010198 .....

**Satz 10 Lampen E10, 1,3 V, 60 mA**

Satz 10 Lampen 1,3 V, 60 mA mit E10-Schraubgewinde. Lampenform B.

P-1010199 .....

**Isolator mit Klemme**

Metallstiel mit Rändelschraube und 4 mm-Bohrung auf Acrylglasstab, zur isolierten Halterung von Drähten z.B. bei Versuchen auf der Optischen Bank.

Durchmesser: 10 mm

Länge: 100 mm

P-1002970 .....



P-1002970

P-1001054

P-1000995

**Stielklemme mit Isolator**

Klemme zur isolierten Befestigung von elektrischen Aufbauteilen mit 4 mm-Steckern. Zwei Teilstücke durch PVC-Isolator getrennt. Oberes Teilstück mit zwei 4 mm-Kreuzbohrungen und einer 6 mm-Bohrung mit Klemmschraube. Unteres Teilstück mit zwei 4 mm-Kreuzbohrungen.

Länge: 205 mm

Stieldurchmesser: 10 mm

Masse: ca. 135 g

P-1001054 .....

**Kontaktständer mit Klemmbuchse**

Anschlussstiel auf Isolierfuß mit drei 4 mm-Querbohrungen und einer axialen 4 mm-Bohrung zum Befestigen von Aufbauteilen mit 4 mm-Steckern oder zum Einstecken von 4 mm-Kabeln. Am oberen Ende ist eine federnde Klemmbuchse zum Einspannen von Drähten angebracht.

Höhe: ca. 130 mm

Stiel: ca. 105x10 mm<sup>2</sup>

Fuß: ca. 25x70 mm<sup>2</sup>

Masse: ca. 210 g

P-1000995 .....





P-1010190



P-1010192



P-1012696



P-1010146



P-1010158



P-1010155



P-1010157



P-1010138



P-1010139



P-1010152

**LED auf 3B-Box**

LED auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit eingebautelem Strombegrenzungswiderstand und aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 20 mA  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**LED auf 3B-Box, rot**

P-1010190

**LED auf 3B-Box, grün (o. Abb.)**

P-1010191

**Batteriehalter in 3B-Box**

Batteriehalter in elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Schaltkreissymbol und Position der Batterie sind aufgedruckt. Auslieferung ohne Batterie.

Batterie: 4,5 V, 3R12, Flachbatterie  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010192

**Volta'sche Säule auf 3B-Box**

Nachbau der von Alessandro Volta entworfenen Anordnung aus hintereinander geschalteten galvanischen Zellen zum Aufbau einer Stromquelle. Die abwechselnd übereinander gestapelten Zink- und Kupferplatten sind jeweils getrennt durch einen mit Elektrolyt (Salzwasser oder Säure) getränkten Filz. Der Elektrolyt ermöglicht den elektrischen Austausch zwischen den Schichten, so dass eine elektrische Spannung zwischen den Endplatten gemessen werden kann.

Anschluss: zwei Sicherheitsbuchsen 4 mm  
 Elektroden Durchmesser: 40 mm  
 Gehäuseabmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010132

**Taster auf 3B-Box**

Schließender Schalter auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 5 A  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010146

**Messerschalter auf 3B-Box**

Messerschalter auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 5 A  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010152

**Krokodilklemmen auf 3B-Box**

Paar Krokodilklemmen zum Anschluss von offenen Widerständen und anderen elektronischen Komponenten oder Proben aus dem Satz „Leiter und Nichtleiter“. Auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 2 A  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010155

Zusätzlich empfohlen:

**Stahlwolle****P-1000948 Satz „Leiter und Nichtleiter“****Diode auf 3B-Box**

Halbleiterdiode 1N4002 auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 1 mA  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010157

**Kleinspannungsmotor auf 3B-Box**

Kleinspannungsmotor mit Umlenkrolle für einfache Experimente zur mechanischen und zur elektrischen Energie. Der Zusammenhang zwischen Stromrichtung und Drehrichtung ist unmittelbar erkennbar. Auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Spannung: 4 – 6 V DC  
 Abmessungen der Box: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010158

**Lampenfassung E10 auf 3B Box**

Lampenfassung E10 auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 2 A  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010138

**Schalter auf 3B-Box**

Schalter auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
 Maximaler Strom: 5 A  
 Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010139



### Spule mit 600 Windungen auf 3B-Box

Kernlose Spule mit 600 Windungen auf elektrisch sicherer Box mit Sicherheitsbuchsen. Für Experimente zur Induktion kann ein Stabmagnet durch die Spule geführt werden.  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1011346** .....

Zusätzlich empfohlen:

**P-1002726 Nullpunktgalvanometer CA 403**

**P-1003112 Stabmagnet**

### Sicherungshalter auf 3B-Box

Sicherungshalter auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Sicherungen: 20 mm x 5 mm Ø (nicht im Lieferumfang)  
Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 5 A  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1010154** .....

### Umschalter auf 3B-Box

Umschalter auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 5 A  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1012694** .....

### Universalhalter auf 3B-Box

Universalhalter für zweipolige Bauelemente (Widerstand, Kondensator, Diode, LED) auf elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedrucktem Schaltkreissymbol.

Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1010156** .....

### LED-Graetz-Brücke in 3B-Box

Aus vier LED aufgebaute Brückengleichrichter-Schaltung nach Graetz. In elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedruckten Schaltkreissymbolen.

Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 20 mA  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1012696** .....

### Unbekannte Widerstände in 3B-Box

Vier separat anschließbare, unbekannte Widerstände in zwei Serienschaltungen. In elektrisch sicherer Box mit Anschlussbuchsen für Sicherheitsexperimentierkabel und aufgedruckten Schaltkreissymbolen.

Maximale Spannung: 6 V  
Maximaler Strom: 200 mA  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1012699** .....

### Graetz-Brücke in 3B-Box

Aus vier Halbleiterdioden aufgebaute Brückengleichrichter-Schaltung nach Graetz. In elektrisch sicherer Box zum Aufbau von einfachen elektrischen Stromkreisen mit Sicherheitsexperimentierkabeln. Mit aufgedruckten Schaltkreissymbolen.

Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 20 mA  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1012695** .....

### Stromrichtungsindikator in 3B-Box

Aus zwei LED aufgebaute Schaltung zur Anzeige der Stromrichtung. In elektrisch sicherer Box mit Anschlussbuchsen für Sicherheitsexperimentierkabel und aufgedruckten Schaltkreissymbolen.

Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 20 mA  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

**P-1012697** .....

### Ohm'sches Gesetz auf 3B-Box

Klassische Anordnung zur Bestätigung des Ohm'schen Gesetzes an einem zweipoligen Widerstand. In elektrisch sicherer Box mit Anschlussbuchsen für Sicherheitsexperimentierkabel und aufgedruckten Schaltkreissymbolen.

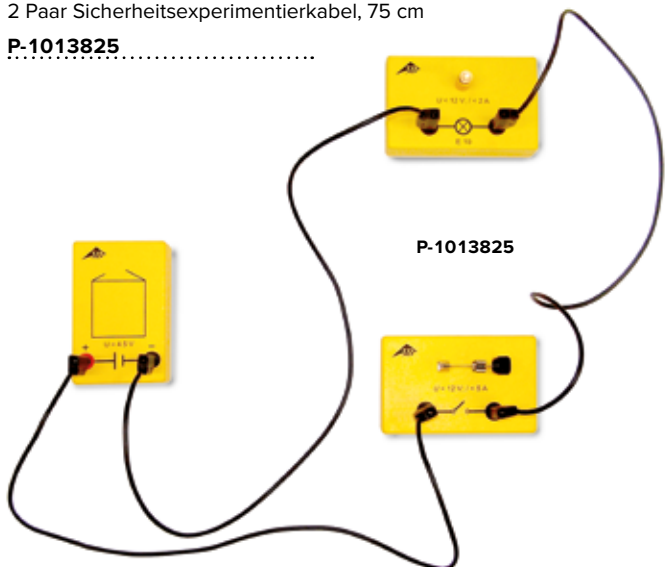
Maximale Spannung: 12 V  
Maximaler Strom: 2 A  
Abmessungen: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

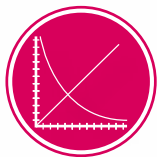
**P-1012698** .....

### Experiment „Einfacher elektrischer Stromkreis“

- Satz bestehend aus:
- 1 Batteriehalter in 3B-Box
  - 1 Messerschalter auf 3B-Box
  - 1 Lampenfassung E10 auf 3B Box
  - 1 Satz 10 Lampen E10, 3,8 V, 300 mA
  - 2 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm

**P-1013825** .....





**UE3020300**  
PDF online



P-1009885

**Widerstandsmessbrücke**

Messbrücke zur Widerstandsbestimmung in Brückenschaltungen sowie zur Untersuchung des Spannungsabfalls längs eines Drahtes. Nur für Kleinspannungen. Schiene mit Skala auf zwei Sockeln mit einem zwischen zwei Anschlussbuchsen aufgespannten Widerstandsdraht. Aufgesetzt auf den Widerstandsdraht befindet sich ein Schleifkontakt, der die Widerstände der beiden Drahtabschnitte definiert. Zur Bestimmung eines unbekanntes Widerstands dient der Aufbau einer Wheatstone'schen Brückenschaltung.

- Abmessungen: ca. 1300x100x90 mm<sup>3</sup>
- Schiene: 30x30 mm<sup>2</sup>
- Skala: 0 – 1000 mm
- Skalenteilung: mm
- Widerstandsdraht: 1 m, 0,5 mm Ø
- Material: NiCr
- Widerstand: 5,3 Ω
- Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- Max. Spannung: 8V
- Max. Strom: 1,5 A

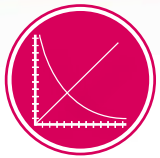
**P-1009885** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1002726 Nullgalvanometer CA 403**
- P-1002730 Widerstandsdekade 1 Ω**
- P-1002731 Widerstandsdekade 10 Ω**
- P-1002732 Widerstandsdekade 100 Ω**
- P-1009843 Präzisions-Widerstand 1 Ω**
- P-1009844 Präzisions-Widerstand 10 Ω**
- P-1002776 AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1002775 AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1009949



**UE3020320**  
PDF online

**Widerstandsgerät**

Gerät zur Untersuchung der Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von Leiterlänge, -querschnitt und -material. Sechs Drähte sind nebeneinander auf eine Metallgrundplatte gespannt und an beiden Enden mit 4-mm-Buchsen verbunden.

- Drähte: Konstantan 1,0 mm Ø,  
Konstantan 0,7 mm Ø (2x),  
Konstantan 0,5 mm Ø,  
Konstantan 0,35 mm Ø,  
Messing 0,5 mm Ø
- Drahtlängen: 1000 mm
- Abmessungen: ca. 1085x120x50 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 1,35 kg

**P-1009949** .....



P-1000689



P-1009844

**Präzisions-Widerstände**

Präzisions-Widerstände in Plastikgehäuse mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen. Abmessungen: ca. 122x70x50 mm<sup>3</sup>

Art.-Nr.	Widerstand	Toleranz	Belastbarkeit
P-1009843	1 Ω	1%	4 W
P-1009844	10 Ω	1%	4 W
P-1009886	100 Ω	1%	4 W
P-1009887	1 kΩ	1%	4 W
P-1000685	10 kΩ	1%	4 W
P-1000686	100 kΩ	1%	1 W
P-1000690	300 kΩ	5%	1 W
P-1000687	1 MΩ	1%	1 W
P-1000688	10 MΩ	1%	1 W

**Kondensator 2200 µF**

- Kondensator in Plastikgehäuse mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen.
- Kapazität: 2200 µF
- Toleranz: 20%
- Max. zul. Spannung: 40 V
- Abmessungen: ca. 122x70x50 mm<sup>3</sup>

**P-1000689** .....



P-1002735

### Widerstandsdekade 1 Ω – 10 kΩ

Vier Widerstandsdekaden in einem Gehäuse, einzeln und kombiniert einsetzbar z.B. zum Aufbau einer Wheatstone Brücke. Mit Drehknopf einstellbar, dekadische Skala.

Ausgang: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Max. Strom: 700 mA (1 Ω – 10 Ω), 200 mA (10 Ω – 100 Ω),  
 70 mA (100 Ω – 1 kΩ), 20 mA (1 kΩ – 10 kΩ)  
 Genauigkeit: 1%  
 Abmessungen: ca. 310x90x80 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1 kg

P-1002735 .....



P-1003062 – P-1003069

### Schiebewiderstände

Hochbelastbare Schiebewiderstände in berührungssicherem Gehäuse für Experimente in Klein- und Niederspannungsschaltungen zur Verwendung als kontinuierlich einstellbarer Widerstand oder Spannungsteiler.

Mit eingebauter Erdungsbuchse.  
 Widerstandstoleranz: 10% vom Nennwert  
 Zulässige Leistung: 320 W (Dauerbetrieb), 640 W (max. 15 min)  
 Max. zulässige Spannung: 600 V  
 Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: ca. 446x93x150 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 2,85 kg bis 3,25 kg

Art.-Nr.	Widerstand	Max. Stromstärke (Dauerbetrieb)	Max. Stromstärke (15 min)
P-1003062	1 Ω	18 A	25 A
P-1003063	3,3 Ω	10 A	12 A
P-1003064	10 Ω	5,7 A	8 A
P-1003065	33 Ω	3,1 A	4,4 A
P-1003066	100 Ω	1,8 A	2,5 A
P-1003067	330 Ω	1 A	1,4 A
P-1003068	1000 Ω	0,57 A	0,8 A
P-1003069	3300 Ω	0,31 A	0,44 A

P-1002736 – P-1002737



### Kapazitätsdekaden

Kapazitätsdekaden, die mechanisch miteinander verbunden werden können. Mit farblich gekennzeichneten Sicherheitsbuchsen sowie Drehschalter zum Einstellen der Kapazität in 10 Schritten. Einschließlich Sicherheitskabel 25 cm lang.

Nennspannung: 350 VDC  
 Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: ca. 72x72x90 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 220 g

Art.-Nr.	Messbereich	Schrittweite	Genauigkeit
P-1002736	0,01 μF – 0,1 μF	0,01 μF	2%
P-1002737	0,1 μF – 1 μF	0,1 μF	2%

### Widerstandsdekaden

Widerstandsdekaden, die mechanisch miteinander verbunden werden können z.B. zum Aufbau einer Wheatstone Brücke. Mit farblich gekennzeichneten Sicherheitsbuchsen sowie Drehschalter zum Einstellen des Messwiderstandes in 10 Schritten. Einschließlich Sicherheitskabel 25 cm lang.

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: 72x72x90 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 220 g

Art.-Nr.	Messbereich	Schrittweite	Max. Strom	Genauigkeit
P-1002730	0,1 Ω bis 1 Ω	0,1 Ω	1 A	1 % ±5 mΩ
P-1002731	1 Ω bis 10 Ω	1 Ω	750 mA	1 % ±5 mΩ
P-1002732	10 Ω bis 100 Ω	10 Ω	250 mA	0,5 %
P-1002733	100 Ω bis 1 kΩ	100 Ω	75 mA	0,5 %
P-1002734	1 kΩ bis 10 kΩ	1 kΩ	25 mA	0,5 %

P-1002730 – P-1002734



**Themen:**

- Aufbau einer Klingel
- Aufbau eines Relais
- Aufbau eines Bimetallschalters



P-1000994

**Aufbausatz „Klingel, Relais und Bimetallschalter“**

Gerätezusammenstellung zum Aufbau von elektromagnetischen Schaltern und Bimetallschaltern.

Grundplatte: ca. 200x140x40 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,6 kg

**Lieferumfang:**

- 1 Stativplatte mit 3 Spannstellen
- 1 Glockenschale, 70 mm Durchmesser
- 2 Kontaktstab mit drei 4 mm-Querbohrungen
- 1 Blattfeder mit Stecker
- 1 Bimetallstreifen mit Stecker
- 1 Anker mit Stecker
- 1 Kontaktstift mit Stecker
- 1 U-Kern, 20x20 mm<sup>2</sup>
- 1 Spule, 800 Wdg.

**P-1000994**

Zusätzlich erforderlich:

- Glühlampe 12 V, 25 W, E14** als Verbrauchsmaterial
  - P-1000947 Lampenfassung E14**
  - P-1003316 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)**
- oder
- P-1003315 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)**

**Induktivitätsdekade**

Induktivitätsdekade in schlagfestem Kunststoffgehäuse. Mit mechanisch stabilen Komponenten, Schiebeschalter zur Einstellung der Messbereiche und und 4-mm-Sicherheitsbuchsen für eine sichere Verbindung.

Messbereich: 10 µH–111,1 mH  
 Schrittweite: 10 µH  
 Genauigkeit: 5%  
 Anzahl Dekaden: 4  
 Grenzwerte: max. 100 mA AC/DC  
 Abmessungen: 140x190x80 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 450 g

**P-1013905**



P-1013905

P-1013906

**Kapazitätsdekade**

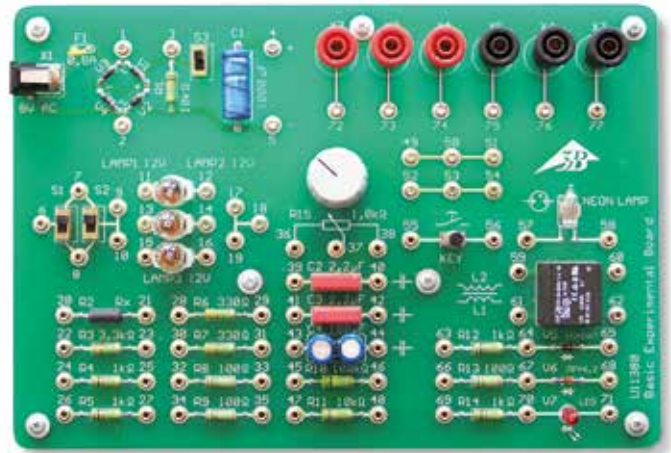
Kapazitätsdekade in schlagfestem Kunststoffgehäuse. Mit mechanisch stabilen Komponenten, Schiebeschalter zur Einstellung der Messbereiche und 4-mm-Sicherheitsbuchsen für eine sichere Verbindung.

Messbereich: 100 pF–11,1 µF  
 Schrittweite: 100 pF  
 Genauigkeit: 5%  
 Anzahl Dekaden: 5  
 Grenzwerte: max. 50 V DC  
 Abmessungen: 140x190x80 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 350 g

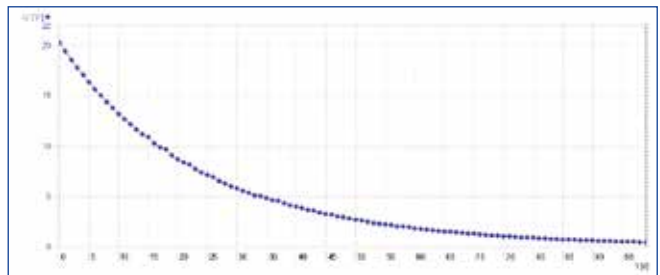
**P-1013906**

## Themen:

- Ohm'sches Gesetz
- Parallelschaltung von Widerständen
- Reihenschaltung von Widerständen
- Unbekannter Widerstand
- Potentiometer
- Unbelasteter Spannungsteiler
- Belasteter Spannungsteiler
- Entladung eines Kondensators
- Brückengleichrichter
- Einweggleichrichter
- Kennlinie einer Glühlampe
- Kennlinie einer LED
- Kennlinie einer Siliziumdiode
- Kennlinie einer Z-Diode
- LC-Parallelschwingkreis
- LC-Serienschwingkreis
- RLC-Serienschwingkreis



P-1000573 / P-1000572



Entladungskurve eines Kondensators

### Grundlagen-Experimentierboard

Experimentierboard mit grundlegenden Schaltungen der Elektrik und Elektronik: Bauteile-Kunde, Ohmsches und Kirchhoff'sches Gesetz, Rheostat- und Potentiometerschaltungen, Wechselschaltung, Auf- und Entladekurve eines Kondensators, Induktivität im Gleich- und Wechselstromkreis. Einfache Halbleiterschaltungen zur Ermittlung von Diodenkennlinien; Gleichrichterschaltungen, Siebfaktoren. Die Verbindung der Bauteile untereinander geschieht über 2-mm-Buchsen mit Brückensteckern und Experimentierkabeln. Für den Anschluss von 4-mm-Experimentierkabeln stehen sechs 2-mm- / 4-mm-Übergänge mit Sicherheitsbuchsen zur Verfügung.

### Lieferumfang:

- 10 Kabel (5 rote und 5 blaue) mit 2-mm-Steckern, 20 cm lang
  - 10 Brückenstecker
  - 1 Steckernetzgerät 8 V AC / 500 m
  - 1 Board mit folgenden Komponenten:
  - 13 Widerstände, 0,5 W im Bereich von 100 Ω bis 100 kΩ
  - 1 Potenziometer 1 kΩ
  - 3 Glühlampen 12 V
  - 2 Schiebeschalter
  - 5 Kondensatoren (2 x 2,2 μF, 1 x 100 μF (bipolar), 1 x 1000 μF),
  - 5 1 A-Gleichrichterdioden,
  - 1 Z-Diode,
  - 1 rote Leuchtdiode
  - 1 Neon-Glimmlampe
  - 1 Transformator 12 V
  - 1 Steckernetzgerät 8 V AC / 500 mA.
- Abmessungen: 233x160 mm<sup>2</sup>

### Grundlagen-Experimentierboard (230 V, 50/60 Hz)

P-1000573 .....

### Grundlagen-Experimentierboard (115 V, 50/60 Hz)

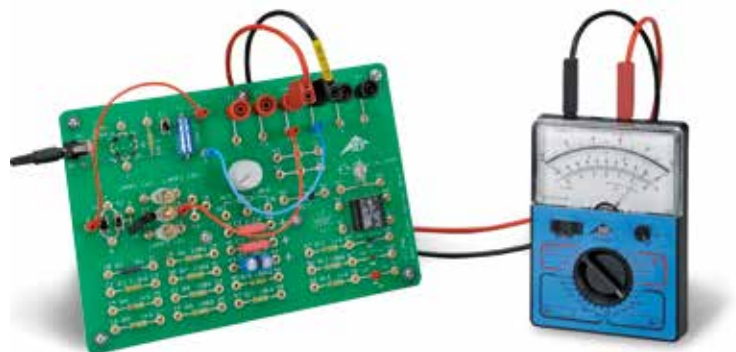
P-1000572 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003073 Analog-Multimeter AM50 oder
- P-1000544 3B NETlab™

- P-1000540 3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1000539 3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)

- P-1009957 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1009956 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)



Messung der Entladung eines Kondensators



UE3050400  
PDF online



Aufzeichnung der Resonanzkurve eines RLC-Serienschwingkreises



Kennlinie einer Z-Diode

## Steckplatte und Bauelemente für den Aufbau von elektrischen und elektronischen Schaltungen zur Demonstration oder im Schülerexperiment.



UE3050101  
UE3050321  
PDF online

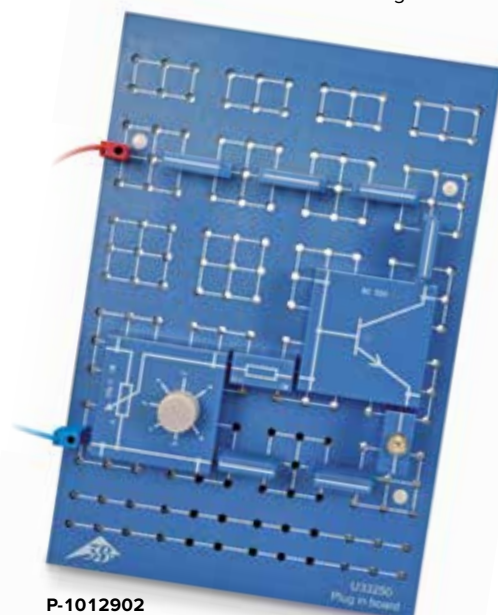
Steckplatte mit Bauelementen zum Aufbau eines Leistungsstellers

### Steckplatte für Bauelemente

Steckplatte zum Aufbau von elektrischen und elektronischen Schaltungen mit Bauelementen im Steckergehäuse. Mit 4-mm-Buchsen auf Vorder- und Rückseite, die intern zu Leitungsquadraten mit je 9 Buchsen sowie zwei durchgehenden seriellen Anordnungen mit je 12 Buchsen verbunden sind. Zwei unmittelbar nebeneinander angeordnete Steckplatten können durch die Steckelemente zu einem doppelt so großen Arbeitsplatz miteinander verbunden werden.

Leitungsquadrate: 16 vollständige und vier halbe  
Buchsenabstände: 19 mm zwischen zwei Leitungsquadraten von Rand zu Rand  
50 mm zwischen zwei Leitungsquadraten von Mitte zu Mitte  
Abmessungen: 300x200x24 mm<sup>3</sup>

P-1012902



P-1012902

Stellen Sie die Bauelemente für Ihre gewünschte Schaltung individuell zusammen! Fragen Sie uns nach Mengenrabatten auch bei gemischter Abnahme einer größeren Anzahl von Bauelementen!

### Bauelemente in Gehäusen mit zwei Steckern in 19mm Abstand

#### Kondensatoren

Art.-Nr.	Kapazität	Toleranz	Max. zulässige Spannung
P-1012947	100 pF	20%	160 V
P-1012948	470 pF	20%	160 V
P-1012949	1 nF	20%	100 V
P-1012950	2,2 nF	20%	160 V
P-1012951	4,7 nF	2,5%	100 V
P-1012952	10 nF	20%	100 V
P-1012943	22 nF	20%	100 V
P-1012944	47 nF	5%	100 V
P-1012945	0,22 µF	5%	250 V
P-1012946	4,7 µF	5%	63 V
P-1012953	0,1 µF	20%	100 V
P-1012954	0,47 µF	20%	100 V
P-1012955	1 µF	20%	100 V
P-1012956	2,2 µF	5%	63 V



P-1012910



P-1012947



P-1012959

#### Elektrolytkondensatoren

Art.-Nr.	Kapazität	Toleranz	Max. zulässige Spannung
P-1012957	10 µF	20%	35 V
P-1012958	47 µF	20%	35 V
P-1012959	100 µF	20%	35 V
P-1012960	470 µF	20%	16 V
P-1017806	1000 µF	20%	35 V

#### Lineare Widerstände

Art.-Nr.	Widerstand	Toleranz	Max. zulässige Leistung
P-1012903	1 Ω	5%	2 W
P-1012904	10 Ω	5%	2 W
P-1012905	10 Ω	5%	10 W
P-1012906	5,1 Ω	5%	2 W
P-1012907	22 Ω	5%	2 W
P-1012908	47 Ω	5%	2 W
P-1012909	68 Ω	5%	2 W
P-1012910	100 Ω	5%	2 W
P-1012911	150 Ω	5%	2 W
P-1012912	220 Ω	5%	2 W
P-1012913	330 Ω	5%	2 W
P-1012914	470 Ω	5%	2 W
P-1012915	680 Ω	1%	2 W
P-1012916	1 kΩ	5%	2 W
P-1012917	1,5 kΩ	5%	2 W
P-1012918	2,2 kΩ	5%	2 W
P-1012919	3,3 kΩ	5%	2 W
P-1012920	4,7 kΩ	5%	2 W
P-1012921	6,8 kΩ	5%	2 W
P-1012922	10 kΩ	5%	0,5 W
P-1012923	15 kΩ	5%	0,5 W
P-1012924	22 kΩ	5%	0,5 W
P-1012925	33 kΩ	5%	0,5 W
P-1012926	47 kΩ	5%	0,5 W
P-1012927	68 kΩ	1%	0,5 W
P-1012928	100 kΩ	5%	0,5 W
P-1012929	220 kΩ	5%	0,5 W
P-1012930	330 kΩ	5%	0,5 W
P-1012931	470 kΩ	5%	0,5 W
P-1012932	1 MΩ	5%	0,5 W
P-1012933	10 MΩ	5%	0,5 W



P-1012962



P-1012966



P-1012964



P-1012988



P-1012983



P-1012990

### LED

Art.-Nr.	Farbe	Einbaurichtung
P-1012962	rot	oben
P-1012971	grün	oben
P-1012972	rot	seitlich
P-1018837	gelb	oben
P-1018839	infrarot	seitlich

### Z-Dioden

Art.-Nr.	Typ	Max. zulässige Verlustleistung
P-1012965	ZPD 3,3	0,5 W
P-1012966	ZPD 9,1	0,5 W
P-1012967	ZPD 6,2	0,5 W
P-1012968	ZPY 5,6	1,3 W
P-1012969	ZPY 8,2	1,3 W
P-1012970	ZPD 18	0,5 W

### Halbleiterdioden

Art.-Nr.	Typ	Material	Sperrspannung	Max. zulässiger Dauerstrom
P-1012964	1N 4007	Si	1000 V	1 A
P-1012961	BY 255	Si	1300 V	3 A
P-1012963	AA 118	Ge	90 V	50 mA

### Thermistoren

Max. Temperatur: 150°C

Art.-Nr.	Typ	Widerstand (25°C)	Widerstand (100°C)
P-1012941	NTC	2,2 kΩ	120 Ω
P-1012942	PTC	100 Ω	

### VDR-Widerstand

Charakteristische Spannung bei 1 mA: ca. 8 V (DC)

P-1018841 .....

### Fototransistor BPX43

Mikromotor mit seitlich fest anmontiertem Getriebe.  
 Betriebsspannung: 0,5 – 1,5 V DC  
 Getriebeübersetzung: 40 : 1

P-1018842 .....

### Einpolige Tastschalter

Art.-Nr.	Typ
P-1012988	Schließer
P-1012989	Öffner

### Spulen

Art.-Nr.	Typ	Induktivität
P-1012983	Spule	10 mH
P-1012984	HF-Spule	33 mH

### Kippschalter, einpolig

P-1012990 .....

### Mikromotor 1,5 V DC

Mikromotor mit seitlich fest anmontiertem Getriebe.

Betriebsspannung: 0,5 – 1,5 V DC

Getriebeübersetzung: 40 : 1

P-1012995 .....



P-1012995

### Fotowiderstand LDR 05

Widerstand: 100 Ω (hell) – 10 M Ω (dunkel)

Max. Verlustleistung: 0,2 W

P-1012940 .....

### Silizium-Fotoelement BPY47P

Empfindlicher Bereich: 420 – 1060 nm

Max. Empfindlichkeit bei: 820 nm

Lehrlaufspannung: 0,45 V

Kurzschlussstrom: 1,4 mA

Max. Strombelastung: 100 mA

Max. Verlustleistung: 0,3 W

P-1018844 .....

### DIAC BR 100

Durchbruchspannung: ca. 32 V

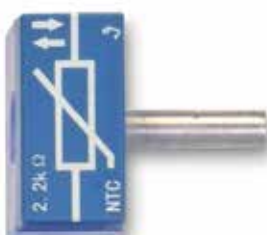
Durchbruchstrom: ca. 50 μA

P-1012973 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**Halter für Steckelemente**

P-1018449 .....



P-1012941



P-1018844



P-1012940



P-1012973



P-1018844



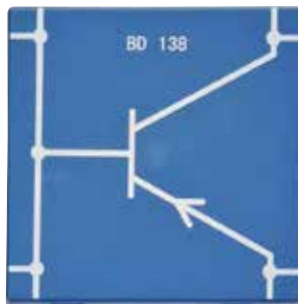
**Bauelemente in Steckergehäusen mit vier Steckern in paarweise 50 mm Abstand**



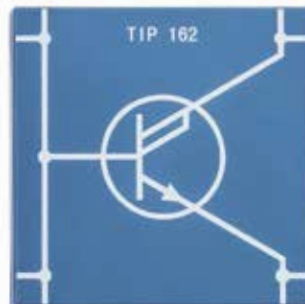
P-1012939



P-1012974



P-1012975



P-1018847

**Potentiometer**

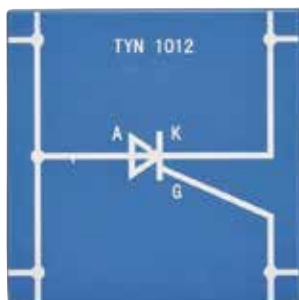
Art.-Nr.	Widerstand	Max. zulässige Leistung
P-1012934	220 Ω	1 W
P-1012935	470 Ω	1 W
P-1012936	1 kΩ	1 W
P-1012937	10 kΩ	1 W
P-1012938	4,7 kΩ	1 W
P-1012939	100 kΩ	1 W

**Transistoren**

Art.-Nr.	Typ	Stromverstärkung	Verlustleistung
P-1012974	NPN BD137	40 – 250	5 W
P-1018845	NPN BC140	100 – 250	0,8 W
P-1012976	NPN BC550	420 – 800	0,5 W
P-1012975	PNP BD138	40 – 250	5 W
P-1018846	PNP BC160	100 – 250	3,7 W
P-1012977	PNP BC560	420 – 800	0,5 W
P-1018847	Darlington TIP 162	ca. 200	max. 3 W



P-1012978



P-1012979



P-1012980



P-1012981

**Umschalter, zweipolig**

Mechanischer Kippschalter auf quadratischem, mit dem passenden Schaltungssymbol bedrucktem Steckergehäuse. Intern mechanisch gekoppelt mit zwei Umschaltern für je drei Schaltpositionen in zwei Stromkreisen. Schalfunktionen: 2 x EIN-AUS, 2 x AUS-EIN, 2 x EIN-AUS-EIN, 2 x Umschaltung

P-1012991

**Feldeffekt-Transistor BF 244**

Typ: BF244, N-Kanal-FET  
Max. Verlustleistung: 300 mW

P-1012978

**Relais mit Umschalter**

Steuerspannung: 4 – 16 V DC  
Spulenwiderstand: ca. 150 Ω  
Maximale Schaltleistung: 50 VA

P-1012992

**Thyristor TYN 1012**

Typ: TYN 1012, N-Kanal-FET  
Durchlassstrom: 8 A

P-1012979

**Triac BT 137/800**

Typ: BT 137/800  
Durchlassstrom: 3 A

P-1012980

**Operationsverstärker LM 741**

Betriebsspannungen: ±15 V DC  
Ausgangsstrom: 15 mA

P-1012981

**NF-Transformator 1:2**

P-1012982

**Umschalter, einpolig**

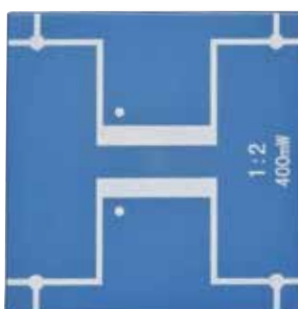
P-1012993



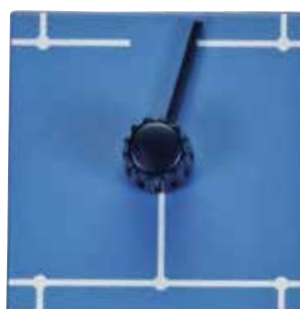
P-1012991



P-1012992



P-1012982



P-1012993



P-1012987



P-1012985



P-1012994

### Lampenfassung E 10

Art.-Nr.	Typ
P-1012986	Lampenfassung seitlich
P-1012987	Lampenfassung oben

Zusätzlich erforderlich:

E10 Lampe aus P-1010140, P-1010141, P-1010142, P-1010143, P-1010144, P-1010145, P-1010195, P-1010196, P-1010197, P-1010198 oder P-1010199

### Satz 10 Brückenstecker

Satz 10 Brückenstecker mit aufgedruckter Verbindungslinie zur Verwendung im Schaltungsaufbau auf der Steckplatte für Bauelemente (neSTEPlatte).

Max. zulässiger Strom: 25 A

Steckerabstand: 19 mm

P-1012985

### Batteriehalter

Offenes Gehäuse mit Halterung für 1,5-V-Batterien des Typs IEC R 20.

Stecker: 2

Steckerabstand: 50 mm

P-1012994

### Themen:

- Kennlinien einer Halbleiterdiode
- Kennlinie einer LED
- Kennlinie einer Z-Diode
- Transistor
- Kennlinien eines Transistors
- LDR Fotowiderstand
- Thyristor im Gleichstromkreis
- Temperaturverhalten eines NTC- und eines PTC-Widerstandes
- Verzögerte Schaltvorgänge
- Kennlinien eines Feldeffekttransistors
- Brumm-Überprüfung
- Brückengleichrichtung



### Satz Bauelemente für Elektronikexperimente

Zusammenstellung von Bauelementen für grundlegende Experimente auf der Steckplatte für Bauelemente zum Themenbereich Elektronik. In Aufbewahrung mit passender Schaumstoffeinlage.

#### Lieferumfang:

- 1 Satz 10 Brückenstecker
- 1 Widerstand 100 Ω, 2 W
- 1 Widerstand 470 Ω, 2 W
- 1 Widerstand 1 kΩ, 2 W
- 1 Widerstand 4,7 kΩ, 2 W
- 1 Widerstand 10 kΩ, 0,5 W
- 1 Widerstand 47 kΩ, 0,5 W
- 1 Elektrolytkondensator 100 µF, 35 V
- 1 Elektrolytkondensator 470 µF, 16 V
- 1 Lampenfassung E10, oben
- 1 Satz 10 Glühlampen, 12 V; 100 mA
- 1 Satz 10 Glühlampen, 4 V; 40 mA
- 1 Kippschalter, einpolig
- 1 einpoliger Tastschalter, Öffner
- 1 einpoliger Tastschalter, Schließer
- 4 Si-Dioden 1N 4007
- 1 Ge-Diode
- 1 Z-Diode ZPD 6,2
- 1 LED grün
- 1 LED, rot

- 1 Fotowiderstand LDR 0,5
- 1 NTC- Widerstand 2,2 kΩ
- 1 PTC- Widerstand 100 Ω
- 1 Potentiometer 220 Ω, 3 W
- 1 NPN-Transistor BD 137
- 1 PNP-Transistor BD 138
- 1 FET-Transistor BF 244
- 1 Thyristor TYN 1012
- 1 Umschalter, einpolig
- 1 Kopfhörer, In-Ohr

P-1018532

Zusätzlich erforderlich:

P-1012902 Steckplatte für Bauelemente

P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30

P-1002840 Satz 15 Experimentierkabel, 75 cm

P-1002776 AC/DC Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz) oder

P-1002775 AC/DC Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)

**Themen:**

- Messung der Lade- und Entladekurven von RC-Paaren
- Bestimmung der integrierten Widerstände
- Bestimmung der integrierten Kondensatoren
- Bestimmung des Wertes eines Elektrolyt-Kondensators
- Abschätzung der Prellzeiten

**Lade- und Entladegerät**

Kompaktes Gerät zur punktuweisen Aufzeichnung der Lade- und Entladekurven von Kondensatoren. Inklusive Steckernetzgerät 12 V AC. Das Lade- und Entladegerät besteht aus drei Einheiten in einem Gehäuse: einem Spannungskomparator, einem Digitalzähler und drei Widerstands-Kondensator-Paaren. Der Komparator vergleicht die Lade- bzw. Entladespannung mit einer Vergleichsspannung, die in 11 Schritten bis 10 V vorgewählt werden kann. Der Digitalzähler zeigt die Lade- bzw. Entladezeit des Kondensators an, sobald die eingestellte Vergleichsspannung erreicht ist. Zusätzlich stehen Buchsenpaare zum Anschluss eines externen Widerstands und eines externen Kondensators zur Verfügung.  
 Interner Kondensator: 2067  $\mu\text{F}$   
 Interne Widerstände: 2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$   
 Digitalzähler: 4-stellig, quartzgesteuert  
 Maximalwert: 200 s  
 Auflösung: 100 ms  
 Stromversorgung: über Steckernetzgerät 12 V AC, 2000 mA  
 Abmessungen: ca. 260x220x55 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1700 g, inklusive Steckernetzgerät

P-1017781  
P-1017780



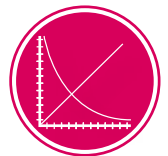
**Lade- und Entladegerät (230 V, 50/60 Hz)**

P-1017781 .....

**Lade- und Entladegerät (115 V, 50/60 Hz)**

P-1017780 .....

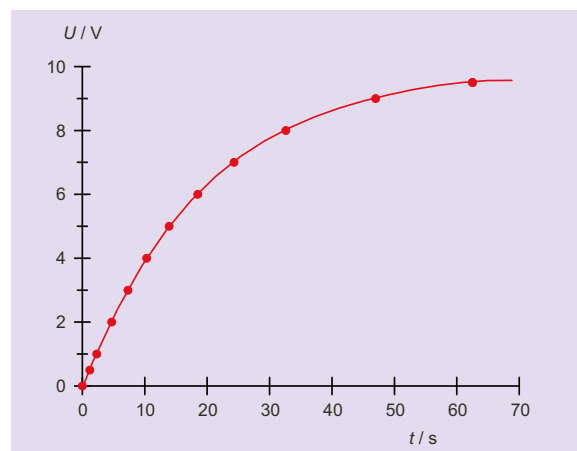
- Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1017806 Kondensator 1000  $\mu\text{F}$**   
**P-1012920 Widerstand 4,7 k $\Omega$**   
**P-1012922 Widerstand 10 k $\Omega$**   
**P-1012924 Widerstand 22 k $\Omega$**



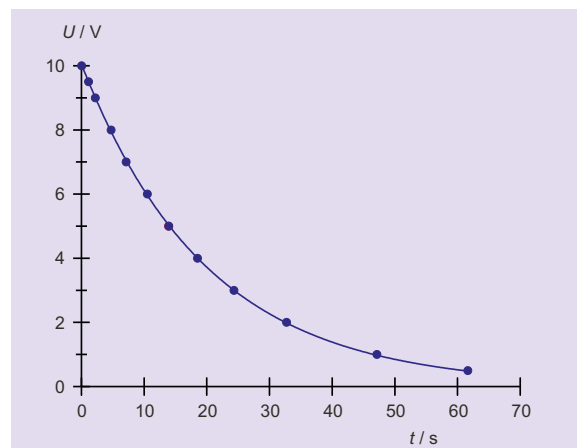
**UE3050105**  
PDF online



Messung an externem RC Paar



Ladekurve



Entladekurve

## Themen:

- Messung an galvanischen Spannungsquellen
- Daniell-Element, Reihen- und Parallelschaltung
- Elektrochemische Potentiale (Spannungsreihe)
- Bestimmung der Standardpotenziale von Metallen und Nichtmetallen
- Konzentrationsabhängigkeit von Potenzialen
- Temperaturabhängigkeit von Potenzialen
- Laden und Entladen eines Stahlakkumulators
- Leclanché-Element
- Messung von pH-Werten



P-1002719



### Elektrochemie-Koffer

Komplettes Experimentiersystem im Koffer für grundlegende Experimente in der Elektrochemie. Mit Hilfe eines Zellblocks aus resistantem Kunststoff, der sich zur Reinigung leicht in zwei Hälften auseinandernehmen und wieder zusammenschrauben lässt, können vier galvanische Zellen parallel aufgebaut werden. Als Diaphragma dient ein Stück Filterpapier, das zwischen die beiden Zellblock-Hälften eingespannt wird. Einschließlich handlichem hochohmigem Messgerät zur quasi stromlosen Messung der Potentialdifferenzen sowie zur Messung von pH-Werten in Verbindung mit der beiliegenden pH-Einstabmesskette.

Messgerät:

- 7-Segmentanzeige: 3-stellig
- Ziffernhöhe: 13 mm
- Spannungsbereiche: 2 V DC und 20 V DC
- Auflösung: 1 mV
- Eingangswiderstand: 200 MΩ
- pH-Messbereich: 0,0 – 14,0 pH
- Stromversorgung: Steckernetzteil 12 V/0,5 A (im Lieferumfang) oder 9 V-Blockbatterie
- Abmessungen: ca. 175x105x55 mm<sup>3</sup>

### pH-Einstabmesskette

pH-Einstabmesskette, unzerbrechlich, mit BNC-Stecker und hochflexiblem Kabel.

- Kabel: 1 m
- Abmessungen: 120 mm x 12 mm Ø

P-1002720

P-1002720



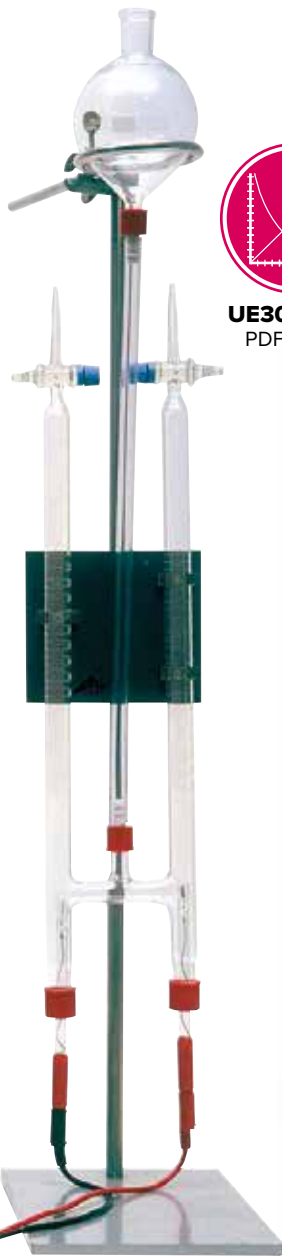
### Lieferumfang:

- 1 Koffer mit Schaumstoffeinlage
- 1 Messgerät
- 1 pH-Einstabmesskette mit BNC-Stecker
- 1 Steckernetzgerät 12 V DC / 500 mA für 115/230 V AC Netzspannung
- 1 Zellblock, vormontiert mit Filterpapier
- 2 Ag-Elektroden, 42x28 mm<sup>2</sup>
- 1 Pt-Elektrode, 42x28 mm<sup>2</sup>
- 4 Zn-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 2 Fe-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 2 C-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 2 Al-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 2 Ni-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 4 Cu-Elektroden, 42x28mm<sup>2</sup>
- 1 Mg-Elektrode, 42x28mm<sup>2</sup>
- 1 Satz Filterpapier (50 St.)
- 1 Schleifwürfel zur Reinigung der Elektroden
- 3 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen, 20 cm, rot
- 3 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen, 20 cm, blau
- 1 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen und 2-mm-Stecker, 30 cm, rot
- 1 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen und 2-mm-Stecker, 30 cm, blau
- 2 graduierte Kunststoffbecher, 25 ml
- 2 Tropfpipetten mit Saugern
- 1 Aufbewahrungskasten mit loseem Einsatz
- 1 Bedienungsanleitung auf CD-ROM

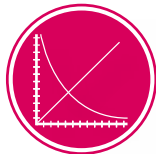
P-1002719

Zusätzlich erforderlich:

**Chemikalien**



P-1002899



**UE3020700**  
PDF online



P-1003507

### Daniell-Element

Galvanische Zelle benannt nach John Frederic Daniell zur Untersuchung der Eigenschaften eines elektrochemischen Elements. Bestehend aus einer zylinderförmigen Zink- und Kupferelektrode sowie einer Tonzelle und einem Glasgefäß. Das Daniell-Element liefert im gefüllten Zustand eine Spannung von ca. 1,1 V. Das Element wird ohne Füllung geliefert.

Anschlüsse: 4 mm-Buchsen  
 Abmessungen: 105 mm x 65 mm Ø  
 Geeignete Füllung: Kupfersulfatlösung ( $\text{CuSO}_4$ ), 10%ig,  
 Zinksulfatlösung ( $\text{ZnSO}_4$ ), 10%ig

**P-1002898** .....



P-1003508

P-1002898

### Kohlenstoffelektroden

Paar Kohlenstoffelektroden zur Verwendung im Hofmann'schen Wasserzersetzungsapparat S (P-1003507) für die Analyse von Ammoniaklösungen, Kochsalzlösungen oder anderen chloridhaltigen Lösungen.

**P-1003508** .....

### Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat

Apparat zur Elektrolyse von Wasser und zur quantitativen Bestimmung der dabei entstehenden Gase sowie zur Erarbeitung der Faraday'schen Gesetze. Bestehend aus zwei skalierten Gasauffangröhren verbunden durch einen flexiblen Kunststoffschlauch mit Niveaugefäß zum Druckausgleich und damit zur exakten Messung der Gasvolumina, auf Stativ mit Halteplatte. Sichere Halterung der Elektroden durch GL-Schraubverbindung.

Abmessungen: ca. 800x150 mm<sup>2</sup>  
 Standfläche: ca. 250x160 mm<sup>2</sup>  
 Stab: 750 mm x 12 mm Ø  
 Halteplatte: ca. 120x110 mm<sup>2</sup>

#### Lieferumfang:

- 1 Gasauffangröhren
- 2 Platinelektroden mit 4 mm-Anschlussbuchsen
- 1 Kunststoffschlauch mit Niveaugefäß
- 1 Stativring zur Halterung des Niveaugefäßes
- 1 Universalmuffe
- 1 Stativplatte mit Stab und Halteplatte

**P-1002899** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat S

Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Wasser nach Volumen. Das Gerät besteht aus drei vertikalen Glasrohren, die jeweils unten miteinander verbunden sind. Die Hähne an den oberen Enden der Außenrohre sind geschlossen, der innere Zylinder ist oben geöffnet, um Wasser aus einem Vorratsbehälter einspeisen zu können. An den unteren Enden der Außenrohre sind Goldfolienelektroden angeordnet, die wiederum mit einem Kleinspannungsnetzgerät verbunden werden. Der durch Elektrolyse aus dem Wasser erzeugte Anteil von Wasserstoff und Sauerstoff wird an den Skalen der seitlichen Rohre abgelesen. Durch Öffnen der oben an den Rohren angeordneten Hähne können Gase zur weiteren Analyse gesammelt werden. Um Lösungen analysieren zu können, für die Goldelektroden ungeeignet sind, sind auch Kohlenstoffelektroden lieferbar.

Abmessungen: ca. 580x150 mm<sup>2</sup>  
 Stativgrundplatte, A-förmig: 115 mm Auslegerlänge  
 Betriebsspannung: 4 – 12 V DC

**P-1003507** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003508 Kohlenstoffelektroden**

### Gerätesatz Elektrochemie

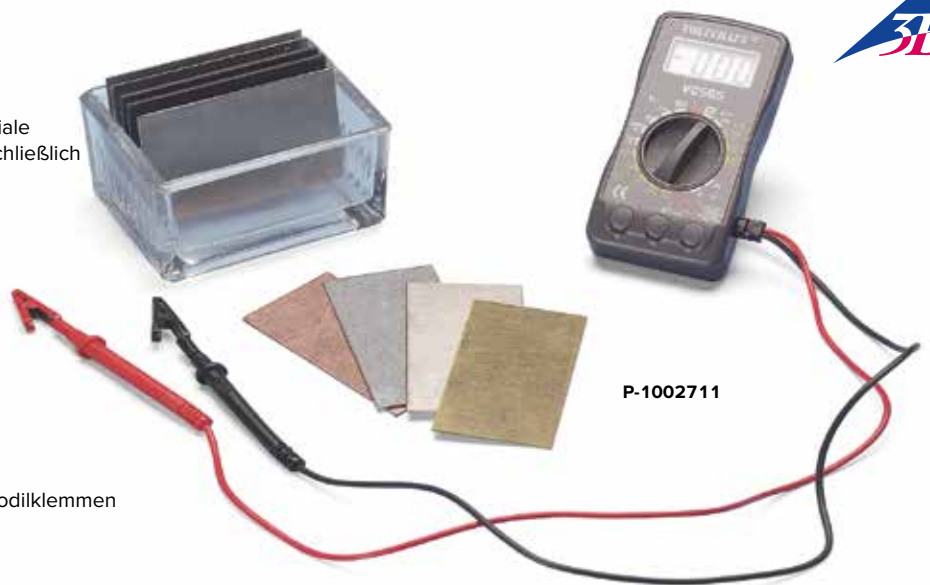
Gerätesatz zur Messung elektrochemischer Potentiale verschiedener Metalle im Schülerexperiment. Einschließlich Digital-Multimeter.

Trog: 85x70x45 mm<sup>3</sup>  
 Elektroden: 76x40 mm<sup>2</sup>

#### Lieferumfang:

- 1 Flachtrog
- 1 Kupferplatte
- 1 Zinkplatte
- 1 Eisenplatte
- 2 Nickelplatten
- 1 Aluminiumplatte
- 2 Elektrolyt-Kohleplatten
- 1 Digitales Multimeter mit Messleitungen und Krokodilklemmen

**P-1002711** .....



P-1002711

### Elektrodenplatten (o. Abb.)

Ersatzelektroden zum Gerätesatz Elektrochemie (P-1002711).  
 Abmessungen: 76x40 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Material
P-1002712	Satz 10 Kupferplatten
P-1002713	Satz 10 Zinkplatten
P-1002714	Satz 10 Eisenplatten
P-1002715	Satz 5 Nickelplatten
P-1002716	Satz 10 Aluminiumplatten
P-1002717	Satz 5 Kohleplatten

### Leclanché-Element

Das Modell einer Trockenbatterie wurde von dem französischen Chemiker Georges Leclanché um 1860 erfunden. Bestehend aus einer zylinderförmigen Zinkelektrode und einer stabförmigen Kohleelektrode sowie aus einer Tonzelle und einem Glasgefäß. Im gefüllten Zustand liefert das Leclanché-Element eine Spannung von ca. 1,5 V. Das Element wird ohne Füllung geliefert.

Anschlüsse: 4 mm-Buchsen  
 Abmessungen: 175 mm x 65 mm Ø  
 Geeignete Füllung: Ammoniumchloridlösung (NH<sub>4</sub>Cl), ca. 20%ig



**P-1002897** .....

### Themen:

- Leiter und Nichtleiter
- Bestimmung von Elektrolyten
- Unterscheidung von 5 typischen Elektrolyten

### Leitfähigkeitstester

Leicht zu bedienendes Messgerät zur Bestimmung der Leitfähigkeit von Elektrolyten (Gewässern) und zur Unterscheidung von destilliertem Wasser, Regenwasser, Trinkwasser, salzreichen Gewässern und Meerwasser bzw. Säuren und Laugen. Anzeige in den Abstufungen „sehr gering“, „gering“, „mittel“, „hoch“ und „sehr hoch“ durch hintereinander aufleuchtende LED. Auch die geringe Leitfähigkeit von destilliertem Wasser wird angezeigt. Gegen Spritzwasser geschützt und somit problemlos auch im Freien einsetzbar. Betrieb wahlweise mit Blockbatterie 9 V (nicht im Lieferumfang enthalten) oder mitgeliefertem Steckernetzgerät 12 V/ 500 mA.

Messbereiche: 2 – 20 µS/cm (sehr gering),  
 20 – 100 µS/cm (gering),  
 100 – 500 µS/cm (mittel),  
 500 – 3000 µS/cm (hoch),  
 > 3000 µS/cm (sehr hoch)

Abmessungen: 85x35x170 mm<sup>3</sup>  
 Batterielaufzeit: ca. 10 h

**P-1012890** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012889 Leitfähigkeitselektrode**



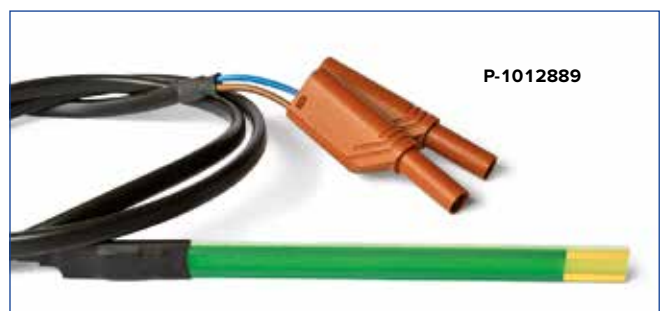
P-1012890

### Leitfähigkeitselektrode

Leitfähigkeitselektrode zur Verwendung mit dem Leitfähigkeitstester (P-1012890). Mit Platindrähten und 0,8 m Kabel mit zwei 4-mm-Steckern.

Zellkonstante: ca. 1/cm  
 Abmessungen: 130 mm x 15 mm Ø

**P-1012889** .....



P-1012889

**Gerätesatz Magnetik**

Auswahl verschiedener Magnete zur Einführung in das Gebiet Magnetismus. Auf gerätegeformtem Aufbewahrungstablett.

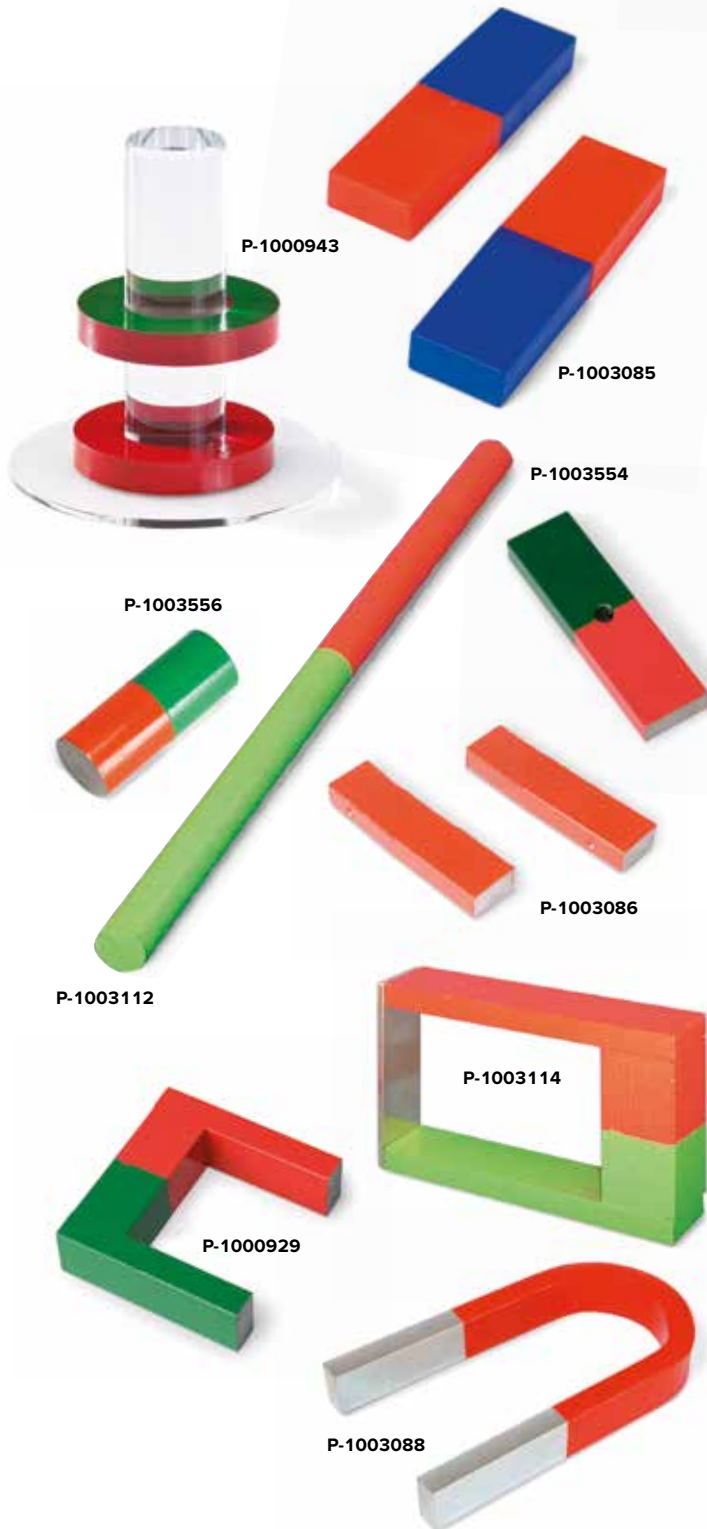
**Lieferumfang:**

- 3 AlNiCo-Rundmagnete, 12 mm, 19 mm, 24 mm Ø
- 1 AlNiCo-Hufeisenmagnet, 25 mm lang
- 1 Chromstahl-Hufeisenmagnet, 100 mm lang
- 2 Chromstahl-Stabmagnete, 100 mm x 6 mm Ø
- 2 Stabmagnete in Plastikschtzhülle, 80 mm lang
- 5 Eisen-Ringmagnete, 25 mm Ø
- 5 Eisen-Magnete, 19x19x5 mm<sup>3</sup>
- 1 Natürlicher Magnet
- 4 Farbige Magnetfolien, 50x50 mm<sup>2</sup>
- 2 Zeichenkompass, 19 mm Ø
- 2 Zeichenkompass, 16 mm Ø

**P-1003089** .....



**P-1003089**



**P-1000943**

**P-1003085**

**P-1003554**

**P-1003556**

**P-1003086**

**P-1003112**

**P-1003114**

**P-1000929**

**P-1003088**

**Paar Stabmagnete 80 mm**

Paar Stabmagnete mit rot/blau gekennzeichneten Polen.  
In Plastikschtzhülle.

Abmessungen: ca. 80x22x10 mm<sup>3</sup>

**P-1003085** .....

**Schwebender Magnet**

Gerät zur Demonstration der abstoßenden Kräfte zwischen Magneten. Zwei Ringmagnete werden mit gleichen einander zugekehrten Polen auf einen Stab aufgeschoben.

Fuß: 100 mm Ø  
Stab 100x30 mm<sup>2</sup>  
Masse: ca. 410 g

**Lieferumfang:**

- 1 Stab mit Fuß
- 2 Ringmagnete

**P-1000943** .....

**Rundstabmagnet 50x20**

Rundstabmagnet mit rot/grün gekennzeichneten Polen.

Abmessungen: ca. 50x20 mm<sup>2</sup> Ø

**P-1003556** .....

**Stabmagnet AlNiCo 70 mm**

AlNiCo-Stabmagnet mit rot/grün gekennzeichneten Polen.

Abmessungen: ca. 70x20x8 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 80 g

**P-1003554** .....

**Rundstabmagnet 200x10**

Rundstabmagnet mit rot/grün gekennzeichneten Polen.

Abmessungen: ca. 200x10 mm<sup>2</sup> Ø

**P-1003112** .....

**Paar Stabmagnete AlNiCo 60 mm, mit 2 Eisenjochen**

Paar AlNiCo-Stabmagnete, Farbe rot, Nordpol markiert. Einschließlich zwei Eisenjoch.

Abmessungen: ca. 60x15x5 mm<sup>3</sup>

**P-1003086** .....

**Hufeisenmagnet 70 mm**

AlNiCo-Magnet in Hufeisenform. Pole rot/grün gekennzeichnet.

Polfläche: 20x10 mm<sup>2</sup>  
Polabstand: ca. 50 mm  
Schenkellänge: ca. 70 mm  
Masse: ca. 400 g

**P-1000929** .....

**Hufeisenmagnet 140 mm, mit Joch**

Magnet aus Chromstahl in Hufeisenform mit Joch, rot und silberfarben.

Polfläche: ca. 20x10 mm<sup>2</sup>  
Polabstand: ca. 60 mm  
Schenkellänge: ca. 140 mm

**P-1003088** .....

**Hufeisenmagnet 130 mm, mit Joch**

Magnet in Hufeisenform mit Joch. Pole rot/grün gekennzeichnet.

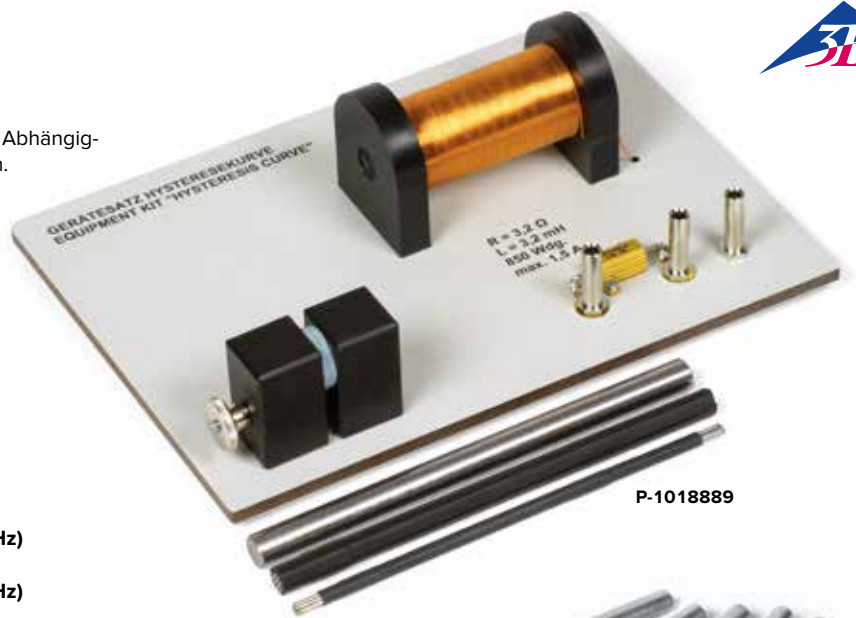
Haftkraft des Jochs: 250 N  
Polabstand: ca. 60 mm  
Schenkellänge: ca. 130 mm

**P-1003114** .....

### Gerätesatz Hysteresekurve

Gerätesatz zur Aufnahme der magnetischen Flussdichte in Abhängigkeit der magnetischen Feldstärke in verschiedenen Proben.

Probenabmessungen: ca. 140 mm x 10 mm Ø  
 Windungszahl: 850  
 Innenwiderstand: 3,2 Ω  
 Induktivität ohne Kern: 3,2 mH  
 Abmessungen: ca. 200x145x65 mm<sup>3</sup>  
 Gesamtmasse: ca. 470 g



P-1018889

#### Lieferumfang:

Grundplatte mit Spule und Halterung für die Hallsonden, 3 Materialproben (Vacon 11, Federstahl und Silberstahl)

#### P-1018889

Zusätzlich erforderlich:

**P-1009957 Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1001036 Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000558 Magnetfeldsensor 100 mT**

**P-1000540 3B Netlog™ (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000539 3B Netlog™ (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000544 3B NETlab™**

Alternativ:

**P-1001040 Magnetfeldsonde, axial/tangential**

**P-1008537 Teslameter E**

**P-1002727 Analog-Oszilloskop 2x30 MHz**



P-1003090

#### Weicheisenstäbe

Satz 5 nicht magnetische Weicheisenstäbe für magnetische Induktionsversuche.  
 Abmessungen: 155x10 mm<sup>2</sup>

#### P-1003090

### Natürlicher Magnet

Unbearbeiteter Magnetstein aus magnetischem Eisenerz (Magnetit) in Walnussgröße.



P-1003091

#### P-1003091

### Magnetkompass mit Kunststoffschale

Sehr leistungsstarker Neodymmagnet in Kunststoffgehäuse. Auf Wasser schwimmfähig. Richtet sich in Ruhelage nach Norden/Süden aus. Lieferung mit durchscheinender Kunststoffschale, markiert mit Windrose und Winkelskala.

Magnet: ca. 80 mm x 30 mm max. Ø

Schale: ca. 40 mm x 115 mm Ø

#### P-1003096



P-1003096

### Oersteds Magnetnadel

Kompakter übersichtlicher Aufbau zur Veranschaulichung von Oersteds Experiment. Ein elektrischer Strom durch ein Stück Kupferlackdraht erzeugt ein Magnetfeld um den Draht, das eine Magnetnadel aus der Ruhelage ablenkt.

Abmessungen der Basis: 200x80 mm<sup>2</sup>

Kupferdraht: 3 mm Ø

Elektrischer Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Maximal zulässiger Strom: 5 A

#### P-1009710

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1009710





P-1013123

**Globus mit Stabmagnet**

Globus mit Stabmagnet in der Polachse auf Acrylsockel zur Demonstration des Magnetfeldverlaufs der Erde. Ein Kompass (P-1003093) oder ein Magnetfeldindikator (P-1003555) richtet sich an der Globusoberfläche entsprechend dem Magnetfeld parallel zu den Längengraden aus. Mit dem Magnetfeldsensor kann auch die Inklination verdeutlicht werden.

Abmessungen: 220x160x200 mm<sup>3</sup>

Durchmesser

Globus: 120 mm

Masse: ca. 340 g

P-1013123 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

P-1003555 Magnetfeldindikator

P-1003093 Kompass

**Magnetfeldindikator**

Frei im Raum drehbarer Stabmagnet mit farbiger Polkennzeichnung zur dreidimensionalen Abtastung von Magnetfeldern. Kardanische Achatstein-Lagerung. Griff und kardanische Aufhängung bestehen aus Kunststoff, um eine Beeinflussung des Magnetfeldes auszuschalten.

Magnet: 25x3x3 mm<sup>3</sup>

Grifflänge: ca. 95 mm

P-1003555 .....



P-1003555

**Experiment: Bestimmung der Horizontal- und der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes**

Geräteausstattung:

P-1000906 Helmholtz-Spulen 300 mm

P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1002781 Digital-Multimeter P1035

P-1006799 Inklinatorium E

P-1003066 Schiebewiderstand P-100 Ω

P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm

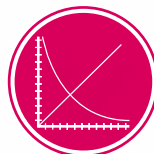
P-1000906

P-1003312

P-1003311



P-1003066

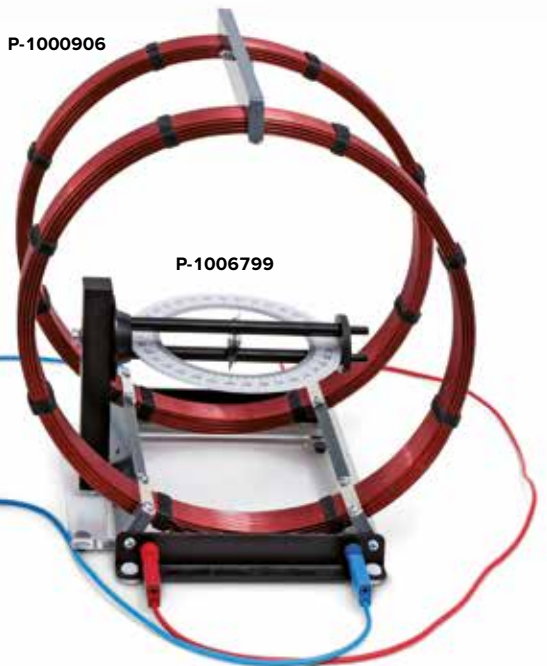


UE3030700

PDF online



P-1002781



P-1006799

Bestimmung der Horizontal- und der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes

### Kompass

Kompass in stabilem Gehäuse, Kompassnadel reibungsarm gelagert, mit Windrose und Winkelskala.

Skalenteilung: 2°  
Durchmesser: 45 mm

**P-1003093**

### Magnetnadel, 80 mm

Magnetnadel gelagert auf Fuß mit Lagerspitze.

Länge: 80 mm  
Höhe: 110 mm

**P-1000674**



P-1003093



P-1000674

### Inklinatorium E

Gerät zur Messung der Inklination des Erdmagnetfeldes sowie zur Darstellung des Magnetfeldes eines stromdurchflossenen Leiters. Die achatgelagerte Magnetnadel ist in einem Bügel mit Teilkreis gelagert. Der Bügel ist mit einem zusätzlichen Teilkreis versehen. Am Bügel sind zwei 4 mm-Buchsen für die Stromzuführung angebracht.

Länge der Magnetnadel: 100 mm  
Abmessungen: ca. 180x100x220 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 620 g

**P-1006799**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1006799

### Inklinatorium

Gerät zur Messung der Inklination des Erdmagnetfeldes sowie zur Darstellung des Magnetfeldes eines stromdurchflossenen Leiters. Aluminiumleiterschleife mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen, spitzengelagerte Magnetnadel über transparentem Vollkreis mit Winkelskala, drehbar um die horizontale Achse, auf Acrylsockel.

Teilkreisdurchmesser: 110 mm  
Länge der Magnetnadel: 100 mm  
Bügelänge: 150 mm  
Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Abmessungen: 100x90x185 mm<sup>3</sup>

**P-1003192**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1003192

### Satz 10 Zeichenkompass

10 Zeichenkompass zur Aufnahme von Feldlinien. Aluminiumgehäuse beidseitig mit Glas. Markierungen für die Himmelsrichtungen.

Durchmesser: 19 mm

**P-1003095**



P-1003095



P-1009765

**Magnetfeldliniengerät, dreidimensional**

Gerät zur dreidimensionalen Darstellung der Magnetfeldlinien eines runden Stabmagneten. Der Plexiglaskörper ist mit einer hochviskosen Spezialflüssigkeit und Eisenspänen gefüllt. Nach Einstecken des Magneten in die zentrale Bohrung ordnen sich die zuvor in der Flüssigkeit gleichmäßig verteilten Eisenspäne entsprechend dem Feldverlauf an. Eine eingeschlossene Luftblase sorgt beim Schütteln des Gerätes für die gleichmäßige Verteilung der Eisenspäne.

Durchmesser der Bohrung: 21 mm

Abmessungen: ca. 120x110x110 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 1,48 kg

**P-1009765** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003556 Rundstabmagnet 50x20**

P-1000580



P-1000581

P-1003092

**Magnetfeldliniengerät, zweidimensional**

Demonstrationsgerät zur zweidimensionalen Darstellung von Magnetfeldlinien in Verbindung mit einem Tageslichtprojektor. Transparentes Plastikgefäß gefüllt mit magnetischem Pulver in einer Flüssigkeit. Einschließlich Magneten und Anleitung in englischer Sprache. Abmessungen: ca. 220x120x10 mm<sup>3</sup>

**P-1003092** .....

Zusätzlich erforderlich:

**Tageslichtprojektor**

**Magnetmodell, hexagonal**

Demonstrationsgerät zur Veranschaulichung der Eigenschaften des Kristallgitters ferromagnetischer Materialien, insbesondere von Weiß'schen Bezirken, Barkhausen-Sprünge, Sättigung, Hysterese und Curie-Temperatur. 117 frei bewegliche Magneten sind in hexagonaler Anordnung zwischen zwei verbundenen Acrylglasplatten gelagert. Zur Projektion auf dem Tageslichtprojektor.

Länge der Magneten: ca. 17 mm

Abmessungen der Platte: 150x150 mm<sup>2</sup>

**P-1002975** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**Tageslichtprojektor**

**P-1000942 Paar Flachspulen**

**Magnetmodell, kubisch**

Wie P-1002975, die Magneten sind jedoch quadratisch angeordnet.

**P-1002976** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**Tageslichtprojektor**

**P-1000942 Paar Flachspulen**



P-1002976



P-1002975

**Eisenfeilspäne**

250 g Eisenfeilspäne zur Veranschaulichung von magnetischen Feldlinien. In Vorratsflasche.

**P-1000580** .....

**Streuer**

Kunststoffflasche mit feiner Bohrung zum gleichmäßigen Ausstreuen von Eisenfeilspänen.

**P-1000581** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000581 Streuer**

**Paar Flachspulen**

Spulenpaar zur Erzeugung eines annähernd homogenen Magnetfeldes für die hexagonalen und kubischen Magnetmodelle (P-1002975 bzw. P-1002976). Damit lassen sich die Änderungen des magnetischen Flusses beim Ummagnetisieren erfassen.

Windungszahl: 125

Widerstand: ca. 7 Ω

zulässiger Strom: 1 A

Abmessungen: ca. 150x30x18 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 85 g

**P-1000942** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000942

## Themen:

- Kraftlinienverlauf von Stab- und Hufeisenmagneten
- Magnetische Abschirmung
- Magnetische Induktion
- Kraftlinienverlauf des Magnetfeldes eines geraden Leiters, eines ringförmigen Leiters, einer Zylinderspule sowie eines Elektromagneten.

### Gerätesatz Magnetfelddarstellung

Gerätesatz zur Darstellung der magnetischen Feldlinien von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern. Auch auf dem Tageslichtprojektor einsetzbar. Die mit Eisenfeilspänen zu bestreuen Acrylglas-Kästen sind mit einer Aussparung versehen, so dass die verwendeten Eisenfeilspäne wieder in die Aufbewahrungsflasche zurückgefüllt werden kann.

Acrylglas-Kästen: ca. 185x125x40 mm<sup>3</sup>  
 Aufbewahrungstablrett: ca. 430x380x25 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,5 kg

### Lieferumfang:

- 1 Gerader Leiter auf Acrylglas-Kasten
- 1 Ringförmiger Leiter auf Acrylglas-Kasten
- 1 Zylinderspule auf Acrylglas-Kasten
- 1 Magnetauflage mit Führungsstegen auf Acrylglas-Kasten
- 1 Acrylglas-Kasten zum Überstülpen mit glatter Streufläche
- 2 Weicheisenstäbe
- 1 Flacher Weicheisenstab
- 2 Permanent-Flachstabmagnete
- 1 Weicheisenring
- 1 Magnetnadel mit Halter
- 1 Streuer mit Eisenpulver
- 1 Gerätegeformtes Aufbewahrungstablrett

### P-1000925

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002771 DC-Netzgerät, 0 – 16 V, 0 – 20 A**  
 (115/230 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

**Tageslichtprojektor**

### Stromleiter auf Acrylglassockel

Stromleiter zur Demonstration von Magnetfeldern stromdurchflossener Leiter. Das Magnetfeld lässt sich mit Eisenpulver sichtbar machen. Grundplatte Acrylglas mit zwei 4 mm-Sicherheitsbuchsen. Zur Projektion auf dem Tageslichtprojektor.

Abmessungen der

Acrylglasplatte: ca. 185x125x40 mm<sup>3</sup>

### Gerader Leiter auf Acrylglassockel

**P-1000926**

### Leiterschleife auf Acrylglassockel

**P-1000927**

### Spule auf Acrylglassockel

Anzahl der Windungen: 7

Spulendurchmesser: ca. 35 mm

Spulenlänge: ca. 65 mm

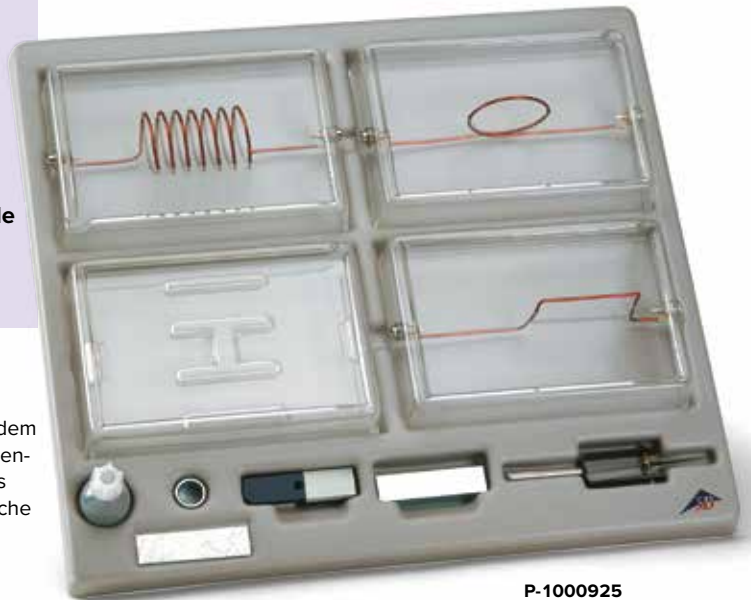
**P-1000928**

Zusätzlich empfehlenswert:

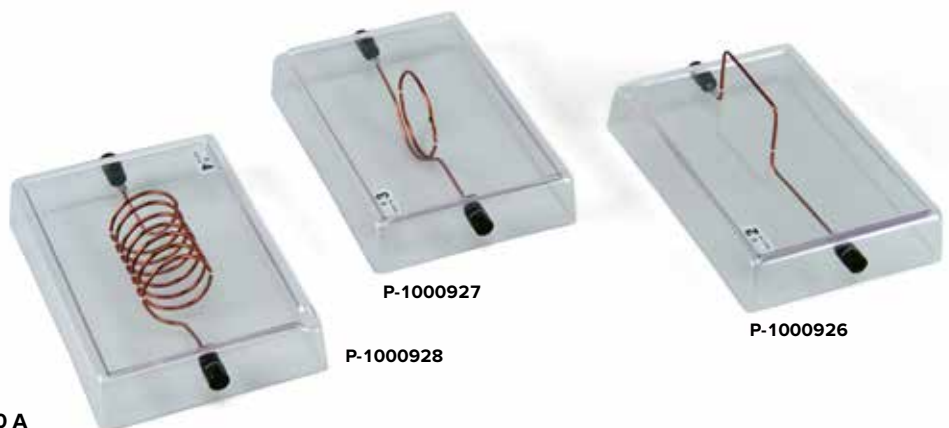
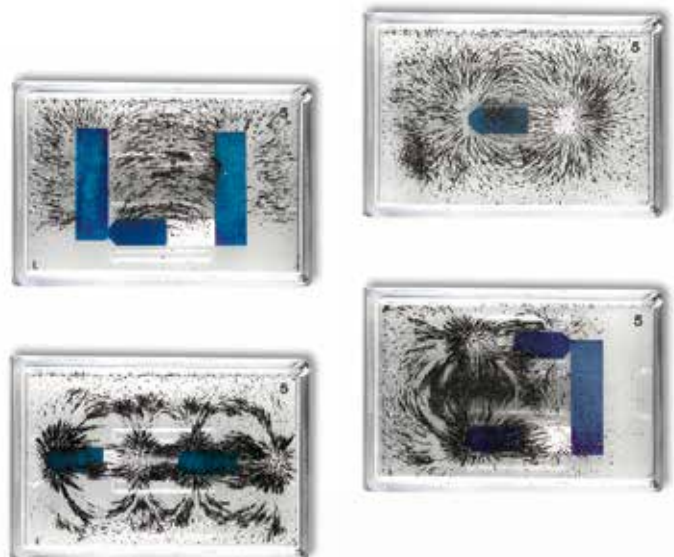
**P-1002771 DC-Netzgerät, 0 – 16 V, 0 – 20 A**  
 (115/230 V, 50/60 Hz)

**P-1000580 Eisenfeilspäne**

**P-1000581 Streuer**



P-1000925



P-1000927

P-1000928

P-1000926

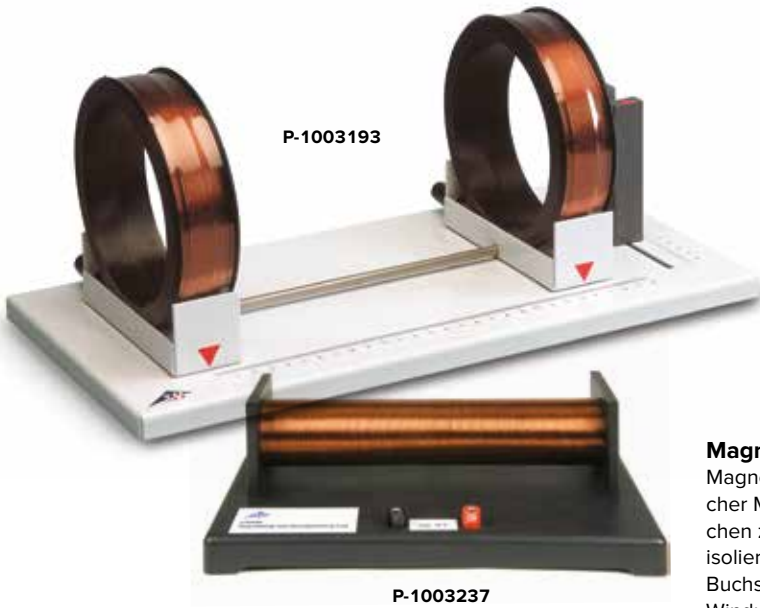
**Helmholtz-Spulenpaar auf Grundplatte**

Spulenpaar mit variablem Abstand zur Bestimmung der Helmholtz-Konfiguration und zur quantitativen Prüfung der Homogenität des Magnetfeldes. Bestehend aus einem parallel zueinander angeordneten Spulenpaar auf einer stabilen Metall-Grundplatte mit einem Halter für eine Magnetfeldsonde. Eine Spule und der Halter sind verschiebbar angebracht. Zwei Skalen dienen zur Ablesung des Spulenabstands bzw. der seitlichen Abweichung der Messsonde.

- Spulendurchmesser: 125 mm
- Windungszahl: je 100
- Max. Spulenabstand: 240 mm
- Max. Spulenstrom: je 5 A
- Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- Grundplatte: 400x200 mm<sup>2</sup>

**P-1003193**

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1000558 Magnetfeldsensor**



**Spule mit veränderlicher Windungsdichte**

Zylinderspule mit veränderlicher Länge zur Untersuchung der magnetischen Feldstärke in Abhängigkeit von der Windungsdichte.

- Spulendurchmesser: 100 mm
- Anzahl der Windungen: 30
- Spulenlänge: 490 mm
- Max. Strom: 10 A, kurzzeitig 20 A
- Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

**P-1000965**

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1000964 Ständer für Zylinderspulen**  
**P-1000558 Magnetfeldsensor**

P-1000965



P-1000592

P-1000591

**Feldspulen**

Zylinderspulen für Experimente zur Untersuchung der magnetischen Feldstärke als Funktion der Stromstärke und der Anzahl der Windungen sowie zum Nachweis der Unabhängigkeit der Feldstärke vom Spulenquerschnitt. Spulenkörper aus Acrylglas.

- Anzahl der Windungen: 120
- Spulenlänge: 490 mm
- Max. Strom: 10 A, kurzzeitig 20 A
- Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

**Feldspule 100 mm Ø**

**P-1000591**

**Feldspule 120 mm Ø**

**P-1000592**

Zusätzlich empfehlenswert:  
**P-1000964 Ständer für Zylinderspulen**  
**P-1000558 Magnetfeldsensor**

**Magnetisierungsspule**

Magnetisierungsspule zur Magnetisierung und Entmagnetisierung gewöhnlicher Magnete oder Eisenstäbe sowie zur Durchführung von Versuchen zur Induktivität. Das robuste Gerät besteht aus einer Spule mit isolierten Kupferwicklungen montiert auf einer Grundplatte mit 4 mm-Buchsen und einem Schalter.

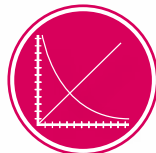
- Windungszahl: 1000
- Spulenlänge: 250 mm
- Spulenradius: 35 mm, innen
- Betriebsspannung: max. 12 V DC oder 12 V AC
- Abmessungen: 305x200x100 mm<sup>3</sup>
- Masse: 2 kg

**P-1003237**

**Ständer für Zylinderspulen**

Aus Acrylglas.  
 Abmessungen: ca. 155x120x75 mm  
 Masse: ca. 185 g

**P-1000964**

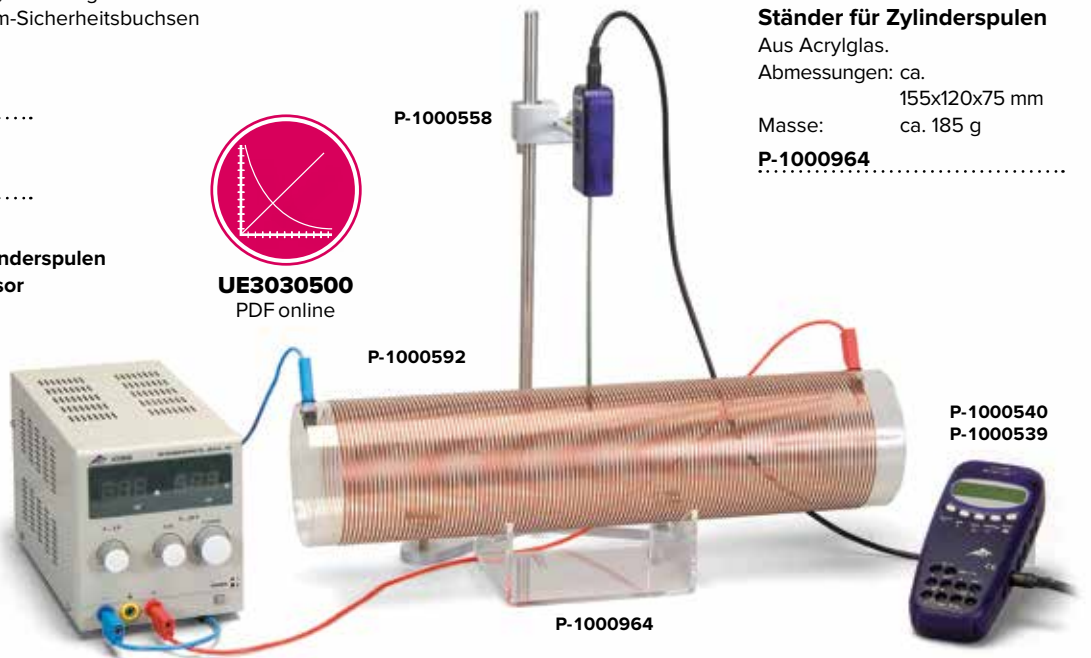


**UE3030500**  
 PDF online

P-1000558

P-1000592

P-1000540  
 P-1000539



Messung des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule

P-1000964

### Bestimmung der Helmholtz-Konfiguration: Messung des Magnetfeldes an einem Spulenpaar mit variablem Abstand

Bezeichnung	Art.-Nr.
Helmholtz-Spulenpaar auf Grundplatte	P-1003193
Teslameter 200 mT (230 V, 50/60 Hz)	P-1003314
oder	
Teslameter 200 mT (115 V, 50/60 Hz)	P-1003313
DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003312
oder	
DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003311
Digital Multimeter P3340	P-1002785
Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	P-1002849



Messung des Magnetfeldes an einem Spulenpaar mit variablem Abstand



P-1018478

#### Halter für Magnetfeldsonde (ohne Abb.)

Halter auf Stiel zur Aufnahme der Magnetfeldsonde in Experimenten zur Bestätigung des Biot-Savart-Gesetzes

P-1019212 .....

#### Satz vier Stromleiter für Biot-Savart

Gerätesatz aus einem geraden und drei kreisförmigen Leitern zur experimentellen Überprüfung der Berechnung der magnetischen Flussdichte nach dem Biot-Savart-Gesetz.

- Anschluss: 4-mm-Stecker
- Maximaler Dauerstrom: 20 A
- Durchmesser der kreisförmigen Leiter: 120 mm, 80 mm und 40 mm
- Länge des geraden Leiters: 400 mm

P-1018478 .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1018449 Haltestab für Steckelemente
- P-1019212 Halter für Magnetfeldsonde
- P-1012892 Flexible Magnetfeldsonde
- oder
- P-1001040 Magnetfeldsonde, axial/tangential
- P-1008537 Teslameter E
- P-1003040 Optische Bank U, 600 mm
- P-1003041 Optikreiter U, 75 mm (2x)
- P-1002771 DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 20 A
- P-1002849 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm



**Gerätesatz Stromwaage**

Gerätesatz zur Messung der Kraft auf einen stromführenden Leiter im Magnetfeld in Abhängigkeit vom Strom, vom Magnetfeld und von der Leiterlänge. Die Kraft errechnet sich aus der scheinbaren Gewichtsänderung des Halters mit Permanentmagneten, die mit einer empfindlichen Waage gemessen wird.

Max. Strom: 5 A  
 Masse: ca. 500 g

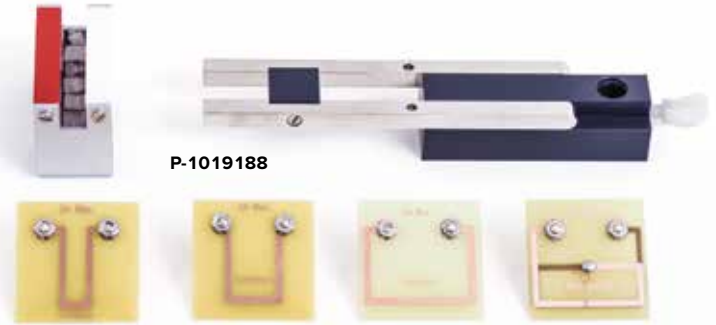
**Lieferumfang:**

- Stromleiter 1 cm
- Stromleiter 2 cm
- Stromleiter 4 cm
- Stromleiter 8 cm
- Halter für Permanentmagnete
- 6 Permanentmagnete
- Stromzuführung und Halterung für Stromleiter, klappbar

**P-1019188** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002933 Stativstange 25 cm**
- P-1002835 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm**
- P-1002850 Paar Experimentierkabel**
- P-1009772 Elektronische Waage 200 g, 0,01 g (230 V, 50/60 Hz)**
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1019188



P-1009772



P-1003312  
P-1003311



P-1003251

**Lorentz-Kraft-Gerät**

Aufbauvorrichtung bestehend aus einem starken Hufeisenmagneten, zwei Messingschienen mit 4 mm-Buchsen und einer Messingachse. An die beiden Schienen wird eine Stromquelle angeschlossen. Legt man die Achse auf die Schienen, schließt sich der elektrische Stromkreis und die Achse wird entlang der Schienen entweder in Richtung zum Magneten angezogen oder in Gegenrichtung abgestoßen. Bei Umkehrung des Stroms erzielt man die gegenteilige Wirkung.  
 Abmessungen: 175x65x70 mm<sup>3</sup>

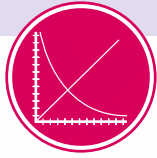
**P-1003251** .....

Zusätzlich erforderlich:

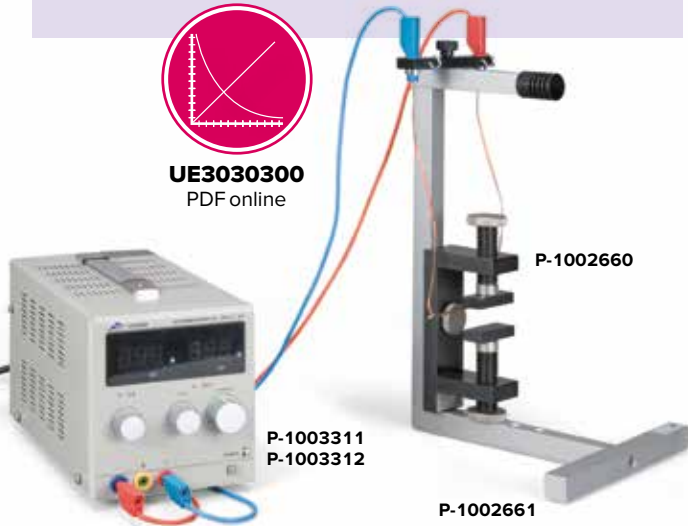
- P-1003312 DC-Netzgerät, 0 – 20 V, 0 – 5A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003311 DC-Netzgerät, 0 – 20 V, 0 – 5A (115 V, 50/60 Hz)**

## Themen:

- Dia- und Paramagnetismus
- Waltenhofen'sches Pendel
- Kraft auf einen Leiter im Magnetfeld bei paralleler und bei senkrechter Konfiguration
- Messung von Strömen mit einer Stromwaage



**UE3030300**  
PDF online



### Gerätesatz Elektromagnetismus

Stabiles, standfestes Stativ aus eloxiertem Aluminium mit vorgegebenen Magnetpositionen und Zubehöraufnahmen. Leiterschaukelauslenkung für Stromwaagen-Versuche in Schritten 0, 15, 30 und 45 mm verstellbar.

#### Lieferumfang:

- 1 Aluminium-Stativ, eloxiert
- 1 Leiterschaukel mit 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- 2 Waltenhofen'sches Pendel (Vollmaterial und geschlitzt)
- 1 Glasstab an Polyesterfaden mit Haken

### Lorentz-Motor

Motoranker ohne Eisenkern zum Einsetzen in Permanentmagnet mit verstellbarem Polabstand (P-1002660). Die Rotation der Spule erfolgt nur durch die Lorentzkraft. Dabei ist die Drehrichtung von der Stromrichtung abhängig.

#### P-1002662

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002660** Permanentmagnet mit einstellbarem Polabstand
- P-1003312** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003311** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

- 1 Aluminiumstab an Polyesterfaden mit Haken
- 1 Rändelschraube

#### P-1002661

Zusätzlich erforderlich:

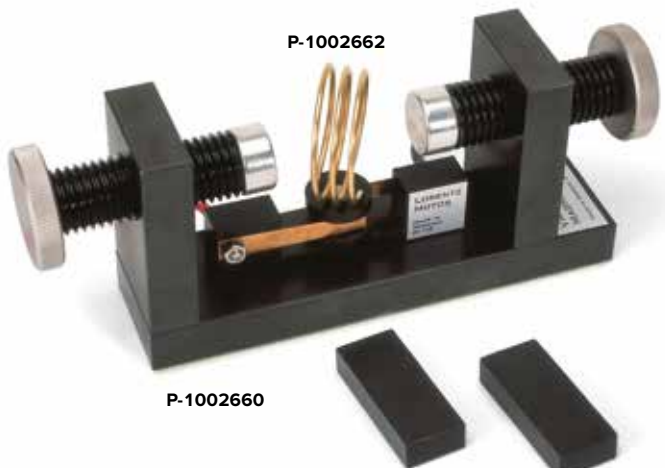
- P-1002660** Permanentmagnet mit einstellbarem Polabstand
- P-1003312** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003311** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

### Permanentmagnet mit einstellbarem Polabstand

Permanentmagnet mit einstellbarem Polabstand und hoher magnetischer Feldstärke durch Verwendung von zwei Neodymium-Magneten. Schwarz brüniertes Eisenjoch und Rädelfgriffe aus Edelstahl sowie aufsetzbare Polschuhe. Horizontale und vertikale Aufstellmöglichkeit des Magnetsystems.

- Magnet: 20x10 mm<sup>2</sup>
- Polschuhe: 20x50 mm<sup>2</sup>
- Polabstand: 2 – 80 mm
- Feldstärken in Spaltmitte: 20 mT – 1000 mT

#### P-1002660





### Elektromotor und Generator, komplett

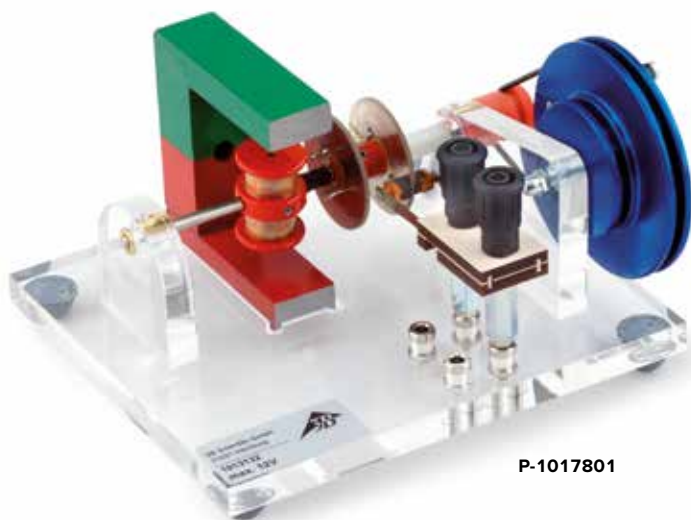
Funktionsmodell zur Demonstration der Wirkungsweise von Gleichstrommotor bzw. Gleich- und Wechselstromgenerator. Das Modell ist mit Kommutator, Schleifring, Stromabnehmer und Ankerspule versehen und auf Acrylglasplatte mit Anschlussbuchsen, Antriebsrolle und Gummiringen montiert. Inklusive Hufeisenmagnet 70 mm.

Abmessungen: ca. 130x150 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 850 g

**P-1017801** .....



Betrieb als AC-Generator



**P-1017801**



Betrieb als DC-Generator

### Induktionsgerät

Gerät zur Demonstration der Induktionsspannung in einer Rahmenspule, die sich durch das Magnetfeld einer begrenzten Magnetplatte bewegt, oder der Rollbewegung eines stromdurchflossenen Leiters im Magnetfeld der Magnetplatte. Durch Variation der Geschwindigkeit, der Bewegungsrichtung und der Windungszahl der Rahmenspule kann das Induktionsgesetz auf experimentellem Wege quantitativ erarbeitet werden. Der transparente Aufbau von Magnetplatte und Spule ermöglicht den Einsatz auf einem Tageslichtprojektor. Eine ausklappbare Stütze ermöglicht den schrägen Einsatz.

Betriebsspannung: 2 – 12 V DC  
 Rahmenspule: ca. 185x125 mm<sup>2</sup>  
 Gesamtabmessungen: ca. 585x200x55 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 3 kg

### Lieferumfang:

- 1 Induktionsgerät mit herausnehmbarer Magnetplatte
- 1 Rahmenspule
- 1 Rollender Leiter

**P-1000968** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1003073 Analogmultimeter AM50**

Zusätzlich empfehlenswert:

**Tageslichtprojektor**

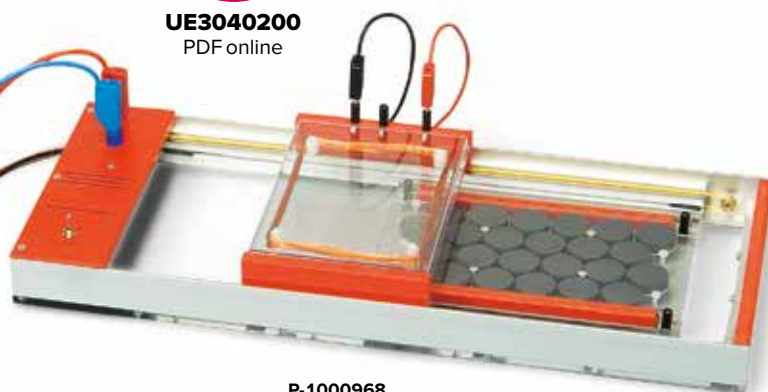


**UE3040200**  
 PDF online



**P-1003312**  
**P-1003311**

**P-1003073**



**P-1000968**



### Flachspule in Drehrahmen

Flachspule in einem drehbar gelagerten Plexiglasrahmen zur Verwendung in Verbindung mit den Helmholtz-Spulen 300 mm (P-1000906). Beim Drehen der Flachspule im Magnetfeld der Helmholtzspulen wird Wechselspannung induziert. Die elektrische Verbindung zur Spule wird über Schleifkontakte hergestellt. Eine Schnurrolle und eine Handkurbel auf der Achse des Drehrahmens dienen zum Spulenantrieb.

Windungszahl: 4000  
Wirksame Fläche: 42 cm<sup>2</sup>  
Abmessungen: ca. 110x80x11 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 360 g

#### P-1013131

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000906 Helmholtz-Spulen 300 mm**

**P-1003073 Analogmultimeter AM50**

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



### Helmholtz-Spulen 300 mm

Spulenpaar mit großem Durchmesser in Helmholtz-Konfiguration zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes. Die Spulen können sowohl parallel als auch in Reihe geschaltet werden. Mit Klemmfeder zur Halterung einer Hallsonde

Spulendurchmesser: ca. 300 mm  
Windungszahl: je 124  
Gleichstromwiderstand: je 1,2 Ω  
Max. Spulenstrom: je 5 A  
Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Masse: ca. 4,1 kg  
Max. Feld: 3,8 mT

#### P-1000906

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000558 Magnetfeldsensor**

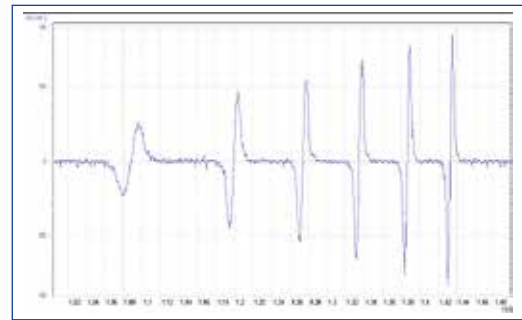


### Röhre mit 6 Induktionsspulen

Kunststoffröhre mit sechs gleichen, in Reihe geschalteten Induktionsspulen. Lässt man den mitgelieferten Stabmagneten durch die Röhre fallen, wird nacheinander in jeweils einer der Spulen eine Spannung induziert. Da die Geschwindigkeit des Magneten beim Fallen mit der Zeit zunimmt, steigen die Amplituden der Spannungsspitzen mit der Zeit an und ihre Breite nimmt ab. Dabei bleiben die Flächen unter den Spannungsspitzen konstant.

Spulenbreite: 10 mm  
Spulenabstand: 190 mm  
Abmessungen: ca. 1500 mm x 20 mm Ø  
Masse: ca. 500 g

#### P-1001005

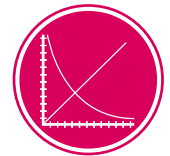


Zeitlicher Verlauf der induzierten Spannung

#### P-1001005



P-1000540  
P-1000539



**UE3040100**  
PDF online

### Experimentiergerät Dynamo

Modelldynamo zur Demonstration der Umwandlung mechanischer in elektrische Energie. Alle Funktionsteile des Elektromotors sind deutlich sichtbar. Der Motor ist auf einer Grundplatte angeordnet und über einen Gummiriemen mit einem Handrad verbunden. Externer Anschluss über 4 mm-Buchsen. Die Ausgangsspannung wird über eine Leuchtdiode angezeigt. Zur Erzeugung des Magnetfeldes dient ein Permanentmagnet.

Grundplatte: 200x100x20 mm<sup>3</sup>  
Handradriemenscheibe: 150 mm Ø  
Höhe: 180 mm

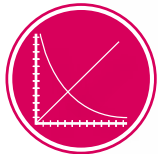
#### Lieferumfang:

- 1 Gerät auf Grundplatte
- 1 Entnehmbare Magnet
- 1 Stapelbare Leuchtdiode
- 1 Kleine Dynamoriemenscheibe

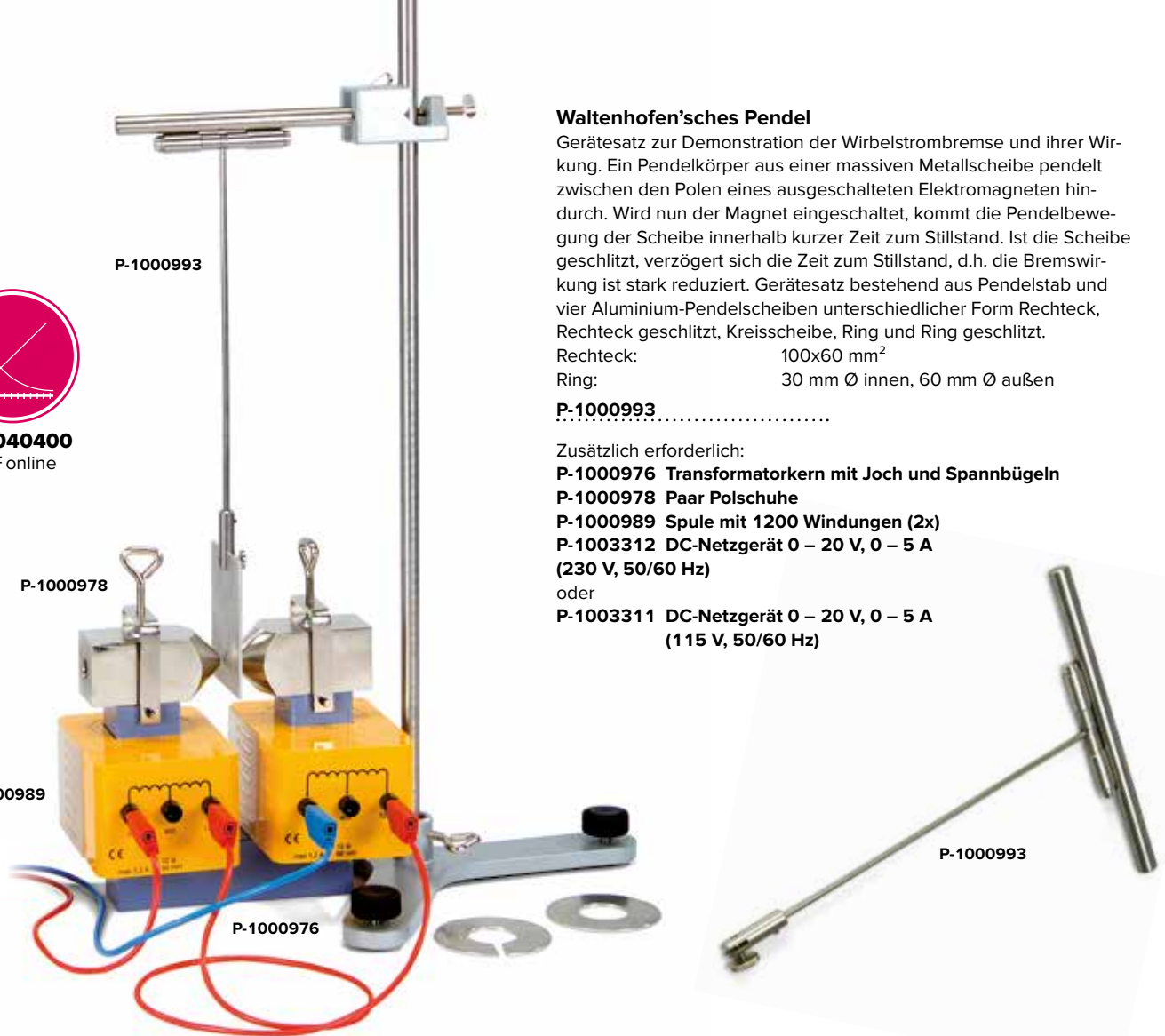
#### P-1003252



P-1003252



**UE3040400**  
PDF online



### Waltenhofen'sches Pendel

Gerätesatz zur Demonstration der Wirbelstrombremse und ihrer Wirkung. Ein Pendelkörper aus einer massiven Metallscheibe pendelt zwischen den Polen eines ausgeschalteten Elektromagneten hindurch. Wird nun der Magnet eingeschaltet, kommt die Pendelbewegung der Scheibe innerhalb kurzer Zeit zum Stillstand. Ist die Scheibe geschlitzt, verzögert sich die Zeit zum Stillstand, d.h. die Bremswirkung ist stark reduziert. Gerätesatz bestehend aus Pendelstab und vier Aluminium-Pendelscheiben unterschiedlicher Form Rechteck, Rechteck geschlitzt, Kreisscheibe, Ring und Ring geschlitzt.

Rechteck: 100x60 mm<sup>2</sup>  
Ring: 30 mm Ø innen, 60 mm Ø außen

### P-1000993

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000976** Transformator Kern mit Joch und Spannbügeln

**P-1000978** Paar Polschuhe

**P-1000989** Spule mit 1200 Windungen (2x)

**P-1003312** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A  
(230 V, 50/60 Hz)

oder

**P-1003311** DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A  
(115 V, 50/60 Hz)

### Satz 3 Induktionsspulen

Spulen für Experimente zur Induktion in Verbindung mit der Feldspule 120 mm Ø (P-1000592) und zu elektrischen Schwingkreisen. Die Spulen sind nur für Kleinspannungen ausgelegt. Spulenkörper aus Acrylglas.

Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen.  
Spulenlänge: 170 mm

#### Spule 1

Anzahl der Windungen: 300 mit Abgriffen bei 100 und 200 Windungen

Spulenquerschnitt: 50x50 mm<sup>2</sup>

#### Spule 2

Anzahl der Windungen: 300

Spulenquerschnitt: 50x30 mm<sup>2</sup>

#### Spule 3

Anzahl der Windungen: 300

Spulenquerschnitt: 50x20 mm<sup>2</sup>

### P-1000590

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000592** Feldspule 120 mm Ø



### Spule veränderlicher Induktivität

Spule zur Messung der Induktivität und der Selbstinduktion einer stromdurchflossenen Spule in Abhängigkeit eines in die Spule eingeschobenen Eisenkerns sowie zur Untersuchung von Wechselstromkreisen. Kupferdrahtspule in schlagfestem Kunststoffgehäuse mit Traggriffen. Ein geschichteter Eisenkern ist über eine Spindelschraube in der Spule verschiebbar angebracht. Mit aufgedruckter Skala zum Ablesen der Länge des in die Spule eingefahrenen Eisenkerns.

Windungszahl: 3000

Max. zulässige Spannung: 30 V AC, 60 V DC

Max. zulässiger Strom: 2 A

Induktivität bei 1 A: ca. 0,15 – 1,4 H, kontinuierlich einstellbar

Widerstand: 12,5 Ω

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Abmessungen: ca. 265x145x130 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 6,2 kg

### P-1003194



### Kupferrohr zur Lenz'schen Regel

Handliches Demonstrationsgerät zur Veranschaulichung der Lenz'schen Regel und der Induktion von Wirbelströmen. Ein kleiner Stahlzylinder und ein Magnet mit gleichen Abmessungen fallen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durch ein Kupferrohr, weil die Fallbewegung des Magneten durch Induktion von Wirbelströmen im Kupferrohr ein Magnetfeld erzeugt, das der Fallbewegung des Magneten entgegen wirkt. Einschließlich 2 Plastik-kappen für die Verwendung des Rohrs als Behälter.

Länge: ca. 320 mm  
Durchmesser: ca. 15 mm

**P-1009716**



P-1009716

### Gerät zur Lenz'schen Regel

Gerät zur qualitativen Demonstration der Lenz'schen Regel durch Annäherung eines Magneten. Eine geschlossene und eine offene Leiterschleife, gelagert auf Fuß mit Lagerspitze.

Länge: 195 mm  
Höhe: 110 mm

**P-1009959**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003112 Rundstabmagnet 200x10**



P-1009959

### Fahradynamo, transparent

Fahradynamo in transparentem Gehäuse. Während des Betriebs kann die Bewegung der Generatorkomponenten unmittelbar beobachtet werden.

Generierte Spannung: ca. 6 V  
Generierte Leistung: 3 W  
Abmessungen: ca. 95x34x25 mm<sup>3</sup>

**P-1010164**



P-1010164

### Experimentiermotor mit Getriebe

Universell einsetzbarer Experimentiermotor für Experimente zu Drehbewegungen z.B. mit dem Watt'schen Pendel (P-1009695). In Verbindung mit der im Lieferumfang enthaltenen Handkurbel als Generator einsetzbar. Robuster links- und rechtsdrehender Gleichstrommotor mit Planetengetriebe und Schnellspannfutter in stabilem Gehäuse aus eloxiertem Aluminium mit abnehm- und verstellbarer Stativstange aus Edelstahl. Zusätzlich montierbar auf Halter für Wurfgerät (P-1002655). Drehzahlregelung über Versorgungsspannung, einstellbares Drehmoment. Einschließlich 3-stufiger Riemenscheibe mit Schnurrillen auf Haltestiel.

Leerlaufdrehzahl: ca. 480 U/min bei 12 V  
Drehzahlregelung: ca. 40 U/min pro V  
Spannbereich Bohrfutter: 0,8 bis 10 mm  
Stativstange: 12 mm Ø  
Riemenscheibe: 10 mm Ø, 20 mm Ø, 40 mm Ø  
Haltestiel: 10 mm Ø  
Rundschnurring: Ø 130 mm x 4 mm  
Nennspannung: 12 V DC, 5 A  
Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Abmessungen: 210x95x60 mm<sup>3</sup>  
Masse: 1,2 kg

### Lieferumfang:

Experimentiermotor  
Stativstange mit Rändelschraube  
Handkurbel  
Riemenscheibe  
Rundschnurring

**P-1002663**



P-1002663



Zusätzlich erforderlich:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003331 Digital-Stroboskop (230 V, 50/60 Hz)** oder

**P-1003330 Digital-Stroboskop (115 V, 50/60 Hz)**



**Themen:**

- Spannungstransformation
- Belasteter Transformator
- Stromtransformation
- Spartransformator
- Streufeldexperimente
- Induktionsofen
- Punktschweißen
- Schmelzexperimente
- Hochspannungsexperimente



P-1000976,  
P-1000987/P-1000986,  
P-1000985



**UE3040500**  
PDF online

**Transformatorkern D**

U-Kern mit abnehmbarem Joch, aus hochwertigem geblättertem Transformatorenblech. Einschließlich zwei Spannbügeln zur Befestigung des Jochs oder der durchbohrten Polschuhe (P-1000978).

Kernquerschnitt: 40x40 mm<sup>2</sup>  
U-Kern: ca. 150x130 mm<sup>2</sup>  
Jochlänge: ca. 150 mm  
Masse: ca. 6 kg

**P-1000976**

**Hochspannungsspule D inklusive 2 Hörnerelektroden**

Sekundärspule zum Transformatorkern D (P-1000976) zur Erzeugung hoher Spannungen, die Funkenüberschläge zwischen zwei abgeschirmten Hörnerelektroden hervorrufen können. Aus schlagfestem Kunststoff, berührungssicher.

Windungszahl: 24000  
Leerlaufspannung: ca. 9200 V  
Widerstand: 10 kΩ  
Max. Strom: 0,02 A  
Induktivität: 28 H

**P-1000991**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000976 Transformatorkern D**

**P-1000987 Netzspule D mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000986 Netzspule D mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)**

**Hochstromspule D für Nagelschmelzexperiment**

Sekundärspule zum Transformatorkern D (P-1000976) zur Erzeugung hoher Ströme, die zum Schmelzen von Nägeln geeignet sind. Aus schlagfestem Kunststoff.

Windungszahl: 6  
Widerstand: 3 mΩ  
Max. Stromstärke: 60 A  
Induktivität: 0,25 mH

**P-1000984**

**Primär- / Sekundärspulen zum Transformatorkern D**

Berührungssichere Spulen aus schlagfestem Kunststoff zur Verwendung als Primär- oder Sekundärspulen in Verbindung mit dem Transformator Kern D (P-1000976). Mit Sicherheitsbuchsen. Als Sekundärspulen führen die Spulen je nach Primärspannung Nieder- oder Hochspannung und dürfen dann nicht im Schülerexperiment eingesetzt werden.

	P-1000988	P-1000989	P-1000990
Windungszahl	600	1200	6000
Abgriffe	200/600	400/1200	2000/6000
Widerstand	3 Ω	12 Ω	300 Ω
Max. Stromstärke	2,2 A	1,2 A	0,2 A
Induktivität	15 mH	60 mH	1,5 H

**Kleinspannungsspule D**

Sekundärspule zum Transformator Kern D (P-1000976) zur Erzeugung von Kleinspannungen bis 24 V. Mit fünf Abgriffen. Aus schlagfestem Kunststoff, berührungssicher.

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Windungszahl: 72  
Abgriffe: 6 / 30 / 54 / 66 / 72  
Widerstand: 0,1 Ω  
Max. Stromstärke: 12 A  
Induktivität: 0,23 mH

**P-1000985**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000976 Transformator Kern D**

**P-1000987 Netzspule D mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000986 Netzspule D mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)**

**Netzspule D mit Zuleitung**

Berührungssichere Spule mit Netzanschlussleitung zur Verwendung als Primärspule in Verbindung mit dem Transformator Kern D (P-1000976). Aus schlagfestem Kunststoff, berührungssicher.



	P-1000987	P-1000986
<b>Beschreibung</b>	<b>Netzspule D mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)</b>	<b>Netzspule D mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)</b>
Windungszahl	600	300
Widerstand	3 Ω	0,75 Ω
Max. Stromstärke	2,2 A	4,4 A
Induktivität	15 mH	7,5 mH



P-1012859

### Spule D, 900 Windungen

Spule mit 900 Windungen und thermischer Überlastsicherung. Zur Erzeugung hoher Magnetfelder in Verbindung mit dem U-Kern (P-1000979).

Windungszahl: 900  
 Induktivität: ca. 34 mH  
 Widerstand: ca. 4,8 Ω (bei Raumtemperatur)  
 ca. 6,0 Ω (bei maximaler Stromstärke)

Maximal zulässige Stromstärke: 5 A (für ca. 7 min)  
 Wartezeit für Wiedereinschalten nach thermischer Überlast: ca. 10 min  
 Masse: ca. 1,6 kg

P-1012859

### Hochstromspule mit 5 Windungen

Sekundärspule zum Transformator Kern D (P-1000976) zur Erzeugung hoher Ströme, die zum Punktschweißen von Blechen bis zu einer Stärke von 2 mm geeignet sind.

Windungen: 5  
 Kurzschlussstrom: ca. 260 A  
 Spulendurchmesser: 57 mm  
 Masse: ca. 650 g

P-1000981

Zusätzlich erforderlich:

P-1000982 Satz 5 Blechstreifen

P-1000976 Transformator Kern D

P-1000987 Netzspule mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz) oder

P-1000986 Netzspule mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)



P-1000981

### Satz 5 Blechstreifen

5 Blechstreifen zur Demonstration des Punktschweißverfahrens in Verbindung mit der Spule mit 5 Windungen (P-1000981).  
 Abmessungen: 120x10 mm<sup>2</sup>

P-1000982



P-1000982

### Satz 20 Nägel für Schmelzexperiment

20 Nägel für Schmelzexperimente mit der Hochstromspule (P-1000984).

P-1000983



Thomson'sches Ringexperiment

P-1000992

### Metallring

Metallring zur Durchführung des Thomson'schen Ringexperiments in Verbindung mit der Netzspule (P-1000987 bzw. P-1000986) und dem Transformator Kern D (P-1000976). Zu Beginn umschließt der Metallring einen U-Rohr-Schenkel und liegt auf der Netzspule. Der U-Rohr-Schenkel wird durch das senkrecht aufgestellte Joch verlängert. Beim Einschalten der Netzspule schießt der Ring in die Höhe.  
 Durchmesser: 55 mm

P-1000992

Zusätzlich erforderlich:

P-1000976 Transformator Kern D

P-1000987 Netzspule mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000986 Netzspule mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)



P-1000980

### Schmelzrinne

Kreisförmige Aluminiumrinne mit Isoliergriff zur Demonstration des Prinzips des Induktionsschmelzens bei Verwendung als Sekundärspule zum Transformator Kern D (P-1000976).

Max. Strom: ca. 1300 A  
 Innendurchmesser: 57 mm  
 Masse: ca. 80 g

Geeignete Schmelzmaterialien:

Wood'sches Metall, Zinn

P-1000980

Zusätzlich erforderlich:

P-1000976 Transformator Kern D

P-1000987 Netzspule mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000986 Netzspule mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)



P-1008525



P-1000978



P-1009935



P-1000979



P-1000977

### Paar Spannbügel D

Paar Spannbügel aus dem Lieferumfang des Transformator Kerns D (P-1000976).

P-1000977 .....

### Paar Polschuhe D

Paar Polschuhe mit konischen Enden zur Erzeugung eines stark inhomogenen Magnetfelds auf dem U-Kern D (P-1000979). Mit Bohrung für optische Experimente im Magnetfeld.

Polschuhe: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Masse: 1,7 kg

P-1000978 .....

### Polschuhaufsatz D

Polschuhaufsatz mit einstellbarem Abstand zur Erzeugung eines homogenen Magnetfelds auf dem U-Kern D (P-1000979). Einschließlich zwei 20 mm-Abstandsstücken, vier 10 mm-Abstandsstücken und vier 5 mm-Abstandsstücken.

Abmessungen: 150x120x40 mm<sup>3</sup>  
Masse: 5,7 kg

P-1008525 .....

### U-Kern D

U-Kern aus dem Transformator Kern D (P-1000976).

P-1000979 .....

### Paar Polschuhe und Spannbügel D für Hall-Effekt

Paar Polschuhe für Experimente zum Halbleiter-Halleffekt. Mit Spannbügeln zur Montage auf dem U-Kern D (P-1000979).

Abmessungen eines Polschuhs: 40x40x75 mm<sup>3</sup>  
Gesamte Masse: ca. 2 kg

P-1009935 .....

### Themen:

- Spannungstransformation
- Belasteter Transformator
- Stromtransformation
- Spartransformator
- Streufeldexperimente
- Schmelzexperimente



P-1001004

### Transformator Kern S

U-Kern mit abnehmbarem Joch, aus hochwertigem geblättertem Transformatorblech.

Kernquerschnitt: 20x20 mm<sup>2</sup>  
U-Kern: ca. 70x70 mm<sup>2</sup>  
Jochlänge: ca. 70 mm

P-1001004 .....

P-1001003, P-1001000

### Hochstromspule S

Sekundärspule zum Transformator Kern S (P-1001004) zur Erzeugung hoher Ströme.

Windungszahl: 22  
Max. Strom: 10 A

P-1000999 .....



P-1001000-P-1001003



P-1000999

### Transformatorspulen S

Berührungssichere Spulen aus schlagfestem Kunststoff zum Aufbau eines Transformators in Verbindung mit dem Transformator Kern S (P-1001004).

Maximale Spannung: 50 V (Kleinspannung)  
Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Öffnung für Eisenkerne: 20x20 mm<sup>2</sup>

Art.-Nr.	Windungszahl	Max. Stromstärke	Induktivität
P-1001000	600	800 mA	ca. 6 mH
P-1001001	800	600 mA	ca. 10 mH
P-1001002	1200	400 mA	ca. 25 mH
P-1001003	2400	200 mA	ca. 100 mH

## Themen:

- Hertz'sche Wellen (hochfrequente elektromagnetische Wellen)
- Absorption und Transmisson
- Koronaentladung
- Funkentladung
- Drahtlose Energieübertragung zu einer Leuchtstofflampe
- Stehende Wellen auf einer Tesla-Spule

### Tesla-Transformator

Klassischer Tesla-Transformator zur Erzeugung einer ungefährlichen hochfrequenten Hochspannung von ca. 100 kV. Die übersichtliche, offene Anordnung aller Bauteile verdeutlicht den Aufbau und die Wirkungsweise. Durch den Betrieb mit Kleinspannung ist das Gerät berührungsungefährlich.

Windungszahl

Primärspule: 2 – 10

Windungszahl

Sekundärspule: 1150

Primärspannung: 20 V AC

Sekundärspannung: >100 kV

Transformator: ca. 330x200x120 mm<sup>3</sup>

Sekundärspule: ca. 240 mm x 75 mm Ø

Masse: ca. 3 kg

### Lieferumfang:

1 Tesla-Transformator, Grundgerät

1 Handspule

1 Sekundärspule

1 Kugelelektrode, kurz

1 Kugelelektrode, lang

1 Nadelelektrode mit Sprührad

1 Leuchtstoffröhre

1 Reflektor

### P-1000966

Zusätzlich erforderlich:

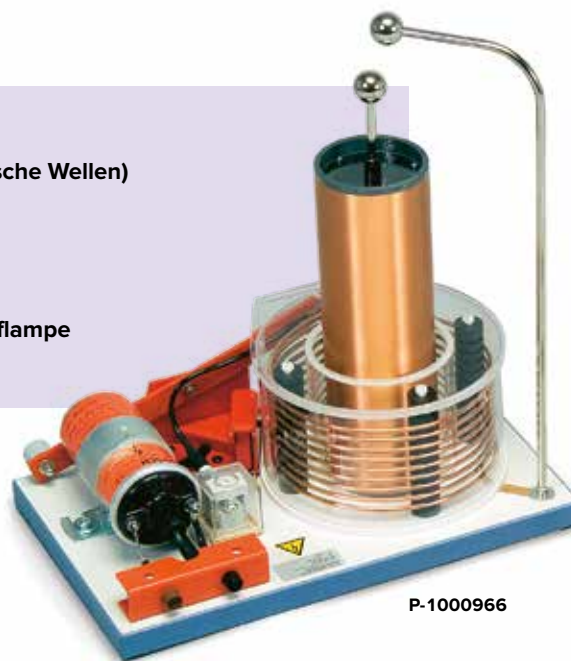
**P-1003593 AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 6 A**  
(230 V, 50/60 Hz)

oder

**P-1008692 AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 6 A**  
(115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1000967 Zusatzspule zum Tesla-Transformator**



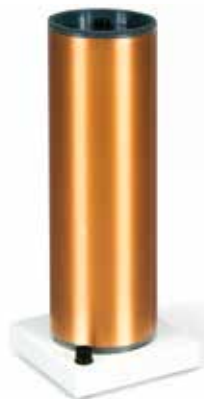
P-1000966



### Zusatzspule zum Tesla-Transformator

Zusätzliche Sekundärspule zum Tesla-Transformator (P-1000966).  
Abmessungen: ca. 240 mm x 75 mm Ø

### P-1000967



P-1000967



P-1003593  
P-1008692

### AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A

Kombiniertes Netzgerät mit separatem AC- und DC-Ausgang und jeweils separaten Anzeigen der Ausgangsspannung und des Ausgangstroms. Der DaC-Ausgang ist als kontinuierlich verstellbare Stromquelle oder Spannungsquelle einsetzbar. Der AC-Ausgang ist strombegrenzt und elektronisch gegen Überlast geschützt.

DC-Spannung: 0 – 30 V

DC-Strom: 0 – 6 A

AC-Spannung: 0 – 30 V

AC-Strom: max. 6 A

Abmessungen: ca. 380x140x300 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 12 kg

**AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A (230 V, 50/60 Hz)**

### P-1003593

**AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A (115 V, 50/60 Hz)**

### P-1008692

### Wichtiger Hinweis:

Geräte in Ausbildungs-, Forschungs-, und Lehrstätten, die zur Untersuchung elektromagnetischer Erscheinungen bestimmt sind, dürfen die Grenzwerte für die Störaussendung nach EMV-Richtlinie überschreiten.

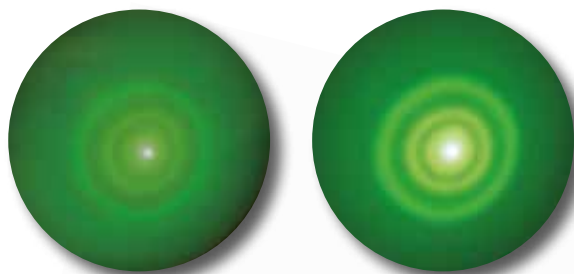
Die durch das Gerät verursachten Störungen überschreiten die zulässigen Grenzwerte der Störaussendung nach zutreffenden EMV-Normen und können zu Beeinträchtigungen der Funktion anderer elektronischer Geräte innerhalb des Gebäudes und in der Umgebung führen.

Der Benutzer ist für die Reduzierung und Verhinderung dieser Beeinträchtigung verantwortlich und hat erforderliche Maßnahmen zu ergreifen, wenn Störungen, die zu einem Problem führen, auftreten.



**Themen:**

- Glühemission von Elektronen
- Geradlinige Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum
- Ablenkung im magnetischen und elektrischen Feld
- Bestimmung der Polarität der Elektronenladung
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$
- Inelastischer Elektronenstoß
- Lumineszenz
- Wellen- und Teilchencharakter von Elektronen



Aufnahmen im verdunkelten Raum bei 3 kV und bei 4,5 kV.



P-1013885

**TELTRON® Elektronenröhren D**

Weltweit bekannt und seit vielen Jahren bewährt: Elektronenröhren mit Glühkathoden zur experimentellen Untersuchung der Eigenschaften des freien Elektrons.

- Glühemission von Elektronen
- Geradlinige Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum
- Ablenkung im magnetischen und elektrischen Feld
- Bestimmung der Polarität der Elektronenladung
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$
- Inelastischer Elektronenstoß
- Lumineszenz
- Wellen- und Teilchencharakter von Elektronen

Schutzmaßnahmen gegen ionisierende Strahlung entfallen, da zum Betrieb der Röhren Hochspannungen über 5 kV nicht erforderlich sind.

**Elektronenbeugungsröhre D**

Hochevakuierte Elektronenröhre zum Nachweis der Wellennatur von Elektronen durch die Beobachtung von Interferenzen, die nach Durchtritt der Elektronen durch ein polykristallines Graphitgitter entstehen (Debye-Scherrer-Beugung) und auf dem Fluoreszenzschirm sichtbar sind. Bestimmung der Wellenlänge in Abhängigkeit der Anodenspannung aus den Radien der Beugungsringe und den Netzebenenabständen von Graphit. Bestätigung der de-Broglie'schen Hypothese.

Heizspannung: 6,3 V AC  
 Max. Anodenspannung: 5000 V  
 Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V  
 Fokussierspannung: 0 – 50 V  
 Gitterkonstanten von Graphit:  $d_{10} = 0,213 \text{ nm}$ ,  $d_{11} = 0,123 \text{ nm}$

P-1013885

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009960 Dreipoliger Schutzadapter

Hinweis:  
 Bei Verwendung von nur einem Hochspannungs-Netzgerät können Anodenspannung und Kondensatorspannung nicht unabhängig voneinander gewählt werden.

**Elektronenablenkröhre D**

Hochevakuierte Elektronenröhre mit fokussierender Elektronenkanone und gegen die Strahlachse geneigtem Leuchtschirm, auf dem der Strahlverlauf zur Untersuchung von Elektronenstrahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sichtbar gemacht wird. Im elektrischen Feld des eingebauten Plattenkondensators können die Elektronenstrahlen elektrisch und durch Verwendung des Helmholtz-Spulenpaares D (P-1000644) magnetisch abgelenkt werden. Durch Ausgleich der magnetischen durch elektrische Ablenkung kann die spezifische Ladung  $e/m$  und die Geschwindigkeit der Elektronen bestimmt werden.

Heizspannung: 6,3 V AC  
 Max. Anodenspannung: 5000 V  
 Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V  
 Max. Kondensatorspannung: 5000 V  
 Fluoreszenzschirm: 90x60 mm<sup>2</sup>  
 Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
 Gesamtlänge: ca. 260 mm

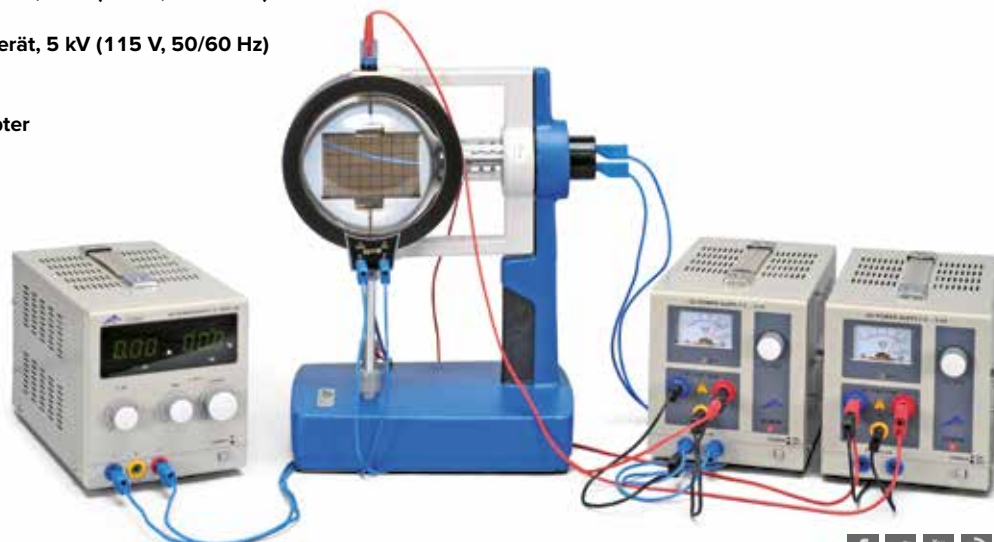
P-1000651

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente
- P-1000644 Helmholtz-Spulenpaar D
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) (2x)
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz) (2x)
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

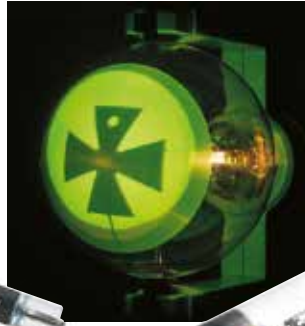
Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter





P-1000650



P-1000649

### Perrin-Röhre D

Hochevakuierte Elektronenröhre mit fokussierender Elektronenkanone, Leuchtschirm und seitlich angesetztem Faraday-Käfig. Zum Nachweis der negativen Polarität von Elektronen und zur Abschätzung der spezifischen Elektronenladung  $e/m$  durch magnetische Ablenkung in den mit einem Elektroskop (P-1003048) verbundenen Faraday-Käfig. Zusätzlich kann die Ablenkung von Elektronen in zwei zueinander senkrechten magnetischen Wechselfeldern untersucht und z.B. durch das Erzeugen von Lissajous'sche Figuren demonstriert werden.

Heizspannung:	6,3 V AC
Max. Anodenspannung:	5000 V
Anodenstrom:	ca. 0,1 mA bei 4000 V
Strahlstrom:	4 $\mu$ A bei 4000V
Glaskolben:	ca. 130 mm $\varnothing$
Leuchtschirm:	85 mm $\varnothing$
Gesamtlänge:	ca. 250 mm

#### P-1000650

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente
- P-1000644 Helmholtz-Spulenpaar D
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003048 Elektroskop
- P-1000645 Zusatzspule
- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter

### Lumineszenzröhre D

Hochevakuierte Elektronenröhre mit divergenter Elektronenkanone und drei Leuchtstreifen in den Farben rot, grün und blau. Zur Demonstration der Anregung von Lichtemission während und nach Elektronenbeschuss.

Heizspannung:	6,3 V AC
Max. Anodenspannung:	5000 V
Anodenstrom:	ca. 0,1 mA bei 4000 V
Glaskolben:	ca. 130 mm $\varnothing$
Gesamtlänge:	ca. 260 mm

#### P-1000648

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter

### Schattenkreuzröhre D

Hochevakuierte Elektronenröhre mit divergenter Elektronenkanone, Leuchtschirm und Malteserkreuz. Zum Nachweis der geradlinigen Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum durch Schattenprojektion des Malteserkreuzes auf den Leuchtschirm und zur Einführung in die Elektronenoptik.

Heizspannung:	6,3 V AC
Max. Anodenspannung:	5000 V
Anodenstrom:	ca. 0,1 mA bei 4000 V
Glaskolben:	ca. 130 mm $\varnothing$
Leuchtschirm:	85 mm $\varnothing$
Gesamtlänge:	ca. 260 mm

#### P-1000649

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter
- P-1000644 Helmholtz-Spulenpaar D
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)



P-1000648



**Triode D**

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Glühkathode, Steuergitter und Anode zur quantitativen Untersuchung steuerbarer Hochvakuumröhren, zur Aufnahme der Kennlinien einer Triode, zur Bestimmung der negativen Polarität der Elektronenladung sowie zur Untersuchung der technischen Anwendung der Triode als Verstärker und zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen in LC-Kreisen.

- Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC
- Max. Anodenspannung: 500 V
- Anodenstrom: ca. 2 mA bei 200 V Anodenspannung
- Glaskolben: ca. 130 mm Ø
- Gesamtlänge: ca. 260 mm

**P-1000647** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D**
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente**
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50**
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter**

**Diode D**

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Glühkathode und Anode zur Untersuchung des glühelektrischen Effekts (Edison-Effekt), zur Messung des Emissionsstromes in Abhängigkeit der Heizleistung der Glühkathode sowie zur Aufnahme von Diodenkennlinien und zur Demonstration der Gleichrichterwirkung einer Diode.

- Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC
- Max. Anodenspannung: 500 V
- Anodenstrom: ca. 2 mA bei 200 V Anodenspannung
- Glaskolben: ca. 130 mm Ø
- Gesamtlänge: ca. 260 mm

**P-1000646** .....

**Gastriode D**

Teilevakuierte, mit He-Gas gefüllte Elektronenröhre mit Glühkathode, Steuergitter und Anode zur quantitativen Untersuchung der charakteristischen Eigenschaften einer gasgefüllten Triode, Aufnahme der  $I_A - U_A$ -Kennlinie eines Thyratrons, Beobachtung der selbständigen und unselbständigen Entladung sowie Beobachtung der diskontinuierlichen Energieabgabe von He-Atomen beim inelastischen Stoß mit freien Elektronen.

- Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC
- Max. Anodenspannung: 500 V
- Anodenstrom: ca. 10 mA bei 200 V Anodenspannung
- Glaskolben: ca. 130 mm Ø
- Gesamtlänge: ca. 260 mm

**P-1000653** .....

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D**
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente**
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50**
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter**



Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D**
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente**
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50**
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1009961 Zweipoliger Schutzadapter**

		P-1000646	P-1000647	P-1000653
		<b>Diode D</b>	<b>Triode D</b>	<b>Gastriode D</b>
<b>P-1008507</b>	<b>Röhrenhalter D</b>	erforderlich	erforderlich	erforderlich
<b>P-1002847</b>	<b>Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente</b>	erforderlich	erforderlich	erforderlich
<b>P-1003308</b> oder <b>P-1003307</b>	<b>DC-Netzgerät 500 V</b>	erforderlich	erforderlich	erforderlich
<b>P-1003310</b> oder <b>P-1003309</b>	<b>Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV</b>	–	–	–
<b>P-1000644</b>	<b>Helmholtz-Spulenpaar D</b>	–	–	–
<b>P-1003312</b> oder <b>P-1003311</b>	<b>DC-Netzgerät 20 V</b>	–	–	–
<b>P-1003073</b>	<b>Analog-Multimeter AM50</b>	erforderlich	erforderlich	erforderlich
<b>P-1009961</b>	<b>Zweipoliger Schutzadapter</b>	empfohlen	empfohlen	empfohlen
<b>P-1009960</b>	<b>Dreipoliger Schutzadapter</b>	–	–	–
<b>P-1000645</b>	<b>Zusatzspule</b>	–	–	–
<b>P-1003048</b>	<b>Elektroskop</b>	–	–	–

### Doppelstrahlröhre D

Teilvakuierte, mit Helium gefüllte Elektronenröhre mit tangentialer und axialer Elektronenkanone. Zur Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$  aus dem Bahndurchmesser der Elektronen bei tangentialem Einschuss und senkrecht angelegtem Magnetfeld sowie zur Beobachtung der Spiralbahnen von Elektronen bei axialem Einschuss und koaxialem Magnetfeld. Die Elektronenbahnen werden durch Stoßanregung der Heliumatome als feiner Leuchtstrahl sichtbar.

- Max. Heizspannung: 7,5 V
- Max. Anodenspannung: 100 V DC
- Anodenstrom: ca. 30 mA
- Max. Ablenkspannung: 50 V DC
- Glaskolben: ca. 130 mm Ø
- Gesamtlänge: ca. 260 mm

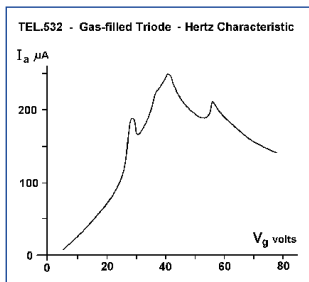
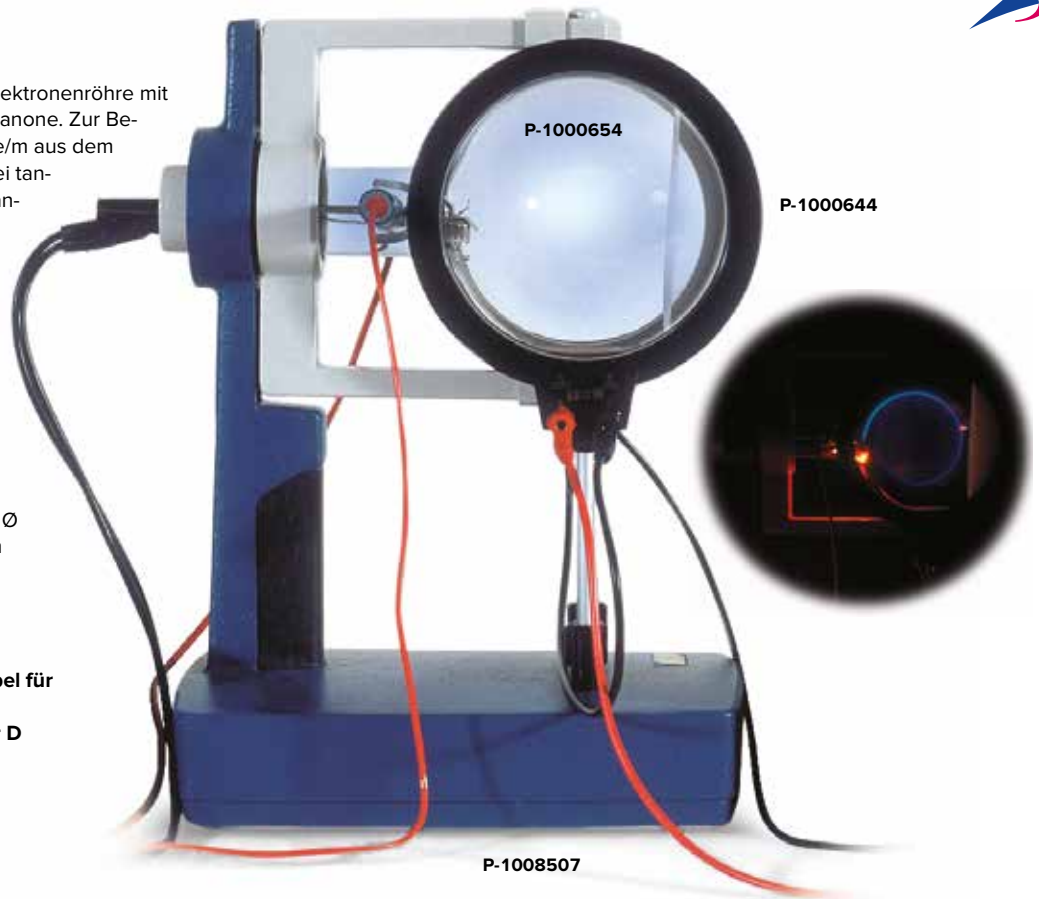
#### P-1000654

Zusätzlich erforderlich:

- P-1008507 Röhrenhalter D**
- P-1002847 Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente**
- P-1000644 Helmholtz-Spulenpaar D**
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)**

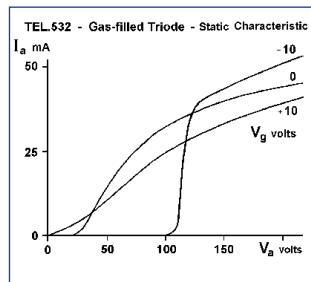
oder

- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)**



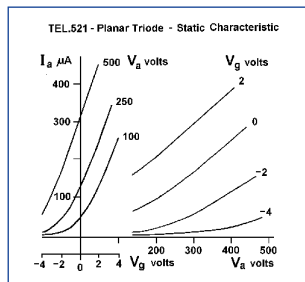
**P-1000653:**

Anodenstrom  $I_A$  als Funktion der Anodenspannung  $U_A$  bei verschiedenen Gitterspannungen  $U_G$



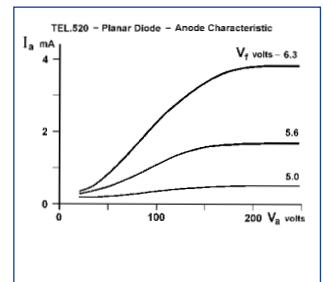
**P-1000653:**

Elektronenstoßanregung als Funktion der Beschleunigungsspannung  $U_G$  in Helium



**P-1000647:**

Anodenstrom  $I_A$  als Funktion der Gitterspannung  $U_G$  und als Funktion der Anodenspannung  $U_A$  bei verschiedenen Gitterspannungen  $U_G$



**P-1000646:**

Anodenstrom  $I_A$  als Funktion der Anodenspannung  $U_A$

P-1000654	P-1000648	P-1000649	P-1000650	P-1000651	P-1013885
Doppelstrahlröhre D	Lumineszenzröhre D	Schattenkreuzröhre D	Perrin-Röhre D	Elektronenablenkröhre D	Elektronenbeugungsröhre D
erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
erforderlich	–	–	–	–	–
–	erforderlich	erforderlich	erforderlich	2x erforderlich	erforderlich
erforderlich	–	empfohlen	erforderlich	erforderlich	–
–	–	empfohlen	erforderlich	erforderlich	–
–	–	–	–	–	–
–	empfohlen	empfohlen	empfohlen	empfohlen	–
–	–	–	–	–	empfohlen
–	–	–	empfohlen	–	–
–	–	–	empfohlen	–	–



P-1008507

**Röhrenhalter D**

Röhrenhalter aus robustem Kunststoff zur Aufnahme aller Elektronenröhren der Serie D sowie des Optischen Analogons (P-1000656). Mit um 360° drehbarer Spanngabel aus hitzebeständigem Kunststoff und zwei Bohrungen zur Aufnahme des Helmholtz-Spulenpaares D (P-1000644). Rutschfest auf drei Gummifüßen.  
 Abmessungen: ca. 230x175x320 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 1,5 kg

**P-1008507** .....

**Zusatzspule**

Zusatzspule zur Erzeugung eines zusätzlichen Magnetfeldes in der Perrin-Röhre. Zum Beispiel zur Demonstration der Funktionsweise eines Oszilloskops sowie zur Erzeugung von Lissajous-Figuren.  
 Windungszahl: 1000  
 Wirkwiderstand: ca. 7 Ω  
 Belastbarkeit: max. 2 A  
 Anschlüsse: 4 mm-Buchsen  
 Abmessungen: 33 mm x 80 mm Ø

**P-1000645** .....

**Optisches Analogon zur Debye-Scherrer-Interferenz**

Aluminiumscheibe mit kugeligelagertem, optischem Kreuzgitter zur Veranschaulichung der Debye-Scherrer-Interferenz mit sichtbarem Licht. Das rotierende Kreuzgitter dient als Modell des polykristallinen Graphit-Gitters in der Elektronenbeugungsröhre. Einschließlich Lochblende und rotem und grünem Farbfilter.  
 Kreuzgitter: 20 Raster/mm, 3 mm Ø  
 Schwungscheibe: 100 mm Ø  
 Lochblende: 1 mm Ø  
 Blendrahmen: 50x50 mm<sup>2</sup>  
 Filter: 80x100 mm<sup>2</sup>

**P-1000656** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1008507 Röhrenhalter D**
- P-1003188 Optikleuchte**
- P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1003023 Sammellinse, f = 100 mm**
- P-1000855 Objekthalter auf Stiel**
- P-1000608 Projektionsschirm**
- P-1002835 Stativfuß**
- P-1001046 Tonnenfuß (3x)**

**Schutzadapter, 3-polig**

Adapter für Elektronenbeugungsröhre D (P-1013885) zum Anschluss der Heizspannung mit Sicherheitsexperimenterkabeln. Mit interner Schutzschaltung zum Schutz des Heizfadens gegen Überspannungen. Abmessungen passend zur dreipoligen Anschlusskappe der Röhre.

**P-1009960** .....

**Schutzadapter, 2-polig**

Adapter für Elektronenröhren D zum Anschluss der Heizspannung mit Sicherheitsexperimenterkabeln. Mit interner Schutzschaltung zum Schutz des Heizfadens gegen Überspannungen. Abmessungen passend zur zweipoligen Anschlusskappe der Röhre.

**P-1009961** .....



P-1000645

P-1000644

**Helmholtz-Spulenpaar D**

Spulenpaar zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes senkrecht zur Röhrenachse bei Einsatz im Röhrenhalter D (P-1008507). In Kunststoffhülse auf isoliertem Stativstab.  
 Spulendurchmesser: 136 mm  
 Windungszahl: je 320  
 Wirkwiderstand: je ca. 6,5 Ω  
 Belastbarkeit: je 1,5 A  
 Anschlüsse: 4 mm-Buchsen  
 Stativstab: 145 mm x 8 mm Ø

**P-1000644** .....

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000656

## Themen:

- Glühemission von Elektronen
- Geradlinige Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum
- Ablenkung im magnetischen und elektrischen Feld
- Bestimmung der Polarität der Elektronenladung
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$
- Inelastischer Elektronenstoß
- Lumineszenz
- Anregungsspektren von Edelgasen
- Auflösung von Haupt- und Nebenquantenzahlen atomarer Anregungsniveaus
- Wellen- und Teilchencharakter von Elektronen



P-1000617

### Thomson-Röhre S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit fokussierender Elektronenkanone und gegen die Strahlachse geneigtem Leuchtschirm, auf dem der Strahlverlauf zur Untersuchung von Elektronenstrahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sichtbar gemacht wird. Im elektrischen Feld des eingebauten Plattenkondensators können die Elektronenstrahlen elektrisch und durch Verwendung des Helmholtz-Spulenpaares S (P-1000611) magnetisch abgelenkt werden. Durch Ausgleich der magnetischen durch elektrische Ablenkung kann die spezifische Ladung  $e/m$  und die Geschwindigkeit der Elektronen bestimmt werden.

Heizspannung:	6,3 V AC
Max. Anodenspannung:	5000 V
Anodenstrom:	ca. 0,1 mA bei 4000 V
Max. Kondensatorspannung:	500 V
Glaskolben:	ca. 130 mm Ø
Gesamtlänge:	ca. 250 mm

### P-1000617

Zusätzlich erforderlich:

P-1014525 Röhrenhalter S

P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm

P-1000611 Helmholtz-Spulenpaar S

P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)

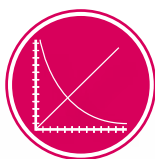
## TELTRON® Elektronenröhren S

Weltweit bekannt und seit vielen Jahren bewährt:

Elektronenröhren mit Glühkathoden zur experimentellen Untersuchung der Eigenschaften des freien Elektrons.

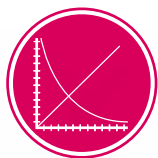
- Glühemission von Elektronen
- Geradlinige Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum
- Ablenkung im magnetischen und elektrischen Feld
- Bestimmung der Polarität der Elektronenladung
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$
- Inelastischer Elektronenstoß
- Lumineszenz
- Anregungsspektren von Edelgasen
- Auflösung von Haupt- und Nebenquantenzahlen atomarer Anregungsniveaus
- Wellen- und Teilchencharakter von Elektronen

Schutzmaßnahmen gegen ionisierende Strahlung entfallen, da zum Betrieb der Röhren Hochspannungen über 5 kV nicht erforderlich sind.



UE3070500  
PDF online

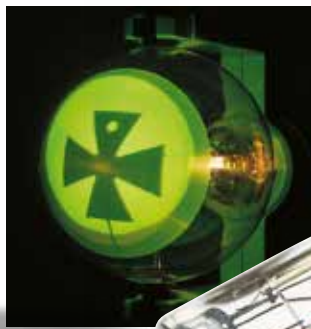




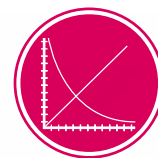
**UE3070300**  
PDF online



P-1000011



P-1000616



**UE3070400**  
PDF online



### Schattenkreuzröhre S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit divergenter Elektronenkanone, Leuchtschirm und Malteserkreuz. Zum Nachweis der geradlinigen Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum durch Schattenprojektion des Malteserkreuzes auf den Leuchtschirm und zur Einführung in die Elektronenoptik.

Heizspannung: 6,3 V AC  
Max. Anodenspannung: 5000 V  
Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Leuchtschirm: 85 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

#### P-1000011

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S**
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1000611 Helmholtz-Spulenpaar S**
- P-1003312 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Lumineszenzröhre S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit divergenter Elektronenkanone und drei Leuchtstreifen in den Farben rot, grün und blau. Zur Demonstration der Anregung von Lichtemission während und nach Elektronenbeschuss.

Heizspannung: 6,3 V AC  
Max. Anodenspannung: 5000 V  
Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

#### P-1000615

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S**
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**

### Perrin-Röhre S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit fokussierender Elektronenkanone, Leuchtschirm und seitlich angesetztem Faraday-Käfig. Zum Nachweis der negativen Polarität von Elektronen und zur Abschätzung der spezifischen Elektronenladung  $e/m$  durch magnetische Ablenkung in den mit einem Elektroskop (P-1003048) verbundenen Faraday-Käfig. Zusätzlich kann die Ablenkung von Elektronen in zwei zueinander senkrechten magnetischen Wechselfeldern bzw. in parallelen elektrischen und magnetischen Wechselfeldern untersucht und z.B. durch das Erzeugen von Lissajous'sche Figuren demonstriert werden.

Heizspannung: 6,3 V AC  
Max. Anodenspannung: 5000 V  
Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V  
Strahlstrom: 4  $\mu$ A bei 4000V  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Leuchtschirm: 85 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

#### P-1000616

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S**
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**
- P-1000611 Helmholtz-Spulenpaar S**

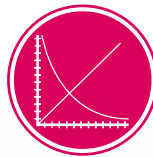
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**
- P-1003312 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1003311 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003048 Elektroskop**
- P-1000645 Zusatzspule**



P-1000615



**UE3070100**  
**UE3070200**  
PDF online



P-1000614 / P-1000618

P-1014525

P-1003308  
P-1003307

P-1003073

### Diode S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Glühkathode und Anode zur Untersuchung des glühelektrischen Effekts (Edison-Effekt), zur Messung des Emissionsstromes in Abhängigkeit der Heizleistung der Glühkathode sowie zur Aufnahme von Diodenkennlinien und zur Demonstration der Gleichrichterwirkung einer Diode.

Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC  
Max. Anodenspannung: 500 V  
Anodenstrom: ca. 2 mA bei 200 V Anodenspannung  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

#### P-1000613

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)

### Triode S

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Glühkathode, Steuergitter und Anode zur quantitativen Untersuchung steuerbarer Hochvakuumröhren, zur Aufnahme der Kennlinien einer Triode, zur Bestimmung der negativen Polarität der Elektronenladung sowie zur Untersuchung der technischen Anwendung der Triode als Verstärker und zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen in LC-Kreisen.

Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC  
Max. Anodenspannung: 500 V  
Anodenstrom: ca. 2 mA bei 200 V Anodenspannung  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

#### P-1000614

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)

### Gastriode S

Teilvakuierte, mit Edelgas gefüllte Elektronenröhre mit Glühkathode, Steuergitter und Anode zur quantitativen Untersuchung der charakteristischen Eigenschaften einer gasgefüllten Triode, Aufnahme der  $I_A - U_A$ -Kennlinie eines Thyratrons, Beobachtung der selbständigen und unselbständigen Entladung sowie Beobachtung der diskontinuierlichen Energieabgabe von Edelgasatomen beim inelastischen Stoß mit freien Elektronen.

Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC  
Max. Anodenspannung: 500 V  
Anodenstrom: ca. 10 mA bei 200 V Anodenspannung  
Glaskolben: ca. 130 mm Ø  
Gesamtlänge: ca. 250 mm

### Gastriode S mit He-Füllung

#### P-1000618

### Gastriode S mit Ne-Füllung

#### P-1000619

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm
- P-1003073 Analog-Multimeter AM50
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)



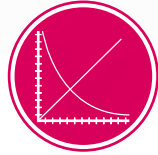
P-1000613

P-1000614 /  
P-1000618 /  
P-1000619





P-1013889



UE5010500  
PDF online

**Doppelstrahlröhre S**

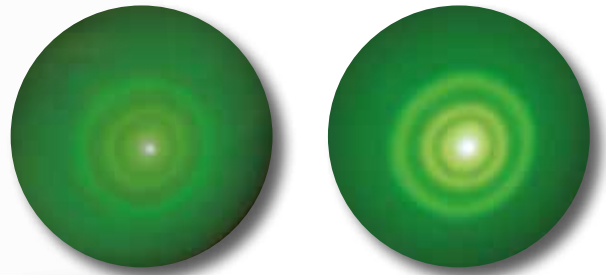
Teilevakuierte, mit Helium gefüllte Elektronenröhre mit tangentialer und axialer Elektronenkanone. Zur Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$  aus dem Bahndurchmesser der Elektronen bei tangentialem Einschuss und senkrecht angelegtem Magnetfeld sowie zur Beobachtung der Spiralbahnen von Elektronen bei axialem Einschuss und koaxialem Magnetfeld. Die Elektronenbahnen werden durch Stoßanregung der Heliumatome als feiner Leuchtstrahl sichtbar.

- Max. Heizspannung: 7,5 V AC/DC
- Max. Anodenspannung: 100 V DC
- Anodenstrom: ca. 30 mA
- Max. Ablenkspannung: 50 V DC
- Glaskolben: ca. 130 mm Ø
- Gesamtlänge: ca. 250 mm

**P-1000622**

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S**
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**
- P-1000611 Helmholtz-Spulenpaar S**
- P-1003308 DC-Netzgerät 500 V (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003307 DC-Netzgerät 500 V (115 V, 50/60 Hz)**



Aufnahmen im verdunkelten Raum bei 3 kV und bei 4,5 kV.

**Elektronenbeugungsröhre S**

Hochevakuierte Elektronenröhre zum Nachweis der Wellennatur von Elektronen durch die Beobachtung von Interferenzen, die nach Durchtritt der Elektronen durch ein polykristallines Graphitgitter entstehen (Debye-Scherrer-Beugung) und auf dem Fluoreszenzschirm sichtbar sind. Bestimmung der Wellenlänge in Abhängigkeit der Anodenspannung aus den Radien der Beugungsringe und den Netzebenenabständen von Graphit. Bestätigung der de-Broglie'schen Hypothese.

- Heizspannung: 6,3 V AC
- Max. Anodenspannung: 5000 V
- Anodenstrom: ca. 0,1 mA bei 4000 V
- Gitterkonstanten von Graphit:  $d_{10} = 0,213 \text{ nm}$ ,  $d_{11} = 0,123 \text{ nm}$

**P-1013889**

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S**
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**
- P-1003310 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
oder
- P-1003309 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**



P-1000622

		P-1000613	P-1000614	P-1000618	P-1000619
		Diode S	Triode S	Gastriode S mit He-Füllung	Gastriode S mit Ne-Füllung
P-1014525	Röhrenhalter S	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
P-1002843	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
P-1002839	Experimentierkabel Sicherheitsstecker / Buchse	–	–	–	–
P-1003308 oder P-1003307	DC-Netzgerät 500 V	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
P-1003310 oder P-1003309	Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV	–	–	–	–
P-1000611	Helmholtz-Spulenpaar S	–	–	–	–
P-1003312 oder P-1003311	DC-Netzgerät 20 V	–	–	–	–
P-1003073	Analog-Multimeter AM50	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
P-1000645	Zusatzspule	–	–	–	–
P-1003048	Elektroskop	–	–	–	–

### Röhrenhalter S

Röhrenhalter zur Aufnahme sowie zum einfachen und sicheren Betrieb aller Elektronenröhren der Serie S. Die fünfpoligen Röhrensockel werden in die Fassung des Röhrenhalters gesteckt. Im Röhrenhalter ist eine Kathoden-Schutzschaltung integriert, um die Heizkathode vor Überspannung zu schützen. In der Grundplatte befindet sich ein Schlitz zur Aufnahme des Helmholtz-Spulenpaares S (P-1000611).

Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: ca. 130x190x250 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 570 g

**P-1014525** .....



P-1014525

### Austauschplatine für Röhrenhalter S

Die Qualität des Elektronenstrahls in der Elektronenbeugungsröhre S (P-1013889) wird durch einen Widerstand beeinflusst, der im Röhrenhalter S zwischen Buchse C5 (Kathode) und Buchse F4 (Heizfaden) liegt. Für optimale Ergebnisse sollte der Widerstand 390 k $\Omega$  betragen. Im Röhrenhalter S (P-1014525) ist der Widerstand entsprechend angepasst. Ältere Röhrenhalter enthalten einen deutlich kleineren Widerstand und müssen zum Betrieb der neuen Elektronenbeugungsröhre S (P-1013889) umgerüstet werden.

Betroffene Röhrenhalter: U18500, U185001, P-1000610

**P-4008573** .....



P-4008573

### Helmholtz-Spulenpaar S

Spulenpaar zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes senkrecht zur Röhrenachse bei Einsatz im Röhrenhalter S (P-1014525).

Windungszahl: je 320  
 Spulendurchmesser: je 138 mm  
 Belastbarkeit: je 1,0 A (Dauerbetrieb)  
 je 1,5 A (Kurzzeitbetrieb)  
 Wirkwiderstand: je ca. 6,5  $\Omega$   
 Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen

**P-1000611** .....



P-1000611

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003312 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder

**P-1003311 DC-Netzgerät 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1000622	P-1000615	P-1000011	P-1000616	P-1000617	P-1013889	P-1000624
Doppelstrahlröhre S	Lumineszenzröhre S	Schattenkreuzröhre S	Perrin-Röhre S	Thomson-Röhre S	Elektronenbeugungsröhre S	Gasentladungsröhre S
erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	–
–	–	–	–	–	–	2x erforderlich
erforderlich	–	–	–	erforderlich	–	–
–	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
erforderlich	–	empfohlen	erforderlich	erforderlich	–	–
–	–	empfohlen	erforderlich	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	empfohlen	–	–	–
–	–	–	empfohlen	–	–	–



P-1000624

### Gasentladungsröhre S

Evakuierbare Glasröhre mit Leuchtschirmen an beiden Enden zur Beobachtung der Leuchterscheinungen elektrischer Entladungen in Gasen bei vermindertem Druck sowie zur Untersuchung von Kathoden- und Kanalstrahlen, die bei niedrigem Druck außerhalb der Entladungsstrecke auftreten. Zerlegbare Bauform, Aufbau in Röhrenhalter (P-1014525). Einschließlich Nadelbelüftungsventil und Vakuumschläuchen.

Länge: 280 mm  
 Polarisierende Spannung:  $\leq 5$  kV  
 Entladungsstrom: ca. 1,2 mA  
 Anschlüsse: 4 mm-Steckerstifte

#### P-1000624

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S
- P-1002839 Experimentierkabel Sicherheitsstecker / Buchse (2x)
- P-1003317 Drehschieber-Vakuumpumpe, zweistufig
- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

### Gasentladungsröhre

Evakuierbare Glasröhre zur Beobachtung der Leuchterscheinungen elektrischer Entladungen in Gasen bei vermindertem Druck. Glasröhre mit Hülsenschliff, mit scheibenförmigen, durchbohrten Elektroden und 4 mm-Buchsen zum Anschluss der Versorgungsspannung.

Material: Glas  
 Abmessungen: ca. 700 mm x 40 mm  $\varnothing$   
 Vakuumanschluss: Hülsenschliff NS 19/26

#### P-1002905

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1003310 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1003309 Hochspannungs-Netzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)
- P-1002919 Drehschieberpumpe P 4 Z
- P-1012514 Pirani-Vakuummeter
- P-1002923 2-Wege-Kugelhahn DN 16 KF
- P-1002924 Kreuzstück DN 16 KF
- P-1002929 Übergangsfansch DN 16 KF / NS 19/26
- P-1018822 Dosierventil 16 KF
- P-1002930 Spannring DN 10/16 KF (5x)
- P-1002931 KF-Außenzentrierring DN 10/16 KF (5X)



P-1002919

## Themen:

- Geradlinige Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum
- Ablenkung des Elektronenstrahls im elektrischen Feld
- Ablenkung des Elektronenstrahls im magnetischen Feld
- Magnetische Linse
- Phasenverschiebung, Überlagerung von Magnetfeldern, Lissajous-Figuren
- Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons
- Bestimmung der Elektronengeschwindigkeit



### Lehroszilloskop

Elektronenröhre auf Anschlusssockel zur Untersuchung des Aufbaus und der Arbeitsweise einer Braunschen Röhre. Der Elektronenstrahl kann im elektrischen Feld über die in der Röhre eingebauten Ablenklplatten und im Magnetfeld durch drei auf einem Ring angebrachte externe Spulen abgelenkt werden. Zur Fokussierung des Strahls dient ein Wehneltzylinder. Die Beobachtung des Strahls in der Röhre wird durch eine Gasfüllung und einen Leuchtschirm realisiert. Mittels des kontinuierlich einstellbaren Sägezahngenerators können ebenso zeitabhängige Vorgänge untersucht und dargestellt werden. Einschließlich Fassung mit aufgedruckter Beschaltung.

Anodenspannung:	250 – 350 V DC
Anodenstrom:	1 mA
Heizspannung:	6 – 8 V AC/DC
Heizstrom:	0,3 A
Wehneltspannung:	0 – 50 V DC
Ablenkplattengröße:	12x20 mm <sup>2</sup>
Plattenabstand:	14 mm
Elektrische	
Ablenkempfindlichkeit:	0,2 mm/V

Schirmdurchmesser:	100 mm
Röhrenlänge:	260 mm
Restgas:	Neon
Gasdruck:	10 <sup>-4</sup> hPa
Kippfrequenz:	10 – 200 Hz, kontinuierlich einstellbar
3 Ablenkspulen:	je 600 Wdg., mit Mittelabgriff
Masse:	ca. 1,6 kg

### P-1000902

Zusätzlich empfehlenswert:

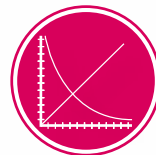
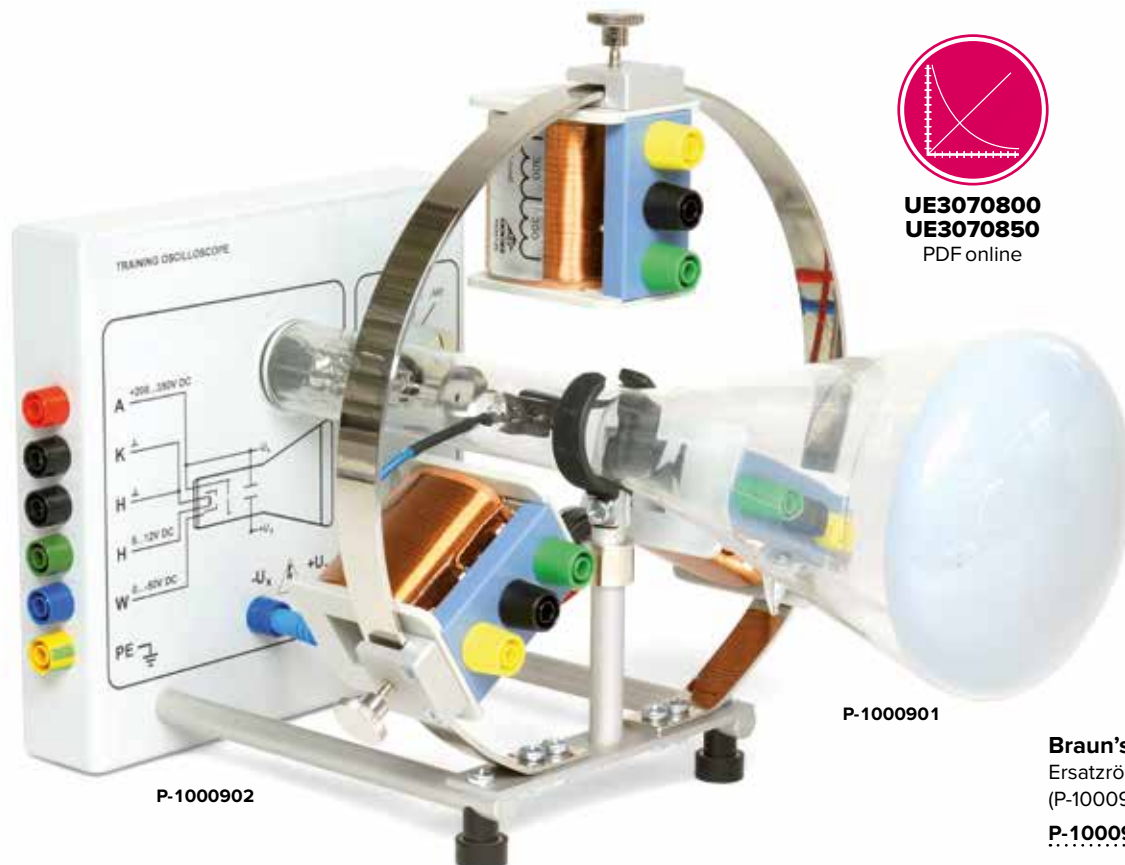
**P-1003308 DC-Netzgerät 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1009957 Funktionsgenerator FG100 (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003307 DC-Netzgerät 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1009956 Funktionsgenerator FG100 (115 V, 50/60 Hz)**



**UE3070800**  
**UE3070850**  
PDF online

P-1000901

**Braun'sche Röhre** (o. Abb.)  
Ersatzröhre zum Lehroszilloskop  
(P-1000902).

**P-1000901**

**Themen:**

- Ablenkung von Elektronen im Magnetfeld auf eine geschlossene Kreisbahn.
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$  des Elektrons

**Fadenstrahlröhre auf Anschlusssockel**

Fadenstrahlröhre auf Anschlusssockel zur Untersuchung der Ablenkung von Elektronenstrahlen im homogenen Magnetfeld unter Verwendung der Helmholtz-Spulen (P-1000906) sowie zur quantitativen Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons  $e/m$ . Glaskolben mit eingebautem Elektronenstrahlensystem, bestehend aus einer indirekt geheizten Oxidkathode, einem Wehneltzylinder und einer Lochanode, in Neonrestgas-Atmosphäre mit präzise eingestelltem Gasdruck sowie eingebauten Messmarken zur parallaxenfreien Bestimmung des Fadenstrahldurchmessers. Die Gasatome werden längs der Elektronenflugbahn ionisiert und es entsteht ein leuchtender, scharf begrenzter, sichtbarer Strahl. Röhre montiert auf Sockelplatte mit farbigen Anschlussbuchsen.

Gasfüllung:	Neon
Gasdruck:	$1,3 \times 10^{-5}$ hPa
Heizspannung:	5 – 7 V DC
Heizstrom:	< 150 mA
Wehneltspannung:	0 – -50 V
Anodenspannung:	200 – 300 V
Anodenstrom:	< 0,3 mA
Kreisbahndurchmesser:	20 – 120 mm
Messmarkenabstand:	20 mm
Kolbendurchmesser:	160 mm
Abmessungen:	ca. 115x115x35 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 820 g

**P-1000904**

Zusätzlich erforderlich:

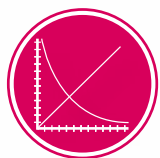
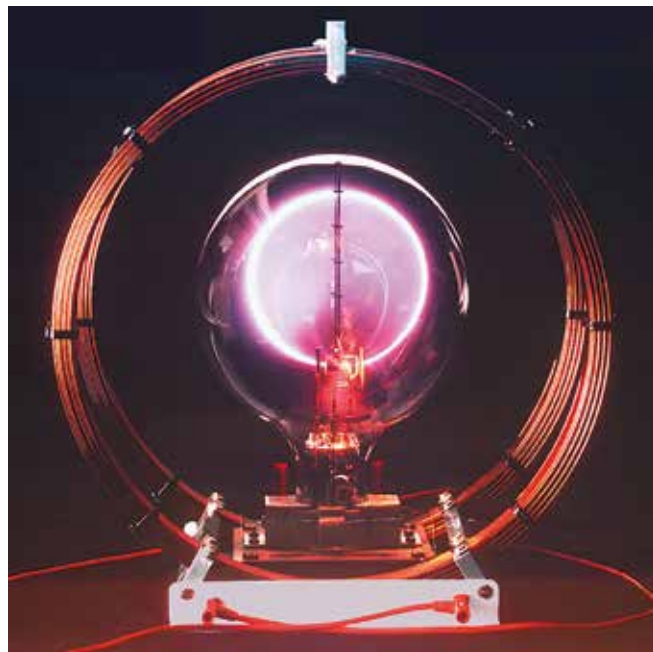
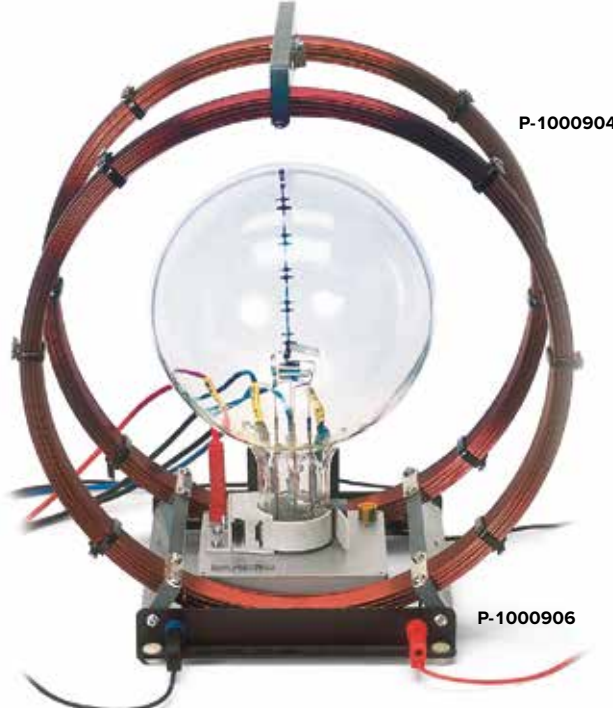
**P-1000906 Helmholtz-Spulen, 300 mm**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003308 DC-Netzgerät 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003307 DC-Netzgerät 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)**



**UE3070700**  
PDF online



P-1000904

P-1000906

## Themen:

- Ablenkung von Elektronen im homogenen Magnetfeld
- Geschlossene Kreisbahn oder Spiralbahn
- Bestimmung der spezifischen Ladung  $e/m$  des Elektrons

### Komplettsystem Fadenstrahlröhre

Komplettes Experimentiersystem zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons sowie zur Untersuchung der Ablenkung von Elektronenstrahlen im homogenen Magnetfeld. Komplet mit Fadenstrahlröhre, Helmholtz-Spulenpaar zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes und Betriebsgerät zur Spannungsversorgung. Fadenstrahlröhre und Helmholtz-Spulenpaar sind auf dem Betriebsgerät montiert, wobei die Fadenstrahlröhre um die vertikale Achse gedreht werden kann. Beide sind intern an das Betriebsgerät angeschlossen, ohne dass eine externe Verkabelung erforderlich ist. Alle Versorgungsspannungen der Röhre sowie der Strom durch die Helmholtz-Spulen sind einstellbar. Anodenspannung und Spulenstrom werden digital angezeigt und können zusätzlich als Spannungsäquivalente abgegriffen werden. In der Fadenstrahlröhre erzeugt ein Elektronenstrahlensystem bestehend aus einer indirekt geheizten Oxidkathode, einer Lochanode und einem Wehnelt-Zylinder ein scharf begrenztes Elektronenbündel. Durch Stoßionisation von Heliumatomen entsteht eine sehr helle, ebenfalls scharf begrenzte Leuchtspur der Elektronenbahn in der Röhre. Bei optimaler Ausrichtung der Röhre und passendem Strom durch die Helmholtz-Spulen werden die Elektronen auf eine Kreisbahn abgelenkt. Deren Durchmesser lässt sich leicht bestimmen, wenn die Elektronen genau auf eine der äquidistanten Messmarken treffen, so dass deren Ende aufleuchtet. Durchmesser, Anodenspannung und Magnetfeld sind die Bestimmungsgrößen für die gesuchte spezifische Ladung des Elektrons. Das Magnetfeld lässt sich aus dem Spulenstrom berechnen, da die Geometrie des Helmholtz-Spulenpaars feststeht.

### Fadenstrahlröhre:

Gasfüllung:	Helium
Gasdruck:	0,13 hPa
Kolbendurchmesser:	165 mm
Kreisbahndurchmesser:	20 – 120 mm
Messmarkenabstand:	20 mm

### Helmholtz-Spulenpaar:

Spulendurchmesser:	ca. 300 mm
Windungszahl:	124
Magnetfeld:	0 – 3,4 mT (0,75 mT/A)

### Betriebsgerät:

Spulenstrom:	0 – 4,5 A, dreistellige Digitalanzeige
Messausgang:	$1 V \cdot I_B / A$
Anodenspannung:	15 – 300 V, dreistellige Digitalanzeige
Messausgang:	$0,01 \cdot U_A$
Heizspannung:	5 – 7 V
Wehnelt-Spannung:	0 – 50 V

### Allgemeine Daten:

Drehwinkel für Röhre:	$-10^\circ - 270^\circ$
Netzanschlussspannung:	100 – 240 V, 50/60 Hz
Netzanschlusskabel:	EU, UK und US
Abmessungen:	ca. 310x275x410 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 7,5 kg

### P-1013843

Das Komplettsystem Fadenstrahlröhre besteht aus:

### Fadenstrahlröhre T

### P-1008505

### Betriebsgerät Fadenstrahlröhre

### P-1009948

Aufnahmen in verdunkeltem Raum



Kreisbahn



Spiralbahn



P-1009948

**Periodensystem der Elemente, mit Elektronenkonfiguration**  
 Periodensystem der Elemente mit Angabe der Konfiguration der Elektronenhülle. Auf starkem Kunststoffmaterial mit Stäben und Aufhängekordel. Zweisprachig.  
 Abmessungen: ca. 1950x1380 mm<sup>2</sup>  
 Sprachen: englisch/deutsch  
**P-1017655**

**Periodensystem der Elemente, mit visueller Darstellung**  
 Periodensystem der Elemente mit visueller Darstellung der Elemente. Auf starkem Kunststoffmaterial mit Stäben und Aufhängekordel. Viersprachig.  
 Abmessungen: ca. 1950x1380 mm<sup>2</sup>  
 Sprachen: englisch/deutsch/französisch/spanisch  
**P-1013907**

PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE																		PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS														
Hauptgruppen I II										Transition Elements IIIa IIIb IVa IVb V Va Vb VIa VIb VIIa VIIb VIIIa VIIIb IXa IXb Xa Xb								Main Group Elements III IV V VI VII VIII		Periode 1-7												
H																		He	1													
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne	2										
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar	3										
K	Ca	Sc	Transition Elements										Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	4												
Rb	Sr	Y	Lanthanoide und Actinoide Lanthanoids and Actinoids										Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	5												
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	6
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Fl	Lv			7		

P-1017655

Periodensystem der Elemente Periodic System of the Elements Système périodique des éléments Sistema periódico de los elementos																						
I (1)																	VIII (18)					
1	H																	He				
2	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Fl	Lv								
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

P-1013907



**UE5010300**  
PDF online

## Einblick in die Welt der Atome

### Themen:

- Tunneleffekt
- Darstellung einzelner Atome
- Darstellung von Gitterfehlern und Versetzungen
- Darstellung von Ladungsdichtewellen
- Abhängigkeit des Tunnelstroms vom Abstand zwischen Messspitze und Probe
- PID-Regelung des Tunnelstroms

### MoS<sub>2</sub>-Probe (ohne Abb.)

Molybdändisulfid-Probe auf Träger zur Beobachtung von Defekten im Kristallgitter mit dem Rastertunnelmikroskop.

**P-1012877** .....

### TaS<sub>2</sub>-Probe (ohne Abb.)

Tantaldisulfid-Probe auf Träger zur Beobachtung der Ladungsdichteverteilung (stehende Ladungsdichtewellen) an der Oberfläche mit dem Rastertunnelmikroskop.

Abmessungen: ca. 1950x1380 mm<sup>2</sup>

Sprachen: englisch/deutsch/französisch/spanisch

**P-1012876** .....

### TaSe<sub>2</sub>-Probe (ohne Abb.)

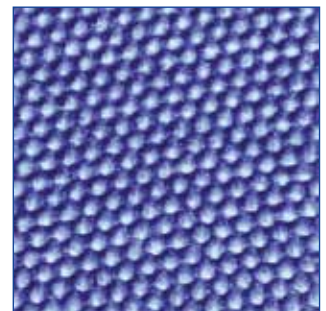
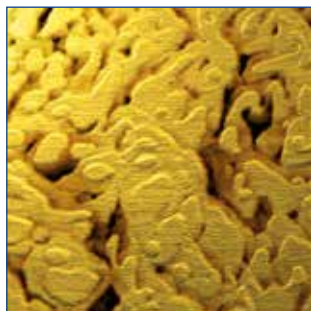
Tantaldiselenid-Probe auf Träger zur Beobachtung der Ladungsdichteverteilung (stehende Ladungsdichtewellen) an der Oberfläche mit dem Rastertunnelmikroskop.

**P-1012875** .....

Darstellung einer Goldoberfläche

Darstellung einer TaS<sub>2</sub>-Oberfläche mit stehenden Ladungsdichtewellen.

Darstellung der hexagonalen Struktur einer Graphitoberfläche



**P-1012782**

### Rastertunnelmikroskop

Einfach zu bedienendes und kompaktes Rastertunnelmikroskop zur Auflösung atomarer Strukturen an der Oberfläche elektrisch leitender Materialien. Für Ausbildungszwecke besonders geeignet. Komplettsystem mit Scan-Kopf zur zeilenweisen Abtastung der Probenoberfläche mit der Messspitze, schwingungsdämpfender Unterlage, Steuergerät mit Computerinterface, einer Graphitprobe und einer Goldprobe.

Systemvoraussetzung: Windows ab 2000  
 Rasterbereich XYZ: 500x500x200 nm<sup>3</sup>  
 minimale Schrittweite XY: 7,6 µm  
 minimale Schrittweite Z: 3 µm  
 Tunnelstrom: 0,100 – 100,000 nA (0,025 nA Schrittweite)  
 Spannung: ±10,000 V (0,005 V Schrittweite)  
 Maximale Probengröße: 10 mm Ø  
 Netzanschlussspannung: 90 – 240 V, 50/60 Hz  
 Anschluss: USB

### Lieferumfang:

Steuergerät  
 Installations-CD mit Mess- und Steuerungssoftware  
 Scan-Kopf mit Anschlusskabel  
 Abdeckung mit Lupe  
 Schwingungsgedämpfte Experimentierplatte  
 Werkzeugsatz zur Herstellung der Messspitze (Seitenschneider, Flachzange, spitze und abgerundete Pinzette)  
 Platin-Iridium-Draht, 0,25 mm Ø, 300 mm  
 Graphit (HOPG)-Probe auf Träger  
 Gold (1,1,1)-Probe auf Träger  
 Satz 4 Probenträger

**P-1012782** .....

### WSe<sub>2</sub>-Probe (ohne Abb.)

Wolframdiselelenid-Probe auf Träger zur Beobachtung von Oberflächendefekten mit dem Rastertunnelmikroskop.

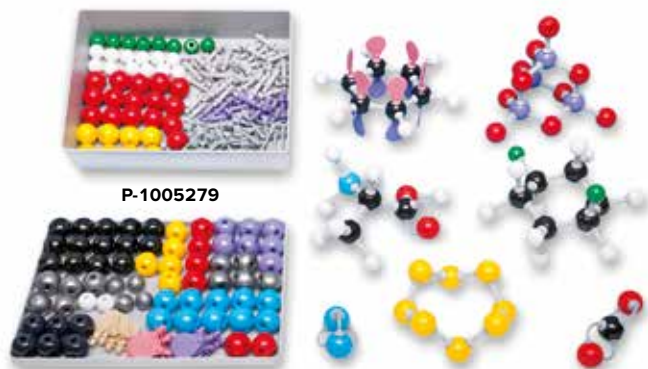
**P-1012874** .....

### Platin-Iridium-Draht (ohne Abb.)

Platin-Iridium-Draht, 0,25 mm Ø, 300 mm als Ersatzdraht zur Herstellung von Messspitzen für das Rastertunnelmikroskop.

**P-1012878** .....





P-1005279

### Molekülbausatz Anorganik / Organik D

Molekülbausatz zum Bau dreidimensionaler Modelle anorganischer und organischer Moleküle und zur Verdeutlichung ihrer räumlichen Strukturen. Zahlreiche chemische Verbindungen können anschaulich dargestellt werden. Dazu zählen einfache Moleküle wie Wasserstoff, Sauerstoff und Wasser, organische Verbindungen wie Ethan, Ethen, Ethin, Benzol, Alanin, Glukose und Zyklohexan und auch komplexere Strukturen wie ein Tetraammin-Zink-Ion oder Tetraphosphordekaoxid.

P-1005279 .....

#### Lieferumfang:

Atome					
14	C	schwarz	4 Löcher	tetraedrisch	109°
6	C	dunkelblau	5 Löcher	tribipyramidal	90°, 120°
12	H	weiß	1 Loch	einseitig	
2	H	weiß	1 Loch	linear	180°
16	O	rot	2 Löcher	angular	105°
6	O	rot	4 Löcher	tetraedrisch	109°
6	N	blau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
4	N	blau	3 Löcher	pyramidal	107°
4	S	gelb	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	S	gelb	6 Löcher	oktaedrisch	90°
8	S	gelb	2 Löcher	angular	105°
8	Cl, (F)	grün	1 Löcher	einseitig	
4	P	purpur	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	P	purpur	5 Löcher	tribipyramidal	90°, 120°
2	P	purpur	3 Löcher	pyramidal	107°
4	Na	grau	1 Loch	einseitig	
3	Ca, Mg	grau	2 Löcher	angular	105°
2	Al	grau	3 Löcher	trigonal	120°
4	Si, Cu	grau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	Metallatom	grau	6 Löcher	oktaedrisch	90°

Elektronenwolken		
6	Elektronenpaare	hellbeige
6	unhybridisierte p-Elektronen	violett
6	unhybridisierte p-Elektronen	rosa

Verbindungsstücke		
38	mittel	hellgrau
12	mittel	purpur
36	lang, flexibel	grau



P-1005290

### Molekülbausatz Organik S

Molekülbausatz zum Bau dreidimensionaler Modelle organischer Moleküle und zur Verdeutlichung ihrer räumlichen Strukturen. So können zahlreiche chemische Verbindungen anschaulich dargestellt und Phänomene wie Strukturisomerie, optische Isomerie und geometrische Isomerie verdeutlicht werden. Das Spektrum reicht von einfachen Molekülen wie Alkane, Alkene und Alkine über Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Ether, Halogenverbindungen, Amine, Amide, Zykloalkane bis hin zu biochemischen Molekülen, Aminosäuren, aromatischen Molekülen und Polymeren.

P-1005290 .....

#### Lieferumfang:

Atome					
12	C	schwarz	4 Löcher	tetraedrisch	109°
20	H	weiß	1 Loch	einseitig	
6	O	rot	2 Löcher	angular	105°
2	N	blau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
2	N	blau	3 Löcher	pyramidal	107°
1	S	gelb	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	S	gelb	6 Löcher	oktaedrisch	90°
4	Cl, (F)	grün	1 Loch	einseitig	
1	P	purpur	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	Na	grau	1 Loch	einseitig	

Verbindungsstücke		
26	kurz	Weiß
6	mittel	hellgrau
12	lang, flexibel	grau



P-1012836

### Satz 3 Kohlenstoffkonfigurationen

Satz mit 3 handlichen Modellen der Kohlenstoffkonfigurationen Diamant, Graphit und Fulleren zur Veranschaulichung des fundamentalen Unterschiedes in den Konfigurationen.

Kugeldurchmesser: ca. 25 mm

Kantenlänge: ca. 150 mm

P-1012836 .....



P-1005291



### Molekülbausatz Anorganik/ Organik S

Molekülbausatz zum Bau dreidimensionaler Modelle anorganischer und organischer Moleküle und zur Verdeutlichung ihrer räumlichen Strukturen. Zahlreiche chemische Verbindungen können anschaulich dargestellt werden. Dazu zählen organische Moleküle wie Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser, Säuren, Salze, Metalloxide und Nichtmetalloxid und organische Verbindungen wie Ethan, Ethen, Ethin, Benzol, Alanin, Glukose und Zylohexan.

#### P-1005291

##### Lieferumfang:

Atome					
6	C	schwarz	4 Löcher	tetraedrisch	109°
14	H	weiß	1 Loch	einseitig	
6	O	rot	2 Löcher	angular	105°
1	O	rot	4 Löcher	tetraedrisch	109°
2	N	blau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	N	blau	3 Löcher	pyramidal	107°
1	S	gelb	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	S	gelb	6 Löcher	oktaedrisch	90°
6	Cl, (F)	grün	1 Löcher	einseitig	
1	P	purpur	5 Löcher	tribipyramidal	90°, 120°
1	P	purpur	3 Löcher	pyramidal	107°
2	Na	grau	1 Löcher	einseitig	
2	Ca, Mg	grau	2 Löcher	angular	105°
1	Be	grau	2 Löcher	linear	180°
1	Al	grau	3 Löcher	trigonal	120°
1	Si, Cu	grau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	Metallatom	grau	6 Löcher	oktaedrisch	90°
1	B	hellbeige	3 Löcher	trigonal	120°
1	Atom	beige	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	Atom	beige	5 Löcher	tribipyramidal	90°, 120°
1	Atom	beige	6 Löcher	oktaedrisch	90°

##### Elektronenwolken

3	Elektronenpaare	hellbeige
---	-----------------	-----------

##### Verbindungsstücke

20	mittel	hellgrau
5	mittel	purpur
12	lang flexibel	grau

### Satz 14 Bravais-Gitter

Satz handliche Modellen der 14 fundamentalen Gittertypen (Bravais-Gitter), aus denen gemäß Auguste Bravais praktisch alle natürlichen Kristallgitter durch Verschiebung in Achsenrichtung erzeugt werden können. Aufgebaut aus mit Metallstäben verbundenen Holzkugeln in sechs verschiedenen Farben zur Unterscheidung der sechs Systeme, in die die Gittertypen üblicherweise eingeteilt werden.

Kugeldurchmesser: ca. 25 mm  
Kantenlänge: ca. 150 mm

#### P-1012837



P-1005278



### Molekülbausatz Organik D

Molekülbausatz zum Bau dreidimensionaler Modelle organischer Moleküle und zur Verdeutlichung ihrer räumlichen Strukturen. So können zahlreiche chemische Verbindungen anschaulich dargestellt und Phänomene wie Strukturisomerie, optische Isomerie und geometrische Isomerie verdeutlicht werden. Das Spektrum reicht von einfachen Molekülen wie Alkane, Alkene und Alkine über Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Ether, Halogenverbindungen, Amine, Amide, Zykloalkane bis hin zu biochemischen Molekülen, Aminosäuren, aromatischen Molekülen und Polymeren.

#### P-1005278

##### Lieferumfang:

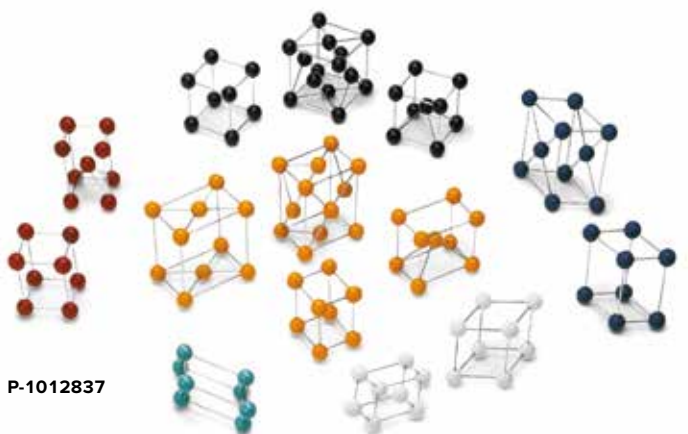
Atome					
24	C	schwarz	4 Löcher	tetraedrisch	109°
6	C	dunkelgrau	3 Löcher	trigonal	120°
2	C	dunkelgrau	2 Löcher	linear	180°
6	C	dunkelblau	5 Löcher	tribipyramidal	90°, 120°
40	H	weiß	1 Loch	einseitig	
12	O	rot	2 Löcher	angular	105°
4	N	blau	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	S	gelb	4 Löcher	tetraedrisch	109°
1	S	gelb	2 Löcher	angular	105°
8	Cl, (F)	grün	1 Loch	einseitig	
4	P	purpur	4 Löcher	tetraedrisch	109°
2	Na	grau	1 Loch	einseitig	
1	Ca, Mg	grau	2 Löcher	angular	105°

##### Elektronenwolken

6	Elektronenpaare	hellbeige
6	unhybridisierte p-Elektronen	violett
6	unhybridisierte p-Elektronen	rosa

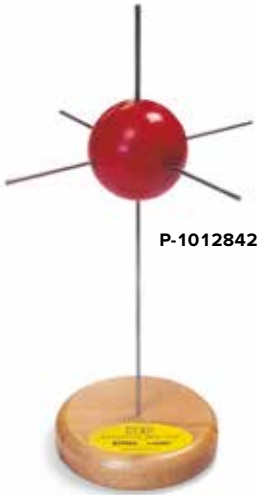
##### Verbindungsstücke

60	kurz	weiß
55	mittel	hellgrau
25	lang, flexibel	grau



P-1012837

# Atomorbitale zum Anfassen!



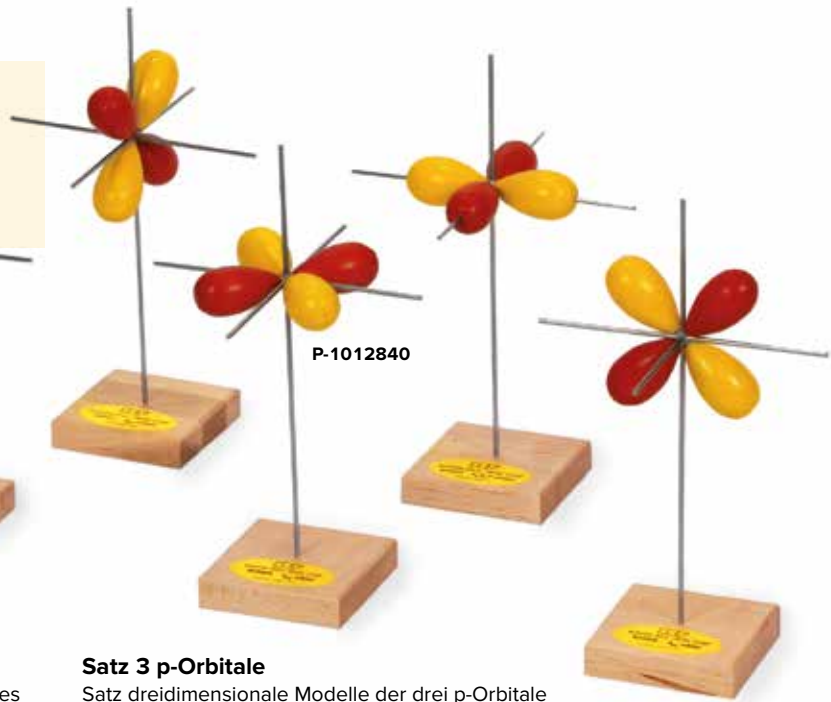
P-1012842

### s-Orbital

Dreidimensionales Modell des s-Orbitals der Wasserstoffwellenfunktionen. Mit Sockel. Aus Hartholz auf vernickelter Stahlachse montiert.

Höhe: ca. 250 mm

**P-1012842** .....



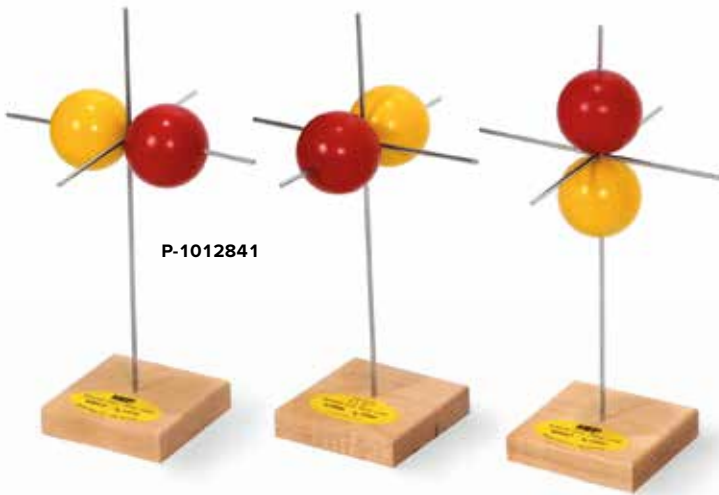
P-1012840

### Satz 3 p-Orbitale

Satz dreidimensionale Modelle der drei p-Orbitale der Wasserstoffwellenfunktionen. Mit Sockel. Aus Hartholz auf vernickelter Stahlachse montiert. In zwei Farben zur Anzeige des Vorzeichenwechsel in den Wellenfunktionen.

Höhe: ca. 250 mm

**P-1012841** .....



P-1012841

### Satz 5 d-Orbitale

Satz dreidimensionale Modelle der fünf d-Orbitale der Wasserstoffwellenfunktionen. Mit Sockel. Aus Hartholz auf vernickelter Stahlachse montiert. In zwei Farben zur Anzeige des Vorzeichenwechsel in den Wellenfunktionen.

Höhe: ca. 250 mm

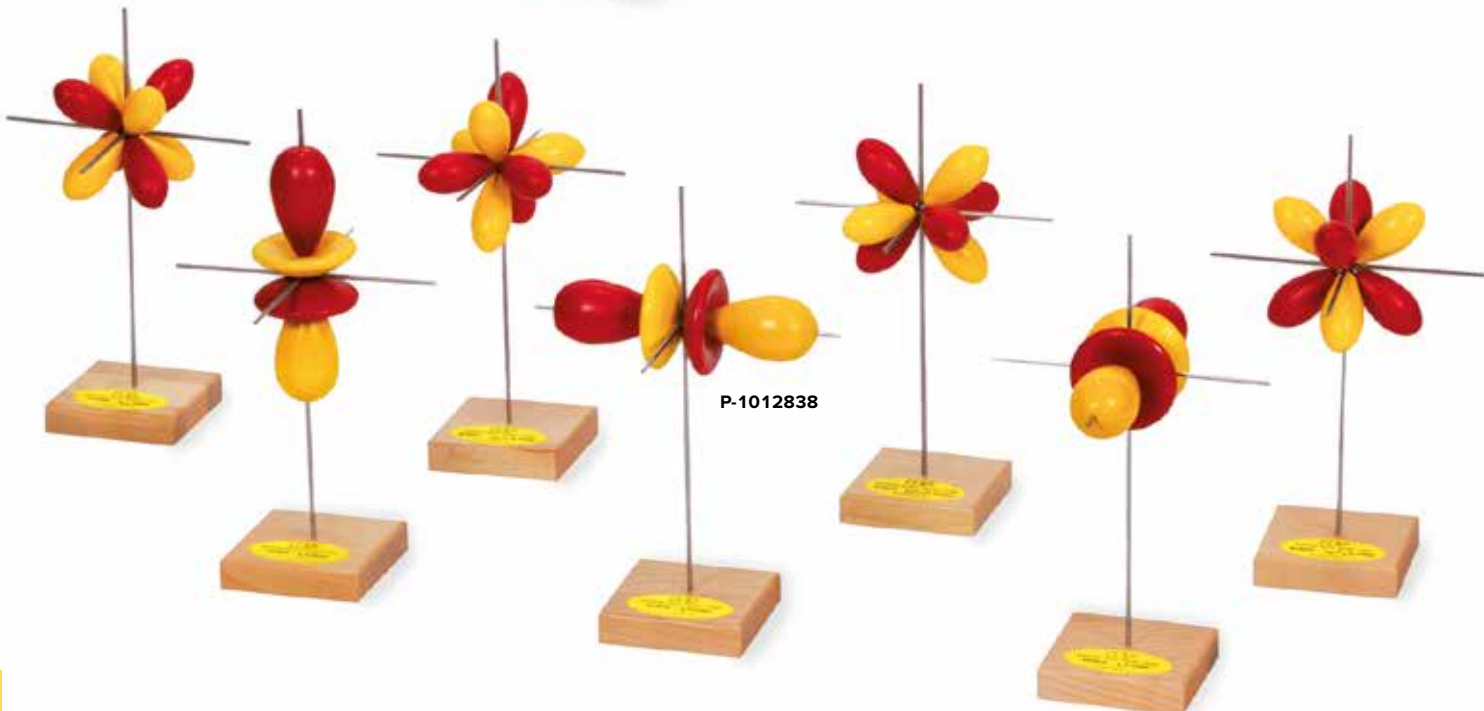
**P-1012840** .....

### Satz 7 f-Orbitale

Satz dreidimensionale Modelle der sieben f-Orbitale der Wasserstoffwellenfunktionen. Mit Sockel. Aus Hartholz auf vernickelter Stahlachse montiert. In zwei Farben zur Anzeige des Vorzeichenwechsel in den Wellenfunktionen.

Höhe: ca. 250 mm

**P-1012838** .....



P-1012838

**Themen:**

- Energie des Photons
- Mittlere Emissionswellenlänge einer Leuchtdiode
- Kennlinie einer Leuchtdiode
- Durchlassspannung

**Leuchtdioden zur h-Bestimmung**

Trägerplatte mit sechs farbigen Leuchtdioden unterschiedlicher Emissionswellenlänge zur Bestimmung der Planck'schen Konstante  $h$  durch Messung der Durchlassspannung in Abhängigkeit der Frequenz des emittierten Lichts. Leuchtdioden mit Vorwiderstand montiert auf Trägerplatte mit Stiel. Von der Rückseite kontaktierbar mit Sicherheitssteckern.

Wellenlängen: 465 nm, 560 nm,  
585 nm, 635 nm, 660 nm, 950 nm

Vorwiderstand: 100  $\Omega$

Max. Spannung: 6 V

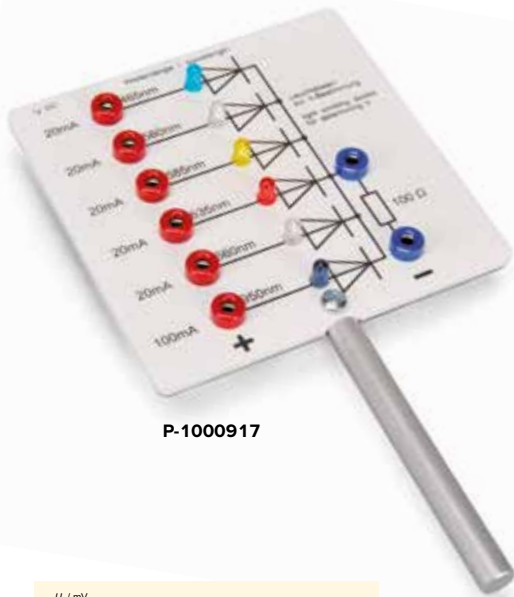
Abmessungen: ca. 115x115 mm<sup>2</sup>

Masse: ca. 120 g

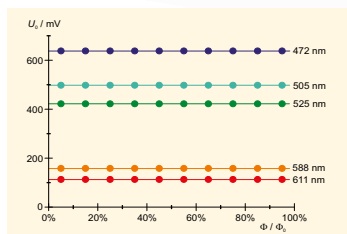
**P-1000917**

Zusätzlich erforderlich:

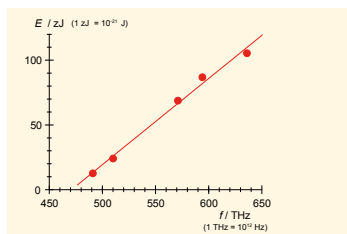
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)** oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1013527 Analog-Multimeter Escola 100**
- P-1001046 Tonnenfuß**
- Experimentierkabel**



**P-1000917**



Grenzspannung  $U_0$  in Abhängigkeit von der Intensität (Planck'sche-Konstante-Apparat)



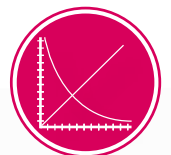
Energie-Frequenz-Diagramm (Planck'sche-Konstante-Apparat)

**Themen:**

- Energie des Photons
- Mittlere Emissionswellenlänge einer Leuchtdiode
- Photozelle
- Photoeffekt und kinetische Energie der Elektronen
- Abhängigkeit der Energie der Elektronen von der Wellenlänge
- Unabhängigkeit der Energie der Elektronen von der Intensität des Lichtes

**Vorteile**

- Einfach, sicher und schnell zu bedienendes Kompaktgerät
- Abweichungen < 5%
- Unabhängigkeit von der Intensität des Lichtes demonstrierbar



**UE5010200**  
PDF online



**P-1000537**  
**P-1000536**

**Planck'sche-Konstante-Apparat**

Einfach, sicher und schnell zu bedienendes Kompaktgerät mit integrierter Photozelle, einschließlich Volt- und Nanoamperemeter zur Bestimmung der Planck'schen Konstanten und der Austrittsarbeit der Elektronen nach der Gegenspannungsmethode. Als Lichtquellen unterschiedlicher Frequenz dienen insgesamt fünf Licht emittierende Dioden (LED) bekannter mittlerer Wellenlänge. Die Intensität des emittierten Lichts kann jeweils zwischen 0 und 100 % variiert werden.

Wellenlängen: 472 nm, 505 nm, 525 nm, 588 nm, 611 nm

Abmessungen: 280x150x130 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 1,3 kg

**Lieferumfang:**

- 1 Grundgerät mit Photozelle, Voltmeter, Nanoamperemeter und Spannungsquelle für die Lichtquellen
- 5 LED in Gehäuse mit Anschlusskabel
- 1 Steckernetzgerät 12 V AC

**Planck'sche-Konstante-Apparat (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1000537**

**Planck'sche-Konstante-Apparat (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000536**

P-1000915


**Vakuum-Fotozelle**

Evakuierte Fotozelle zum Nachweis des lichtelektrischen Effektes und zur Demonstration der Zunahme des Elektronenstromes mit steigendem Lichtstrom. Betriebsfertig montiert auf Grundplatte mit elektrischer Beschaltung und Stiel.

Kathode: Cäsium auf oxydiertem Silber  
 Kathodenfläche: 2,4 cm<sup>2</sup>  
 Betriebsspannung: 50 V, max. 200 V  
 Arbeitswiderstand: 1 MΩ  
 Dunkelstrom: <0,05 μA  
 Empfindlichkeit: 20 μA/Lumen  
 Fotostromdichte: max. 3,0 μA/cm<sup>2</sup>

P-1000915 .....

P-1000916


**Gasgefüllte Fotozelle**

Gasgefüllte Fotozelle zum Nachweis des lichtelektrischen Effektes mit einfachen Schülermessgeräten und zur Demonstration der Zunahme des Elektronenstromes mit steigendem Lichtstrom. Betriebsfertig montiert auf Anschlusssockel mit elektrischer Beschaltung und Stiel.

Kathode: Cäsium auf oxydiertem Silber  
 Kathodenfläche: 2,4 cm<sup>2</sup>  
 Betriebsspannung: 50 V, max. 90 V  
 Arbeitswiderstand: 1 MΩ  
 Dunkelstrom: <0,1 μA  
 Empfindlichkeit: 125 μA/Lumen  
 Fotostromdichte: max. 0,7 μA/cm<sup>2</sup>

P-1000916 .....

**Äußerer photoelektrischer Effekt  
 (Hallwachs-Effekt)**
**Geräteausstattung:**

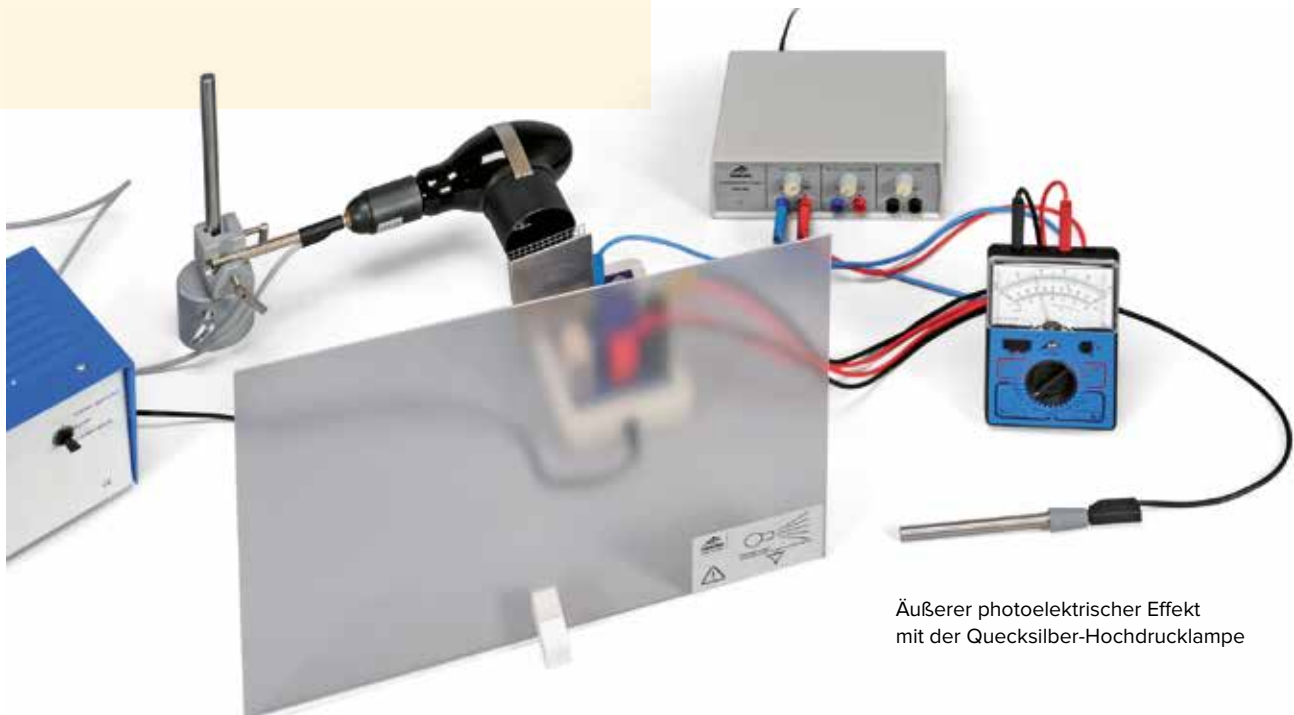
- P-1000852 Quecksilber-Hochdrucklampe
- P-1006813 Zubehör zum Elektrometer
- P-1002835 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm
- P-1002933 Stativstange, 250 mm
- P-1002830 Universalmuffe
- P-1003073 Analog Multimeter AM50
- P-1003196 Drossel für Spektrallampen (230 V, 50/60 Hz)
- P-1008535 DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz)
- P-1001025 Elektrometer (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1003195 Drossel für Spektrallampen (115 V, 50/60 Hz)
- P-1008534 DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)
- P-1001024 Elektrometer (115 V, 50/60 Hz)

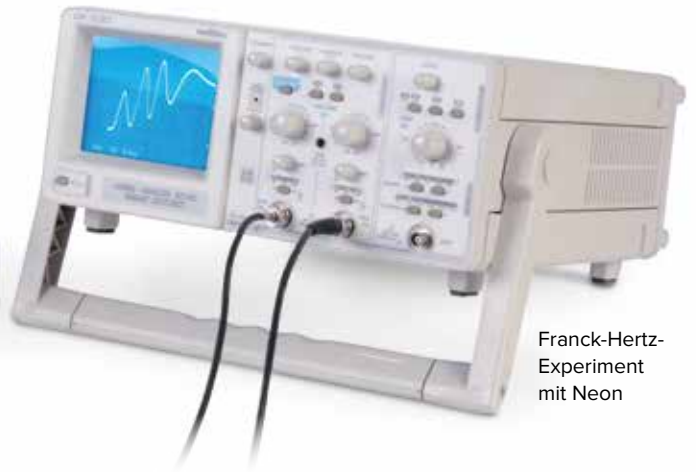
**Quecksilber-Hochdrucklampe**

Quecksilber-Hochdrucklampe in geschwärztem Hartglasgehäuse mit tubusförmiger Öffnung zur ungeschwächten Emission von ultraviolettem Licht. Einschließlich Lampenfassung E27 auf Stiel und transparentem Schirm zum Schutz der Beobachter gegen UV-Strahlung.

Bereich: UV-A, UV-B, UV-C  
 Leistungsaufnahme: 125 W

P-1000852 .....


 Äußerer photoelektrischer Effekt  
 mit der Quecksilber-Hochdrucklampe



Franck-Hertz-Experiment mit Neon

### Franck-Hertz-Experiment

Die Quantelung der Energie sowie die Erzeugung, Registrierung und Auswertung von Spektren und die damit verbundene experimentelle Bestätigung von Modellen sind wichtiger Bestandteil der meisten Curricula auf der ganzen Welt. Das bekannte Experiment von James Franck und Gustav Hertz aus dem Jahre 1913 ist von grundlegender Bedeutung für den Nachweis diskreter Energiezustände in Atomen.



P-1012819  
P-1012818

### Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment

Energieversorgungsgerät zum Betrieb der Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung (P-1006795 bzw. P-1006794), der Franck-Hertz-Röhre mit Ne-Füllung (P-1000912) oder der Kritischen-Potenzial-Röhren (P-1000620 und P-1000621). Das Gerät liefert alle notwendigen Versorgungsspannungen zum Betrieb der Röhren und hat einen eingebauten empfindlichen Gleichstromverstärker zur Messung des Auffängerstroms. Die Spannungen können gleichzeitig auf einem Display abgelesen werden. Die Beschleunigungsspannung kann sowohl manuell einstellbar als auch sägezahnförmig dem Gerät entnommen werden. Für den Anodenstrom und die Beschleunigungsspannung stehen zusätzliche analoge Messausgänge zur Verfügung.  
 Heizspannung  $U_H$ : 0 – 12 V, kontinuierlich einstellbar  
 Steuerspannung  $U_G$ : 0 – 12 V, kontinuierlich einstellbar  
 Beschleunigungsspannung  $U_A$ : 0 – 80 V  
 Betriebsarten: manuell einstellbar / sägezahnförmig  
 Gegenspannung  $U_E$ : 0 – ±12 V, kontinuierlich einstellbar, Vorzeichen umschaltbar

Messausgang  $U_Y$  für Auffängerstrom  $I_E$ :  $I_E = U_A \cdot 38 \text{ nA/V}$  (0 – 12 V)  
 Messausgang  $U_X$  für Beschleunigungsspannung  $U_A$ :  $U_X = U_A / 10$   
 Ausgänge: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Eingang: BNC-Buchse  
 Abmessungen: ca. 160x132x210 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 3,4 kg

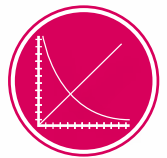
**Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012819** .....

**Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012818** .....



**UE5020400**  
PDF online

Franck-Hertz-Experiment mit Quecksilber



**UE5020300**  
PDF online

**Franck-Hertz-Röhre mit Ne-Füllung auf Anschlusssockel**

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Neonfüllung auf Anschlusssockel zur Untersuchung der gequantelten Energieabgabe freier Elektronen beim Zusammenstoß mit Neonatomen sowie zur Bestimmung der Anregungsenergie des  $^3P_0$ - bzw.  $^3S_1$ -Zustandes bei ca. 19 eV. Diese Zustände regen sich durch Emission von sichtbarem Licht über Zwischenniveaus bei Anregungsenergien von ca. 16,7 eV in den Grundzustand ab. Das emittierte Licht liegt im gelb-rötlichen Bereich. Es entstehen planparallele Leuchtschichten zwischen Steuergitter und Beschleunigungsgitter, die durch ein Fenster beobachtet werden können. Die Ne-Franck-Hertz-Röhre kann bei Raumtemperatur betrieben werden. Tetrode mit indirekt geheizter Kathode, netzförmigem Steuergitter, netzförmigem Beschleunigungsgitter und Auffängerelektrode. Montiert auf Sockel mit farblich gekennzeichneten Anschlussbuchsen.

Heizspannung:	4 – 12 V
Steuerspannung:	9 V
Beschleunigungsspannung:	max. 80 V
Gegenspannung:	1,2 – 10 V
Röhre:	ca. 130 mm x 26 mm Ø
Anschlusssockel:	ca. 190x115x115 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 450 g

**P-1000912**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012819 Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1012818 Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002727 Analog-Oszilloskop 2x30 MHz**



P-1000912

Ersatzröhren für Franck-Hertz-Experiment

**Hg-Franck-Hertz-Röhre**

**P-1003549**

**Ne-Franck-Hertz-Röhre**

**P-1003550**

P-1003550



P-1003549


**Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung und Heizofen**

Hochevakuierte Elektronenröhre mit Quecksilberfüllung in Heizofen zum Nachweis der gequantelten Energieabgabe freier Elektronen beim Zusammenstoß mit Quecksilberatomen sowie zur Bestimmung der Anregungsenergie der Quecksilber-Resonanzlinie ( $6^1S_0 - 6^3P_1$ ) mit 4,9 eV. Um den erforderlichen Quecksilberdampfdruck für eine ausreichende Stoßwahrscheinlichkeit der Elektronen mit den Quecksilberatomen zu erreichen, muss die Elektronenröhre im Ofen geheizt werden. Elektronenröhre mit planparallelem Elektrodensystem bestehend aus indirekt geheizter Oxidkathode mit Lochblende, Gitter und Auffängerelektrode. Frontplatte mit weithin sichtbarem, aufgedrucktem Röhrensymbol. Elektrischer Heizofen mit stetiger Temperaturregelung und digitaler Temperaturanzeige von Soll- und Ist-Temperatur. In lackiertem Metallgehäuse mit zwei Sichtfenstern, Öffnung mit Klemmfederhalterung für Thermometer und thermisch isoliertem Traggriff. Temperaturmessung und -regelung über integrierten Mikrocontroller und PT100-Messfühler.

Heizung:	4 – 12 V
Gitterspannung:	0 – 70 V
Bremsspannung:	ca. 1,5 V
Abmessungen der Röhre:	ca. 130 mm x 26 mm Ø
Heizleistung:	400 W
Temperaturbereich:	160° – 240° C
Temperaturkonstanz:	ca. $\pm 1^\circ$ C
Abmessungen:	ca. 335x180x165 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 5,6 kg

**Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung und Heizofen (230 V, 50/60 Hz)**
**P-1006795**
**Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung und Heizofen (115 V, 50/60 Hz)**
**P-1006794**

Zusätzlich erforderlich:

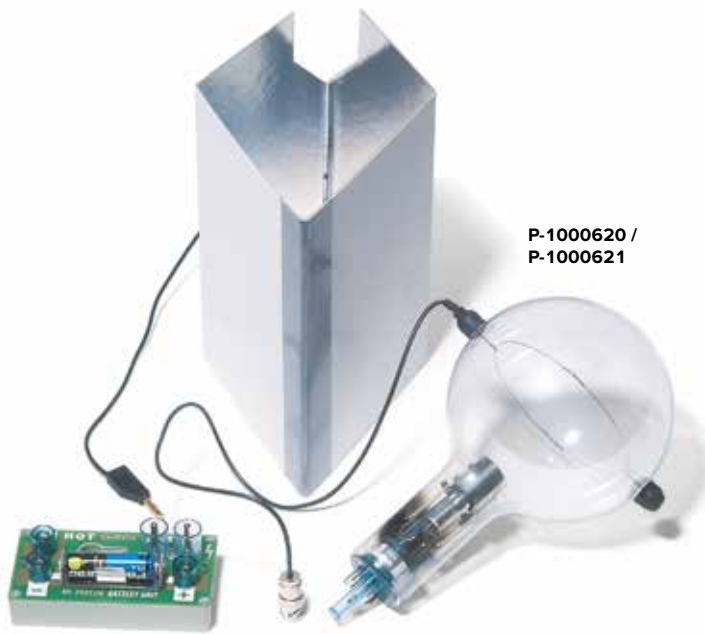
**P-1012819 Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1012818 Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002727 Analog-Oszilloskop 2x30 MHz**

 P-1006795  
P-1006794

P-1000620 /  
P-1000621

P-1008506  
P-1000633



### Experiment nach Gustav Hertz:

Die experimentelle Anordnung nach Gustav Hertz ist eine Weiterentwicklung des Franck-Hertz-Experimentes: In einer evakuierten Röhre werden Atome durch inelastischen Elektronenstoß angeregt oder gar ionisiert. Entspricht die kinetische Energie der Elektronen genau einem kritischen Potenzial der Atome, also einer Anregungs- oder Ionisationsenergie, geben die Elektronen ihre Energie vollständig und können mit einer geringen Saugspannung zum Kollektorring in der Röhre abgesaugt werden. In diesem Fall erreicht der Kollektorstrom ein Maximum.

#### Kritische-Potenziale-Röhren S

Elektronenröhre nach Gustav Hertz zur quantitativen Untersuchung des inelastischen Stoßes von Elektronen mit Edelgasatomen, zur Bestimmung der Ionisationsenergie von Helium bzw. Neon sowie zur Auflösung von Energiezuständen verschiedener Haupt- und Bahndrehimpulsquantenzahlen. Einschließlich Batterieeinheit für Kollektorspannung (Batterie im Lieferumfang nicht enthalten) und Abschirmung.

Kathodenheizung:  $U_F \leq 7 \text{ V}$   
 Anodenspannung:  $U_A \leq 60 \text{ V}$   
 Anodenstrom:  $I_A \leq 10 \text{ mA}$   
 Kollektorspannung:  $U_C = 1,5 \text{ V}$   
 Kollektorstrom:  $I_C \leq 200 \text{ pA}$

#### Kritische-Potenziale-Röhre S mit He-Füllung

Kritische Potentiale des Helium:

2 <sup>3</sup>S: 19,8 eV  
 2 <sup>1</sup>S: 20,6 eV  
 2 <sup>3</sup>P: 21,0 eV  
 2 <sup>1</sup>P: 21,2 eV  
 3 <sup>3</sup>S: 22,7 eV  
 3 <sup>1</sup>S: 22,9 eV  
 3 <sup>3</sup>P: 23,0 eV  
 3 <sup>1</sup>P: 23,1 eV  
 4 <sup>3</sup>S: 23,6 eV  
 4 <sup>1</sup>S: 23,7 eV  
 Ionisation: 24,6 eV

P-1000620

#### Kritische-Potenziale-Röhre S mit Ne-Füllung

Kritische Potentiale des Neon:

2p<sup>5</sup>3s<sup>1</sup>: 16,6 eV  
 2p<sup>5</sup>3p<sup>1</sup>: 18,4 eV  
 2p<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>: 19,7 eV  
 2p<sup>5</sup>4p<sup>1</sup>: 20,3 eV  
 2p<sup>5</sup>4d<sup>1</sup>: 20,6 eV  
 Ionisation: 21,6 eV

P-1000621

#### Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhren

Steuereinheit zum Betrieb der Kritische-Potenziale-Röhre. Ausgang für eine Sägezahn-Beschleunigungsspannung; obere- und untere Grenze der Beschleunigungsspannung einstellbar. Eingebauter Picoampere-meterverstärker zur Messung des Anodenstroms. Zum Aufzeichnen der Beschleunigungsspannung in Abhängigkeit des Anodenstroms mit einem Interface oder einem XY-Schreiber steht eine langsame Sägezahnspannung (ca. 6 sec. pro Zyklus), zur oszilloskopischen Beobachtung eine Sägezahnspannung mit einer Wiederholrfrequenz von 20 Hz zur Verfügung. Einschließlich Steckernetzgerät.

Eingang: Anodenstrommessung über BNC-Buchse

Ausgänge:

Röhre Sägezahn-Beschleunigungsspannung  
 0 bis 60 V, 20 Hz  
 Fast Spannungssignal 0 bis 1 V proportional zur Beschleunigungsspannung für oszilloskopische Beobachtung  
 Slow Spannungssignal 0 bis 1 V proportional zur Beschleunigungsspannung zur Aufnahme der Daten mit einem XY-Schreiber oder Interface  
 Anodenstrom Spannungssignal 0 bis 1 V proportional zum Anodenstrom (1 V/nA)

Versorgungsspannung: 12 V AC

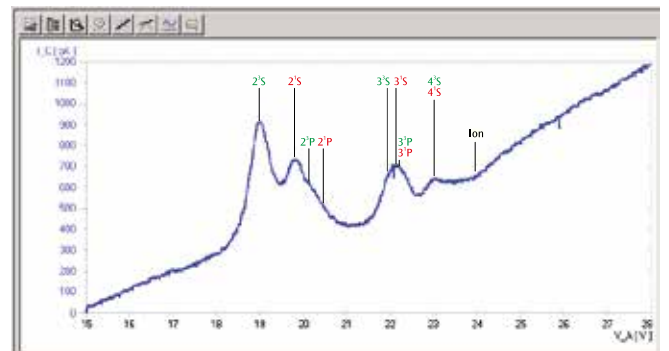
Abmessungen: ca. 170x105x45 mm<sup>3</sup>

#### Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhren (230 V, 50/60 Hz)

P-1008506

#### Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhren (115 V, 50/60 Hz)

P-1000633



Kollektorstrom  $I_C$  in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung  $U_A$ . Gasfüllung: He





**UE5020500**  
PDF online



Experimenteller Aufbau mit der Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhren

### Experimenteller Aufbau mit der Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhren

Zusätzlich erforderlich:

- P-1000610 Röhrenhalter S
- P-1008506 Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhre (230 V, 50/60 Hz)
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1000633 Steuereinheit für Kritische-Potenziale-Röhre (115 V, 50/60 Hz)
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1002785 Digital-Multimeter P3340
- P-1017264 USB-Oszilloskop 2 x 50 MHz
- P-1002748 HF-Kabel BNC/4-mm-Stecker (2x)
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm

### Experimenteller Aufbau mit dem Franck-Hertz-Betriebsgerät

Zusätzlich erforderlich:

- P-1014525 Röhrenhalter S
- P-1012819 Betriebsgerät Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)

oder

- P-1012818 Betriebsgerät Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich empfehlenswert:

- P-1017264 USB-Oszilloskop 2 x 50 MHz
- P-1002748 HF-Kabel BNC/4-mm-Stecker (2x)
- P-1002843 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm



Experimenteller Aufbau mit dem Franck-Hertz-Betriebsgerät



Experimenteller Aufbau zu Durchleuchtung der Natrium-Fluoreszenz-Röhre mit gebündeltem weißem Licht

**Themen:**

- Natrium-Resonanzfluoreszenz
- Absorption der Na-Spektrallinien in einem Natriumnebel

**Natrium-Fluoreszenz-Röhre auf Ofenwand**

Hoch evakuierte, mit mehrfach destilliertem Natrium beschickte Glasröhre zur Demonstration der Natrium-Resonanzfluoreszenz. Mit Argonfüllung. Die Röhre wird im Heizofen auf Temperaturen zwischen 180°C und 200°C geheizt, um ausreichenden Natriumdampfdruck zu erreichen. Die gesamte Röhre leuchtet unter Emission der gelben Na-D-Linie auf, wenn sie im geheizten Zustand mit Na-Spektrallicht durchstrahlt wird. Im Spektrum erscheint die scharf abgegrenzte Natrium-D-Linie. Wird die Röhre dagegen mit weißem Glühlicht durchstrahlt, so erscheint im Spektrum des transmittierten Lichtes eine dunkle Absorptionslinie an der Stelle der Na-D-Linie. Auch ohne Spektrometer lässt sich die Absorption durch die deutliche Schattenbildung bei Durchstrahlung mit gelbem Natriumlicht nachweisen.

Abmessungen der Röhre: 170 mm x 42 mm  
 Abmessungen der Ofenwand: 230x160 mm<sup>2</sup>  
 Masse: ca. 550 g

**P-1000913** .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1012820 Heizofen (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1006796 Heizofen (115 V, 50/60 Hz)**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1003541 Na-Spektrallampe**

**P-1003196 Drossel für Spektrallampen (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1003195 Drossel für Spektrallampen (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1003188 Optikleuchte mit Halogenlampe**

**P-1000593 Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

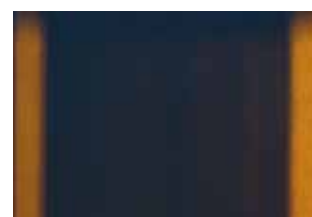
**P-1006780 Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1002835 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm**

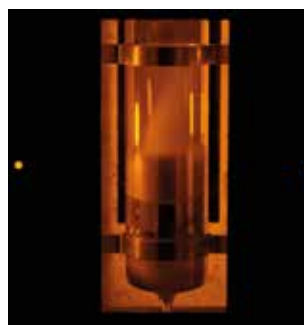
**P-1003022 Sammellinse auf Stiel, 50 mm**

**P-1001045 Tonnenfuß, 0,9 kg**

**P-1003531 Handspektroskop mit Amici-Prisma**



Absorption von weißem Licht (links) und gelbem Natriumlicht (rechts) in einer Glasröhre mit Natriumdampf. Das Licht ist jeweils so aufgeweitet, dass es links und rechts von der Glasröhre ungehindert durchgeht.



Beobachtung des Natriumdampfnebels im gelben Natriumlicht.



**P-1012820**  
**P-1006796**

**Heizofen**

Elektrischer Heizofen mit stetiger Temperaturregelung und digitaler Temperaturanzeige von Soll- und Ist-Temperatur. In lackiertem Metallgehäuse mit zwei Sichtfenstern, Öffnung mit Klemmfederhalterung für Thermometer und thermisch isoliertem Tragegriff. Temperaturmessung und -regelung über integrierten Mikrokontroller und PT100-Messfühler.

Öffnung der Frontseite: 230x160 mm<sup>2</sup>

Heizleistung: 400 W

Maximale Temperatur: 300°C (230 V, 50/60 Hz)

250°C (115 V, 50/60 Hz)

Temperaturkonstanz ca. ±1°C

Abmessungen: ca. 335x180x165 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 5,6 kg

**Heizofen (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1012820** .....

**Heizofen (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1006796** .....

### Geiger-Müller-Zählrohr

Selbstlöschendes Halogen-Auslösezählrohr zur Registrierung von  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Röntgenstrahlung. In Metallgehäuse mit Glimmerfenster, abnehmbare Halteklammer mit Stiel. Große Plateaulänge.

Füllung: Neon-Argon-Gemisch,  
Halogen als Löschesubstanz  
Kathodenabmessungen: 39x14 mm<sup>2</sup>  
Fenster: Glimmer, 9 mm  $\varnothing$   
Massenbelegung: 1,5 – 2,0 mg/cm<sup>2</sup>  
Betriebsspannung: 400 – 600 V (empfohlen: 500 V)  
relative Plateau-Steilheit: 0,04 %/V  
Totzeit: 90  $\mu$ s  
Begrenzungswiderstand: 10 M $\Omega$ , in Fassung eingebaut  
Stiel: 100 mm x 10 mm  $\varnothing$   
Abmessungen: ca. 85 mm x 25 mm  $\varnothing$   
Masse: ca. 160 g

#### P-1001035

Zusätzlich erforderlich:

**P-1002746 HF-Kabel, 1 m**

**P-1001033 Digitalzähler  
(230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001032 Digitalzähler  
(115 V, 50/60 Hz)**



P-1001035

### Digitalzähler

Digitalzähler zur Messung von Laufzeiten, Durchgangszeiten, Periodendauern, Pendelschwingungsdauern und Frequenzen und zum Zählen von Ereignissen und Zählrohrimpulsen. Mit ein- und ausschaltbarem Lautsprecher, Spannungsversorgung zum direkten Anschluss der Lichtschranken (P-1000563) sowie Versorgungsspannung des Geiger-Müller-Zählrohres (P-1001035). Bei der Ereigniszählung sind feste Torzeiten einstellbar. Zusätzlich kann eine frei wählbare Torzeit im Bereich von 1 s bis 99999 s programmiert werden. Der Zählvorgang (Start, Stopp) kann wahlweise durch ein Signal an den Eingangsbuchsen oder mittels Schalter manuell ausgelöst werden. Einschließlich Steckernetzgerät.

Zeitmessung: 0,1 ms – 99999 s  
Auflösung: 0,1 ms / 1 ms / 0,1s  
Frequenzmessung: 1 – 100 kHz bei  $U > 1,5 V_{SS}$   
Auflösung: 1 mHz (1 – 100 Hz), 1 Hz (1 – 100 kHz)  
Torzeiten: 1/10/60 s und manuell  
Eingang A: miniDIN8-Buchse, 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Eingang B: miniDIN8-Buchse, 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Eingangsspannung an A: 0,5 V – 15 V AC  
Eingangsspannung an B: 1 V – 15 V AC  
Aktive Flanke: steigend/ fallend  
Zählrohreingang: BNC-Buchse  
Versorgungsspannung: 550 V / 1 M $\Omega$   
Anzeige: 5-stellige LED-Anzeige  
Betriebsspannung: 9 – 12 V DC über Steckernetzgerät  
Abmessungen: ca. 250x100x160 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 0,8 kg

#### Digitalzähler (230 V, 50/60 MHz)

##### P-1001033

#### Digitalzähler (115 V, 50/60 MHz)

##### P-1001032



P-1001033  
P-1001032

P-1001035

P-1002722



### Geiger-Zähler

Vielseitig einsetzbares, einfach zu bedienendes, kompaktes Präzisionsgerät zur Messung von  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung. Mit Blendenwahlschalter vor dem Geiger-Müller-Zählrohr zur Eingrenzung der Strahlenart ( $\gamma$ -;  $\beta$ - und  $\gamma$ ;  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung), großem Display und USB-Anschluss. Einschließlich USB-Kabel, Windows-Software und Bedienungsanleitung. Für Messungen stehen folgende Funktionen und Betriebsarten zur Verfügung:

- Standardbetrieb zur Anzeige der aktuellen Strahlenbelastung. Anzeige der Äquivalentdosis als Zahlenwert und als Balkendiagramm sowie der Zeit bis zur Kumulierung des eingestellten Grenzwertes (werkseitig 5  $\mu$ Sv/h). Zusätzlich einstellbares akustisches und optisches Warnschwellensignal sowie Anzeige der Durchschnittstrahlung des Vortages.
- Pulszählung dauernd oder mit einstellbarer Torzeit. Torzeit in Sekunden, Minuten oder Stunden einstellbar. Wahlweise akustische Impulsanzeige zuschaltbar.
- Pulsratenmessung. Die registrierten Impulse werden fortlaufend gemessen und in eine Pulsrate (Anzahl pro Sekunde) umgerechnet.
- Integrierte Anzeige des Datums und der Uhrzeit zur korrekten Protokollierung der gemessenen Strahlung.
- Im internen Speicher wird die Zahl der registrierten Impulse gespeichert. So lassen sich z.B. die Wochenwerte von bis zu 10 Jahren protokollieren.
- Computer-Anbindung. Die Software erlaubt die Auswertung und Weiterverarbeitung der Messdaten unter Windows.

Strahlenarten:  $\alpha$  ab 4 MeV,  $\beta$  ab 0,2 MeV,  $\gamma$  ab 0,02 MeV  
Messgrößen: Äquivalentdosis in Sv/h, mSv/h,  $\mu$ Sv/h  
Impulse/s, Impulse/einstellbarem Zeitintervall  
Display: LCD, vierstellig, numerisch mit Messgrößenanzeige, quasi analoges Balkendiagramm, Betriebsartenindikatoren  
Strahlendetektor: Endfensterzählrohr nach Geiger-Müller, Edelstahlgehäuse mit Neon-Halogen-Füllung  
38,1 mm  
Messlänge: 9,1 mm  
Glimmerfenster: 1,5 – 2 mg/cm<sup>2</sup>  
 $\gamma$ -Empfindlichkeit: 114 Imp/min bei <sup>60</sup>Co-Strahlung = 1  $\mu$ Sv/h im Energieband der Umweltstrahlung  
Nullrate: ca. 10 Impulse pro Minute  
Interner Speicher: 2 kbyte  
Batterielebensdauer: ca. 3 Jahre  
Abmessungen: ca. 163x72x30 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 155 g

#### P-1002722

### Hinweis:

Nach Strahlenschutzgrundsätzen ist jeder, der eine Tätigkeit mit radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung plant oder ausübt, verpflichtet

- unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden
- und unvermeidbare Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.



### Dosimeter Radex RD 1706

Strahlungsmessgerät zur Bestimmung der Dosisleistung in  $\mu\text{Sv/h}$  für  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Röntgenstrahlung. Ohne spezielle Kenntnisse zu bedienen und dennoch einem professionellen Dosimeter vergleichbar. Mit zwei integrierten Geiger-Müller-Zählrohren und beleuchtbarer, großer LCD-Anzeige. Das Gerät misst die Aktivität der  $\beta$ - und  $\gamma$ -Teilchen und berechnet daraus die Dosisleistung. Die erforderliche Mess- und Berechnungsdauer hängt von der Dosisleistung ab und variiert von 26 s bis zu 1 s bei hoher Dosisleistung. Der Nachweis jedes Teilchens wird von einem Tonsignal begleitet, um die Suche nach einer radioaktiven Quelle zu erleichtern. Im Modus „Hintergrund“ werden die Differenz der mittleren Dosisleistung zur Hintergrunddosisleistung und die Hintergrunddosisleistung angezeigt. Dies erleichtert z.B. die Untersuchung von geschlossenen Räumen und Baumaterialien. Das Überschreiten einer einstellbaren Alarmschwelle wird wahlweise durch ein Ton- oder ein Vibrationssignal angezeigt. Nach Ausschalten des Gerätes bleiben die Messwerte gespeichert.

Zähler:	zwei GM-Zählrohre SBM20-1
Messgröße:	Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $H^*(10)$
Messbereich:	0,05...999,0 $\mu\text{Sv/h}$
Alarmschwelle:	einstellbar von 0,10 bis 99,0 $\mu\text{Sv/h}$
Alarm:	Tonsignal oder Vibrationssignal
Mess- und Berechnungsdauer:	26 s
	1 s (bei $H^*(10) > 3,5 \mu\text{Sv/h}$ )
Anzeigedauer der Werte	kontinuierlich
Energiebereich der nachweisbaren	
Röntgen- und $\gamma$ -Strahlung:	0,03 bis 3,0 MeV
$\beta$ -Strahlung:	0,25 bis 3,5 MeV
Batterien:	1,5 V, AAA (1x oder 2x)
Betriebsdauer	500 h, mit 2 Batterien (1350 mAh) bei Normalbedingungen
Abmessungen:	105x60x26 mm <sup>3</sup>
Masse (ohne Batterien):	90 g

### P-1012894

### Spinthariskop

Nachweisgerät zur Beobachtung von durch radioaktiven Zerfall hervorgerufenen Szintillationen. Nach Einschrauben eines Strahlerstiftes  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq (P-1006797), dessen Strahlenausstrittseite nach unten auf den offenen Zinksulfidschirm des Gerätes weist, können in völliger Dunkelheit durch die Lupe des Gerätes statistisch verteilte Lichtblitze beobachtet werden, die auf radioaktive Zerfälle zurückzuführen sind.

### P-1000918

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1006797 Strahlerstift  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq**

### Nebelkammer

Expansionsnebelkammer zur Beobachtung der Bahnen von  $\alpha$ -Strahlen. Deckel und Seitenwand aus Plexiglas. Mit Gewindebohrung zur Aufnahme des Strahlerstiftes  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq (P-1006797), schwenkbarer Absorptionsfolie zum Schließen und Öffnen der Strahlenausstrittseite und seitlichem Haltestiel. Durch Kompression und anschließende Expansion des angeschlossenen Gummiballs wird ein Methanol-Wassergemisch in der Nebelkammer übersättigt. Anschließend werden im Licht einer Optikleuchte für 1 – 2 Sekunden die Bahnen der  $\alpha$ -Strahlen durch Tröpfchenbildung sichtbar.

### P-1000921

Zusätzlich erforderlich:  
**P-1006797 Strahlerstift  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq**

### Strahlerstift $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq

Freigrenzenpräparat mit Strahlenschutzbehälter aus Messing. In eine Goldfolie eingewalztes und in das abgeflachte Ende eines geschlossenen Edelstahlstiftes eingelassenes Radiumsulfat.

Aktivität: 4 kBq  
Masse: ca. 400 g

### P-1006797

### Hinweis:

Der Strahlerstift  $^{226}\text{Ra}$  ist ein Freigrenzenpräparat ohne Bauartzulassung. Seine Aktivität beträgt ca. 4 kBq, die Freigrenze für  $^{226}\text{Ra}$  liegt bei 10 kBq.

Der Strahlerstift  $^{226}\text{Ra}$  kann in Deutschland einzeln ohne Genehmigung oder Anzeige eingesetzt werden, solange die sogenannte Summenregel beachtet wird. Andernfalls ist eine Genehmigung der zuständigen Behörde erforderlich.

Die Summenregel besagt, dass die Summe der prozentualen Anteile sämtlicher vorhandener Präparate bzw. Nuklide an den Freigrenzen höchstens 100% betragen darf. Diese Grenze wird durch drei Strahlerstifte  $^{226}\text{Ra}$  oder bei Vorhandensein weiterer Präparate bzw. Nuklide eventuell schon durch eine kleinere Anzahl überschritten.

**Achtung: Gefahrgut. Daher entstehen zusätzliche Transportkosten**



### Nal(Tl)-Szintillationsdetektor

Energieauflösender Detektor mit hoher Nachweiswahrscheinlichkeit für  $\gamma$ - und Röntgenfluoreszenzstrahlung zur Aufnahme kalibrierbarer Energiespektren und zur Messung der relativen Intensität der Strahlung. Die einfallende Strahlung erzeugt in einem mit Thallium aktivierten Natriumjodidkristall kurze Lichtimpulse, die ein fest angekoppelter Photomultiplier in zur Energie der Strahlung proportionale elektrische Pulse wandelt. Gegen Lichteinfall von außen ist der Kristall durch eine dünne Aluminiumabdeckung geschützt. Der Photomultiplier wird durch  $\mu$ -Metall gegen störende Magnetfelder abgeschirmt.

- Relative Energieauflösung: ca. 8% bei 662 keV
- Anschlusssockel: 14-polig, mit Zentrierung
- Kristallabmessungen: ca. 51 mm x 51 mm  $\varnothing$
- Aluminiumabdeckung: ca. 0,5 mm
- Gesamtabmessungen: ca. 185 mm x 58 mm  $\varnothing$

#### P-1008707

Zusätzlich erforderlich:

#### P-1008708 Nal-Betriebs- und Auswerteeinheit

Zusätzlich empfehlenswert:

#### P-1006797 Strahlerstift $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq



P-1008708

P-1008707

### Nal-Betriebs- und Auswerteeinheit

Komplette Betriebs- und Auswerteeinheit zur Messung und umfassenden Auswertung von Energiespektren. Bestehend aus einer 14-poligen Anschlussstufe mit Hochspannungsversorgung für den Photomultiplier eines Nal(Tl)-Szintillationsdetektors. Mit integriertem Verstärker mit Pulsformung und digitaler Signalverarbeitung zur Vielkanalanalyse. Die Spannungsversorgung der kompletten Einheit erfolgt über die USB-Schnittstelle eines PC. Einschließlich Mess- und Auswertesoftware MAESTRO-32 für PC. Die Mess- und Auswertesoftware bietet eine vielseitige grafische Oberfläche, unterstützt die Identifizierung der gemessenen Strahlungsenergien anhand integrierter Bibliotheken und ermöglicht die Einstellung aller Messparameter einschließlich der Hochspannung am PC.

- Auflösung: 1024 Kanäle
- Verstärkung: 1, 3 oder 9 (grob)  
0,4 – 1,2 (fein)
- Integrale Nichtlinearität: <0,05% über 99% des Bereichs
- Differentielle Nichtlinearität: <1% über 99% des Bereichs
- Totzeit-Einfluss: <5% unterhalb 50000 Ereignisse/s
- Hochspannung: 0 bis 1200 V DC
- Verstärkungsdrift: <0,15 $\times 10^{-3}$  pro  $^{\circ}\text{C}$
- Offsetdrift: <0,05 $\times 10^{-3}$  pro  $^{\circ}\text{C}$
- Impulsformung: 0,75 – 2  $\mu\text{s}$

#### P-1008708

Zusätzlich erforderlich:

#### P-1008707 Nal(Tl)-Szintillationsdetektor

### Warnschild „Radioaktiv“

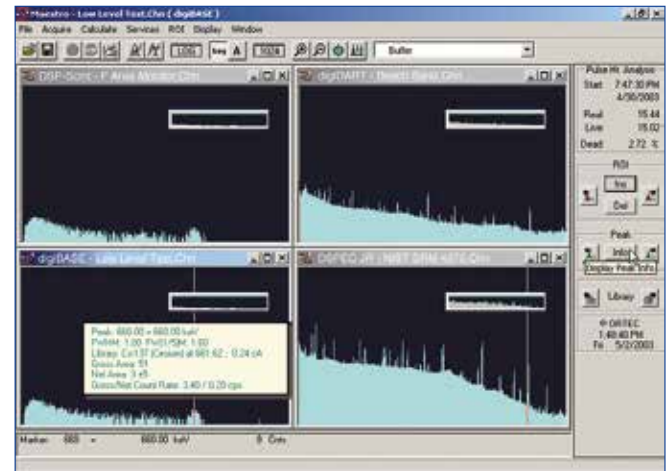
- Warnschild auf weißem Kunststoff. Mit Stiel.
- Abmessungen: ca. 210x300 mm<sup>2</sup>
- Masse: ca. 80 g

#### P-1000919

### Stahlschrank für radioaktive Präparate

- Stahlschrank zur diebstahlsicheren Aufbewahrung von radioaktiven Präparaten gemäß Strahlenschutzverordnung.
- Abmessungen: ca. 140x300x360 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 3 kg

#### P-1000920



Bildschirmdarstellung zur Mess- und Auswertesoftware MAESTRO-32



P-1000919



P-1000920

**ESR/NMR Basissatz**

Basisgerätesatz zur Untersuchung der Elektronenspinresonanz (ESR) am ungepaarten Elektron von DPPH- (Diphenyl-Picryl-Hydrazyl-)Molekülen sowie der kernmagnetischen Resonanz (NMR) an Glycerin, Polystyrol und Teflon. Die Beobachtung der Resonanzen erfolgt durch hochfrequenzinduzierte Übergänge bei Veränderung des externen Magnetfeldes. Die Resonanzabsorptionskurven können mit einem einfachen Zweikanal-Oszilloskop oder mit 3B NET/og™ dargestellt werden.

**Lieferumfang:**

1 Basis  
1 Spulenpaar  
1 Steuerkonsole  
1 Steckernetzgerät 12 V AC (230 V, 50/60 Hz)  
oder  
1 Steckernetzgerät 12 V AC (115 V, 50/60 Hz)

Die Basis dient zur mechanischen Aufnahme der Proben, des ESR- (aus P-1000640) oder des NMR-Messkopfes (aus P-1000642), des Spulenpaars und des Permanentmagneten (aus P-1000642).

Abmessungen: ca. 165x105x135 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 1,25 kg

Das Spulenpaar dient zur Erzeugung des veränderlichen magnetischen Feldes für die Elektronenspinresonanz und in Verbindung mit dem Permanentmagneten (aus P-1000642) für die Kernspinresonanz.

Magnetische Flussdichte: 0 – 3,7 mT  
Anschluss: Hohlstecker  
Abmessungen: ca. je 20 mm x 74 mm Ø  
Masse: ca. je 0,2 kg

Die Steuerkonsole liefert die Steuer- und Versorgungsspannungen für den Messkopf und das Spulenpaar, bereitet das Messsignal zur Darstellung mit einem Oszilloskop auf und zeigt die Frequenz des HF-Signals an.

Anschluss Messköpfe: Vierpolige Lemobuchse  
Anschluss Spulenpaar: Sägezahn-Stromquelle 0 – 250 mA, 50 ms, Hohlbuchsenpaar

Ausgang Field: proportional zum Spulenstrom, 0 bis 1 V, BNC-Buchse

Ausgang Signal: Resonanzsignal, 0 bis 1 V, BNC-Buchse

Frequenzbereich: ca. 45 bis 75 MHz (ESR)  
ca. 10 bis 15 MHz (NMR)

Abmessungen: ca. 170x105x45 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 0,5 kg

**Themen:**

- Resonanzabsorption eines HF-Schwingkreises
- Abhängigkeit der Resonanzfrequenz vom Magnetfeld
- Linienbreite
- Elektronenspin
- Magnetisches Moment des Elektrons
- Bestimmung des Elektronen-g-Faktors
- Protonenspin
- Magnetisches Moment des Protons und des Kerns
- Bestimmung des Kern-g-Faktors
- Kernspintomographie

**ESR/NMR Basissatz (230 V, 50/60 Hz)**

P-1000638 .....

**ESR/NMR Basissatz (115 V, 50/60 Hz)**

P-1000637 .....

Zusätzlich erforderlich:

P-1000640 ESR Ergänzungssatz

oder

P-1000642 NMR Ergänzungssatz

P-1002727 Analog-Oszilloskop, 2x30 MHz

oder

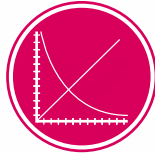
P-1000540 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)

oder

P-1000539 3B NET/og™ (115 V, 50/60 Hz)



P-1000638  
P-1000637



**UE5030200**  
PDF online



**NMR Ergänzungssatz**

Ergänzungssatz zum ESR/NMR Basissatz (P-1000638/P-1000637) zur Untersuchung der Kernspinresonanz an drei verschiedenen Proben. Bestehend aus einem NMR-Messkopf mit Hochfrequenzspule, einem starken homogenen Permanentmagneten, einer Glycerinprobe, einer Polystyrolprobe, einer Teflonprobe, einer ungefüllten Vergleichsprobe und zwei Montagescheiben.

Anschluss des Messkopfes: vierpoliger Lemo-Stecker  
Magnetische Flussdichte des Permanentmagneten: ca. 300 mT

**P-1000642** .....



P-1000642

**ESR Ergänzungssatz**

Ergänzungssatz zum ESR/NMR Basissatz (P-1000638/P-1000637) zur Untersuchung der Elektronenspinresonanz an DPPH. Bestehend aus einem ESR-Messkopf mit Hochfrequenzspule, einer DPPH-Probe, einer ungefüllten Vergleichsprobe, zwei Montageringen und zwei Montagezylindern.

Anschluss des Messkopfes: vierpoliger Lemo-Stecker

**P-1000640** .....



P-1000640



**UE5030100**  
PDF online

P-1000640

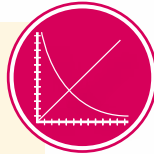


P-1002727

P-1000638  
P-1000637

**Themen:**

- Hall-Effekt an Halbleitern
- Störstellenleitung
- Eigenleitung
- Beweglichkeit von Elektronen und Löchern
- Driftgeschwindigkeit von Ladungsträgern
- Ladungsträgerkonzentration
- Bandabstand



**UE6020100**  
**UE6020200**  
PDF online



Experimenteller Aufbau:  
Hall-Effekt an Halbleitern

**Hall-Effekt-Basisgerät**

Basisgerät zur Kontaktierung, Spannungsversorgung und Halterung der Ge-Kristalle auf Leiterplatte (P-1008522, P-1009810 und P-1009760) in Experimenten zum Hall-Effekt und zur Leitfähigkeit. Mit integrierter einstellbarer Konstantstromquelle für den Probenstrom, Messverstärker mit Offsetkompensation für die Hall-Spannung und Kristallheizung bis 170°C mit Temperaturregelung und umschaltbarer Anzeige für Hall-Spannung, Probenstrom, Probenspannung und Temperatur. Hall-Spannung und Probenstrom können auf der Frontseite direkt abgegriffen werden. Zusätzlich können seitlich drei Spannungsäquivalentwerte für Hall-Spannung, Probenstrom und Proben-temperatur gemessen werden. Mit Halterung zum Aufbau des Gerätes im U-Kern (P-1000979) des zerlegbaren Transformators und 2 Anschlusskabel mit 8-Pin-miniDIN-Steckern.

Ausgänge für Spannungs-

äquivalentwerte: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
8-PIN-miniDIN-Buchsen (für 3B NET/og™)

Spannungsversorgung: 12 V AC, 3 A über 4 mm-Buchsen

Abmessungen: ca. 180x110x50 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 0,5 kg

**P-1009934**



**P-1009934**

**Ge undotiert auf Leiterplatte**

Hochwertige Wechselplatine mit undotiertem Ge-Kristall zur Untersuchung der Leitfähigkeit für undotiertes Germanium in Abhängigkeit von der Temperatur. Mit Kontakten für Querstrom, integrierter Widerstandsheizung mit Thermofühler direkt unter dem Kristall und Vielfachstecker zum Anschluss der Leiterplatte an das Hall-Effekt-Basisgerät (P-1009934).

Kristallabmessungen: ca. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

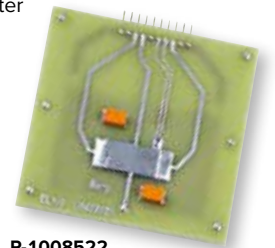
Abmessungen: ca. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 30 g

**P-1008522**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1009934 Hall-Effekt-Basisgerät**



**P-1008522**

**n-Ge auf Leiterplatte**

Hochwertige Wechselplatine mit n-dotiertem Ge-Kristall zur Untersuchung der Leitfähigkeit und der Hall-Spannung für n-dotiertes Germanium in Abhängigkeit von der Temperatur. Mit Kontakten für Querstrom und Hall-Spannung, integrierter Widerstandsheizung mit Thermofühler direkt unter dem Kristall und Vielfachstecker zum Anschluss der Leiterplatte an das Hall-Effekt-Basisgerät (P-1009934).

Kristallabmessungen: ca. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

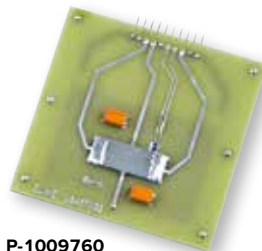
Abmessungen: ca. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 30 g

**P-1009760**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1009934 Hall-Effekt-Basisgerät**



**P-1009760**

**p-Ge auf Leiterplatte**

Hochwertige Wechselplatine mit p-dotiertem Ge-Kristall zur Untersuchung der Leitfähigkeit und der Hall-Spannung für p-dotiertes Germanium in Abhängigkeit von der Temperatur. Mit Kontakten für Querstrom und Hall-Spannung, integrierter Widerstandsheizung mit Thermofühler direkt unter dem Kristall und Vielfachstecker zum Anschluss der Leiterplatte an das Hall-Effekt-Basisgerät (P-1009934).

Kristallabmessungen: ca. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

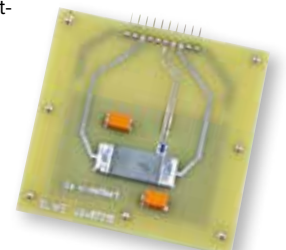
Abmessungen: ca. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 30 g

**P-1009810**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1009934 Hall-Effekt-Basisgerät**



**P-1009810**



### Experiment „Elektrische Leitung in Halbleitern – Bestimmung des Bandabstandes in Germanium“

- 1 Hall-Effekt, Grundgerät P-1009934
- 1 undotiertes Germanium auf Leiterplatte P-1008522
- 1 Tonnenfuß, 1000 g P-1002834
- 1 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz) P-1003316
- oder
- 1 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz) P-1003315
- 1 Digital-Multimeter P3340 P-1002785
- 1 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm P-1002849
- 1 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75cm, rot/blau P-1017718
- 1 3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz) P-1000540
- oder
- 1 3B NET/log™ (115 V, 50/60 Hz) P-1000539
- 1 3B NET/lab™ P-1000544

### Experiment „Hall-Effekt in p- und n-dotiertem Germanium“

- 1 Hall-Effekt, Grundgerät P-1009934
- 1 n-dotiertes Germanium auf Leiterplatte P-1009760
- 1 p-dotiertes Germanium auf Leiterplatte P-1009810
- 1 Magnetfeldsensor ±2000 mT P-1009941
- 1 Spule D mit 600 Windungen P-1000988
- 1 U-Kern P-1000979
- 1 Paar Polschuhe und Spannbügel für Hall-Effekt P-1009935
- 1 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz) P-1003316
- oder
- 1 Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz) P-1003315
- 1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) P-1003312
- oder
- 1 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) P-1003311
- 1 Digital-Multimeter P3340 P-1002785
- 1 Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm P-1002843
- 1 3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz) P-1000540
- oder
- 1 3B NET/log™ (115 V, 50/60 Hz) P-1000539
- 1 3B NET/lab™ P-1000544

### Themen:

- Hall-Effekt an Metallen
- Normaler und anomaler Hall-Effekt
- Hall-Koeffizient

### Hall-Effekt an Metallen

Nachweis der Hallspannung an einer von einem Strom  $I$  durchflossenen Kupfer- oder Zinkprobe, die sich in einem senkrecht zur Stromrichtung wirksamen Magnetfeld befindet. Proben betriebsbereit auf Platine mit 4-mm-Anschlussbuchsen verlötet. Zur Halterung der Probe im Magnetfeld eines Elektromagneten ist der Halter für Hall-Effekt erforderlich.

- Dicke der Kupferprobe: 17,5µm
- max. Querstrom Kupferprobe: 20 A DC
- Dicke der Zinkprobe: 25µm
- max. Querstrom Zinkprobe: 15 A DC
- Probenfläche: 10x44 mm<sup>2</sup>
- Abmessungen: ca. 130x90x25 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 45g

### Kupferprobe für Hall-Effekt

P-1018751 .....

### Zinkprobe für Hall-Effekt

P-1018752 .....

### Halter für Hall-Effekt

P-1018753 .....

Zur Erzeugung des Magnetfeldes erforderlich:

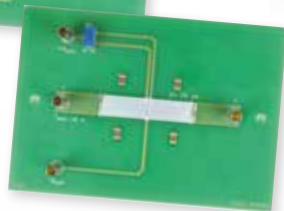
- P-1000988 Spule D mit 600 Windungen (2x)
- P-1000979 U-Kern D
- P-1009935 Paar Polschuhe und Spannbügel für Hall-Effekt
- P-1003312 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1003311 DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

Zusätzlich erforderlich:

- P-1002771 DC-Netzgerät 0 – 16V, 0 – 20A
- P-1001016 Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)
- oder
- P-1001015 Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)
- P-1008537 Teslameter E
- P-1012892 Magnetfeldsonde, flexibel



P-1018751



P-1018752



P-1018753



Experimenteller Aufbau: Hall-Effekt an Metallen



**Netzgerät für Optikleuchten**

Leistungsstarkes elektronisches Netzgerät z.B. zum Betrieb von Optikleuchten. Kurzschlussfest, mit Verbindungsleitung und zwei kaskadierbaren 4 mm-Sicherheitssteckern.

Ausgang: 12 V, max. 5 A

**Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

Abmessungen: 100x45x70 mm<sup>3</sup>

**P-1000593** .....

**Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**

Abmessungen: 75x45x45 mm<sup>3</sup>

**P-1006780** .....

**Transformator 12 V, 25 VA**

Einfacher Transformator für Schülerexperimente. Kurzschlussfest, mit Verbindungsleitung und zwei kaskadierbaren 4 mm-Sicherheitssteckern.

Ausgang: 12 V AC, max. 2 A

Abmessungen: ca. 110x95x65 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 0,64 kg

**Transformator 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1000866** .....

**Transformator 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000865** .....



P-1000681  
P-1000680

**Steckernetzgerät 24 V, 700 mA**

Steckernetzgerät 24 V zum Betrieb des Drehpendels nach Pohl (P-1002956). Mit 2 m Verbindungsleitung und zwei kaskadierbaren 4 mm-Sicherheitssteckern.

Ausgang: 24 V AC, max. 700 mA

**Steckernetzgerät 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1000681** .....

**Steckernetzgerät 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000680** .....



P-1012900



P-1001014



P-1012899



P-1009545

**Steckernetzgeräte 12 V AC**

Steckernetzgeräte mit Hohlstecker.

Art.-Nr.	Spannung	Max. Strom	Hohlstecker	Netzspannung
P-1012900	12 V AC	2000 mA	5,5x2,5 mm	230 V, 50/60 Hz
P-1012899	12 V AC	2000 mA	5,5x2,5 mm	115 V, 50/60 Hz
P-1001014	12 V AC	750 mA	5,5x2,1 mm	230 V, 50/60 Hz
P-1009545	12 V AC	500 mA	5,5x2,1 mm	115 V, 50/60 Hz



P-1002772

**Stell-Transformer (230 V, 50/60 Hz)**

Leistungsstarker Stell-Trenntransformator mit hoher Belastbarkeit und stufenlos einstellbarer AC-Ausgangsspannung. Zwei digitale Effektivwertanzeigen für Stromstärke und Ausgangsspannung. Thermisch gegen Überlast geschützt, mit Überstromschutzschalter. Ausgang vom Netzeingang galvanisch getrennt.

Ausgang: 0 – 260 V AC, max. 3 A  
 Überlastschutz: thermisch  
 Anzeige: 3-stellige LCD  
 Anschluss: Schukosteckdose  
 Leistung: 780 VA  
 Versorgungsspannung: 230 V ±10% 50/60 Hz  
 Abmessungen: ca. 250x235x178 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 20 kg

P-1002772

**Robust,  
übersichtlich,  
verständlich**



P-1003558  
P-1003557

**Transformator mit Gleichrichter 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A**

Sicherheitstrenntransformator mit Sicherheitsautomat in Metallgehäuse. Ausgangsspannung in 7 Stufen schaltbar.

AC-Ausgang: 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, max. 5 A  
 DC-Ausgang: 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, max. 5 A  
 Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: ca. 260x140x130 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 3,1 kg

**Transformator mit Gleichrichter 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

P-1003558

**Transformator mit Gleichrichter 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1003557



P-1017579



P-1003316  
P-1003315

**Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A**

Kleinspannungsnetzgerät mit Überlastschutz in Kunststoffgehäuse. Ausgangsspannung in vier Stufen schaltbar.

AC-Ausgang: 3/ 6/ 9/ 12 V, max. 3 A  
 DC-Ausgang: 3/ 6/ 9/ 12 V, max. 3 A  
 Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Abmessungen: ca. 210x170x90 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 2,6 kg

**Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)**

P-1003316

**Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1003315

**siehe auch Seite 136**

**Tischnetzgerät**

Tischnetzgerät zur Spannungsversorgung des Gerätesatzes  
 Wärmeleitung.

Netzspannung: 100 – 240 V AC / 1A 50/60 Hz  
 Ausgangsspannung: 12 V DC / 4 A

P-1017579



P-1002776  
P-1002775

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A**

Kleinspannungsnetzgerät mit stufenlos einstellbarem, stabilisiertem und geregelter Gleichspannungsausgang und beleuchtetem, analogem Anzeigefeld. Gleichspannungsausgang dauerkurzschlussfest und fremdspannungssicher. Vier galvanisch vom Gleichspannungsausgang getrennte Wechselspannungsausgänge sind durch Halbleitersicherungen (Multifuses) überlastgeschützt.

- DC-Ausgang: 0–12 V, max. 3 A
- Stabilität bei Volllast: ≤ 20 mV
- Restwelligkeit bei Volllast: ≤ 2 mV
- Analoganzeige: Klasse 2,5
- AC-Ausgänge: 3/ 6/ 9/ 12 V, max. 3 A
- Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- Abmessungen: ca. 230x115x190 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 3,5 kg

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)**

P-1002776 .....

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1002775 .....



P-1001007  
P-1001006

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A, stab.**

Kleinspannungsnetzgerät mit stufenlos einstellbarer stabilisierter Gleichspannung bzw. stabilisierter Wechselspannung. Die Auswahl zwischen Gleichspannung und Wechselspannungsausgang erfolgt über einen Kippschalter.

- DC-Ausgang: 0 – 12 V, max. 3 A, stabilisiert
- AC-Ausgang: 0 – 12 V, max. 3 A, stabilisiert
- Abmessungen: ca. 160x170x65 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 2,9 kg

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A, stab. (230 V, 50/60 Hz)**

P-1001007 .....

**AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V, 3 A, stab. (115 V, 50/60 Hz)**

P-1001006 .....



P-1002769

**AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

Stufenlos einstellbares Wechsel- und Gleichspannungs-Netzgerät mit digitaler Spannungs- und Stromanzeige, besonders geeignet für Schüler- und Praktikumsexperimente. Ausgänge galvanisch getrennt. Durch einen Umschalter kann die Kondensatorsiebung der Ausgangsgleichspannung ein- bzw. ausgeschaltet werden (Smoothing). Bei Überlastung wird das Gerät durch einen thermischen Überlastschalter ausgeschaltet.

- DC-Ausgang: 0 – 30 V, max. 5 A
- AC-Ausgang: 0 – 30 V, max. 5 A
- Max. Ausgangsleistung: 150 VA
- Anzeige: 2x 3-stellige LED
- Ziffernhöhe: 15 mm
- Anschlüsse: 4 mm-Buchsen
- Versorgungsspannung: 230 V ± 10% 50/60 Hz
- Abmessungen: ca. 280x205x140 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 8,3 kg

P-1002769 .....



P-1003562  
P-1003561

**AC/DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A**

Netzgerät mit einstellbarer stabilisierter Gleichspannung und analoger Spannungs- und Stromanzeige für Gleichspannung. Der Gleichspannungsteil verfügt über eine automatisch wechselnde Spannungs- und Stromregelung und ist dauerkurzschlussfest. Die Wechselspannung kann in acht Stufen gewählt werden; der Ausgang ist durch einen Überstromschutzschalter geschützt. Die Wechsel- und Gleichspannungsausgänge sind galvanisch voneinander getrennt. Ein temperatur geregelter Lüfter schützt vor Überhitzung.

- DC-Ausgang: 0 – 20 V, 0 – 5 A
- AC-Ausgang: 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 15/ 20 V, max. 5 A
- Restwelligkeit: <10 mV
- Abmessungen: ca. 235x175x245 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 8 kg

**AC/DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

P-1003562 .....

**AC/DC-Netzgerät 0 – 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

P-1003561 .....



P-1008691  
P-1008690

### AC/DC-Netzgerät 1/ 2/ 3/ – 15 V, 10 A

Stufenweise einstellbares Wechsel- und Gleichspannungs-Netzgerät im Metallgehäuse. Besonders geeignet für Schüler- und Praktikumsexperimente. Mit stabilisierten Gleichspannungen. Ausgänge galvanisch getrennt und kurzschlussfest.

DC-Ausgang:	1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13/ 14/ 15 V, max. 10 A
AC-Ausgang:	1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13/ 14/ 15 V, max. 10 A
Max. Ausgangsleistung:	150 VA
Anschlüsse:	4 mm-Buchsen
Abmessungen:	ca. 170x160x250 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 6,3 kg

### AC/DC-Netzgerät 1/ 2/ 3/ – 15 V, 10 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1008691 .....

### AC/DC-Netzgerät 1/ 2/ 3/ – 15 V, 10 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1008690 .....

auch als  
Stromquelle  
nutzbar



P-1003593  
P-1008692

### AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A

Kombiniertes Netzgerät mit separatem AC- und DC-Ausgang und jeweils separaten Anzeigen der Ausgangsspannung und des Ausgangstroms. Der DC-Ausgang ist als kontinuierlich verstellbare Stromquelle oder Spannungsquelle einsetzbar. Der AC-Ausgang ist strombegrenzt und elektronisch gegen Überlast geschützt.

DC-Spannung:	0...30 V
DC-Strom:	0...6 A
AC-Spannung:	0...30 V
AC-Strom:	max. 6 A
Abmessungen:	ca. 380x140x300 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 12 kg

### AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1003593 .....

### AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 0 – 6 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1008692 .....

mit Strom-  
begrenzung



P-1008535  
P-1008534

### DC-Netzgerät 450 V

Netzgerät mit drei Ausgängen zur elektrischen Versorgung in Experimenten mit dem Elektrometer (P-1001025 bzw. P-1001024).

Ausgang 1:	
Spannung	0 – 450 V DC
Max. Strom:	10 µA
Ausgang 2:	
Spannung	1,2 – 12 V DC
Max. Strom:	100 mA
Ausgang 3:	
Spannung	0 – 12 V AC
Max. Strom:	10 mA
Abmessungen:	250x100x160 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 0,8 kg

### DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz)

P-1008535 .....

### DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)

P-1008534 .....



P-1003560

### DC-Netzgerät 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)

Handliches DC-Netzgerät in stabilem Metallgehäuse. Die Ausgangsspannung ist stufenlos einstellbar und wird über ein Analogmessgerät angezeigt. Der Ausgang ist kurzschlussfest und massefrei.

DC-Ausgang:	1,5 – 15 V, max. 1,5 A
Restwelligkeit:	10 mV
Anschlüsse:	4 mm-Sicherheitsbuchsen
Versorgungsspannung:	230 V ± 10% 50/60 Hz
Abmessungen:	ca. 100x80x150 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 2 kg

P-1003560 .....



P-1002763  
P-1002762

Auch als  
Stromquellen  
nutzbar



P-1002771

### DC-Netzgerät

Universelles Netzgerät mit digitaler Strom- und Spannungsanzeige. Ausgangsspannung und Ausgangsstrom stufenlos einstellbar. Das Gerät lässt sich als Konstantspannungsquelle mit Strombegrenzung oder als Konstantstromquelle mit Spannungsbegrenzung verwenden. Zwei oder mehrere Geräte lassen sich parallel oder in Serie betreiben.

Anzeigen: 2x 3 stellige LED  
Genauigkeit: 1% + 2 Digits für U, 1% + 4 Digits für I  
Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Abmessungen: ca. 210x132x255 mm<sup>3</sup>

	P-1002761/ P-1002760	P-1002763/ P-1002762
Ausgangsspannung	0 – 16 V	0 – 32 V
Ausgangsstrom	0 – 10 A	0 – 2,5 A
Ausgangsleistung	160 W	80 W
Stabilität bei Volllast	≤10 mV	≤10 mV
Restwelligkeit	≤4 mV	≤4 mV
Masse	5,9 kg	5,3 kg

### DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 10 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1002761

### DC-Netzgerät 0 – 32 V, 0 – 2,5 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1002763

### DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 10 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1002760

### DC-Netzgerät 0 – 32 V, 0 – 2,5 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1002762



P-1003312  
P-1003311

Auch als  
Stromquellen  
nutzbar



P-1012857  
P-1012858

### DC-Netzgerät 1 – 32 V / 0 – 20 A

Hochwertiges Schaltnetzteil in platzsparendem Gehäuse mit intelligenter Steuerung der Lüftergeschwindigkeit zur Gewährleistung eines leisen und sicheren Betriebes. Leichtes, präzises und schnelles Einstellen der Spannungs- und Strompegel mit Doppelfunktions-Drehgebern für Grob- und Feineinstellung. Strombegrenzung im offenen Stromkreis einstellbar. Drei vom Benutzer definierbare wieder aufrufbare Voreinstellungen der Spannungs- und Strombegrenzung erleichtern den schnellen Zugriff auf häufig verwendete Einstellungen. Vollständige Fernsteuerung von Spannung und Strom, sowie ein- und ausschaltbarer Ausgang.

Anzeige: 3-stellig, 15 mm, grüne LED  
Ausgangsspannung: 1 – 32 V DC  
Ausgangsstrom: 0 – 20 A (rückseitiger Ausgang mit Polklemmen)  
0 – 5 A (frontseitiger Ausgang mit 4-mm-Sicherheitsbuchsen)  
Ausgangsleistung: max. 640 W  
Restwelligkeit: 5 mVeff  
Wirkungsgrad: > 87,0 %  
Abmessungen: 200x90x255 mm<sup>3</sup>  
Masse: 2,6 kg

### DC-Netzgerät 1 – 32 V / 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1012857

### DC-Netzgerät 1 – 32 V / 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1012858

### DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A

Universelles Netzgerät mit digitaler Strom- und Spannungsanzeige. Ausgangsspannung und Ausgangsstrom stufenlos einstellbar. Das Gerät lässt sich als Konstantspannungsquelle mit Strombegrenzung oder als Konstantstromquelle mit Spannungsbegrenzung verwenden.

DC-Ausgang: 0–20 V, 0–5 A  
Ausgangsleistung: 100 W  
Stabilität bei Volllast: ≤ 0,01% + 5 mV, ≤ 0,2% + 5 mA  
Restwelligkeit: ≤ 1 mV, 3 mA  
Anzeigen: 2x 3-stellige LED  
Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Abmessungen: ca. 130x150x300 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 4,7 kg

### DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

P-1003312

### DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1003311

**4  
Ausgänge**



P-1003310  
P-1003309

P-1003308  
P-1003307

### DC-Netzgerät 0 – 500 V

Niederspannungsnetzgerät mit vier Ausgängen insbesondere zur Versorgung von Elektronenröhren einschließlich Helmholtz-Spulen mit vier unabhängig einstellbaren Gleichspannungen und analogen Anzeigeinstrumenten für alle Gleichspannungen. Die Gleichspannungen sind stabilisiert und geregelt, erdfrei, galvanisch voneinander getrennt, kurzschlussfest und fremdspannungssicher.

500-V-Ausgang:	0 – 500 V DC, max. 50 mA
50-V-Ausgang:	0 – 50 V DC, max. 50 mA
8-V-Ausgang:	0 – 8 V DC, max. 3 A
12-V-Ausgang:	0 – 12 V DC, max. 4 A
Anzeigen:	analog, Klasse 2
Anschlüsse:	4 mm-Sicherheitsbuchsen
Leistungsaufnahme:	50 VA
Abmessungen:	ca. 85x325x190 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 4 kg

### DC-Netzgerät 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)

P-1003308 .....

### DC-Netzgerät 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)

P-1003307 .....

**! Ideal zum Betrieb zahlreicher Elektronenröhren** (s. Seite 232 ff):

- **Geregelter, von der Netzspannung unabhängiger Hochspannungsausgang**
- **Hochspannungsfeste Heizspannungsversorgung**

### Hochspannungsnetzgerät 5 kV

Universell einsetzbare, erdfreie Hochspannungsquelle zum Betrieb von Elektronenröhren. Mit eingebautem, hochspannungsfestem Transformator zur Entnahme der Heizspannung für Elektronenröhren. Stufenlos einstellbare, nicht berührungsgefährliche Hochspannung mit passiver Strombegrenzung und analoger Spannungsanzeige.

Hochspannungsausgang:	0 – 5000 V DC, max. 2 mA, max. 5 W
Heizspannungsausgang:	6,3 V AC, max. 3 A, hochspannungsfest bis 5 kV
Überlastschutz:	Primär: Sicherung Sekundär: Strombegrenzungswiderstände
Anschlüsse:	4 mm-Sicherheitsbuchsen
Hochspannungsanzeige:	analog
Abmessungen:	ca. 235x130x155 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 3,5 kg

### Hochspannungsnetzgerät 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

P-1003310 .....

### Hochspannungsnetzgerät 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

P-1003309 .....

P-1001012  
P-1001011



**Mit  
Rampen-  
generator**

### DC-Netzgerät 0 – 300 V

Niederspannungsnetzgerät zum Betrieb von Röhren. Mit zusätzlichem Rampengenerator für Experimente zum Induktionsgesetz und zur Ladung und Entladung von Kondensatoren.

Ausgänge:	0 – 300 V DC, max. 200 mA
	0 – -50 V DC, max. 10 mA
	4 – 12 V DC, max. 400 mA
Rampengenerator:	2,5 – 50 V/s, linear ansteigend oder abfallend
Betriebsspannung:	230/115 V AC, 50 (60)Hz
Anschlüsse:	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Abmessungen:	ca. 240x230x170 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 3,7 kg

### DC-Netzgerät 0 – 300 V (230 V, 50/60 Hz)

P-1001012 .....

### DC-Netzgerät 0 – 300 V (115 V, 50/60 Hz)

P-1001011 .....

- **! Ideal zum Betrieb zahlreicher Elektronenröhren** (s. Seite 232 ff):
- **Sehr hochwertiges und sehr leichtes Gerät in modernem Gehäuse**
- **3-stellige Digitalanzeige für Hochspannung**
- **Geregelter, von der Netzspannung unabhängiger Hochspannungsausgang**
- **Hochspannungsfeste Heizspannungsversorgung**
- **Kein Sicherungswechsel erforderlich**

### Hochspannungsnetzgerät E, 5 kV

Universell einsetzbare, erdfreie Hochspannungsquelle für elektrostatische Experimente sowie zum Betrieb von Spektralröhren, Gasentladungsröhren und Elektronenröhren. Mit eingebautem, hochspannungsfestem Transformator zur Entnahme der Heizspannung für Elektronenröhren. Stufenlos einstellbare, nicht berührungsgefährliche Hochspannung mit passiver Strombegrenzung und digitaler Spannungsanzeige.

Hochspannungsausgang:	0 – 5000 V DC, max. 2 mA, potentialfrei
Heizspannungsausgang:	6,3 V AC, max. 3 A
Überlastschutz:	reversible Sicherung, 3 A
Anschlüsse:	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Hochspannungsanzeige:	3-stellige LED
Abmessungen:	ca. 240 x 220 x 90 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 2 kg

### Hochspannungsnetzgerät E, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

P-1013412 .....

### Hochspannungsnetzgerät E, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

P-1017725 .....



P-1013412  
P-1017725



P-1009957  
P-1009956

**Vorteile**

- Leicht und präzise einstellbar
- Mit internem kontinuierlichem Sweep-Modus
- Ideal zur Aufzeichnung von Resonanzkurven

**Funktionsgenerator FG 100**

Funktionsgenerator mit Leistungsverstärker für den Einsatz in Schüler- und Praktikumsexperimenten zur Durchführung von vielfältigen Experimenten in der Schwingungslehre, zum Wechselstrom und zur Induktion. Mit beleuchteter, digitaler Anzeige für Frequenz, Signalform, Offset und weiterer Parameter. Der Ausgang ist kurzschlussfest und gegen Induktionsspannungen und Funkenentladungen geschützt; z.B. bei angeschlossenen Spulen und unbeabsichtigtem Abziehen der Experimentierkabel unter Last. Im internen Sweep-Modus werden ein Triggerimpuls pro Durchlauf sowie eine zur Frequenz proportionale Spannung ausgegeben. Mit ausklappbaren Standfüßen. Einschließlich Steckernetzgerät.

Signale:

- Frequenzbereich: 0,001 Hz bis 100 kHz
- Signalformen: Sinus, Rechteck, Dreieck
- Offset: 0 bis ±5 V, in 0,1 V Schritten einstellbar

Ausgang:

- Ausgangsamplitude: 0 bis 10 V, stufenlos einstellbar
- Ausgangsleistung: 10 W permanent
- Ausgangsstrom: 1 A permanent, 2 A max.

Sweep:

- Sweep-Modi: extern, intern kontinuierlich, intern einzeln
- Frequenzbereich: 1 Hz bis 100 kHz

Verhältnis Stopp-Frequenz/

- Start-Frequenz: maximal 1000:1, z.B. 2 Hz bis maximal 2 kHz

Zeitspanne:

- 0,04 s bis 1000 s
- externer Sweep: Start durch Triggerimpuls oder durch Anlegen einer Steuerspannung 0 bis 5 V

maximale

- Modulationsfrequenz: 200 Hz
- interner Sweep: Starten und Anhalten mit Taste Start / Stopp  
Ausgabe eines Trigger-Impulses pro Durchlauf sowie einer proportionalen Spannung

Allgemeine Daten:

- Stromversorgung: Steckernetzgerät 12 VAC, 2 A
- Abmessungen: 170x105x40 mm<sup>3</sup>
- Sonstiges: ausklappbare Standfüße

**Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)**

P-1009957 .....

**Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)**

P-1009956 .....



P-1001037  
P-1001036

**Leistungs-Funktionsgenerator**

Extern wobbelbarer Funktionsgenerator mit Leistungsverstärker zur Durchführung von Experimenten in der Schwingungslehre, zum Wechselstrom und zur Induktion. Wahlweise als Funktionsgenerator, stabilisierte Gleichspannungsquelle, stabilisierte Stromquelle oder Leistungsverstärker einsetzbar. Mit digitaler Frequenzanzeige für Wert und Einheit und elektronischer Schutzschaltung gegen Überlast bei kapazitiver oder induktiver Belastung.

Frequenzanzeige: 3½stelliges LED-Display mit 13 mm Ziffernhöhe

Einheitenanzeige: mHz, Hz, kHz

Funktionsgenerator:

- Kurvenform: Sinus, Dreieck, Rechteck
- Frequenzbereich: 10 mHz – 100 kHz, 7 Dekaden
- Ausgangsspannung: 0 – 20 V, 10 mA, kurzschlussfest
- DC-Offset: 0 – ±10 V
- Innenwiderstand: 10 mΩ
- Modulation: FM und AM durch externen Generator
- Wobbelhub: in den 7 Dekaden wobbelbar

Leistungseinheit:

- Frequenzbereich: 0 – 50 kHz
- Eingangsimpedanz: 1 MΩ || 60 pF
- NF-Verstärkung: 10-fach
- max. Ausgangsleistung: 30 W
- Abmessungen: ca. 125x170x225 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 6,5 kg

**Leistungs-Funktionsgenerator (230 V, 50/60 Hz)**

P-1001037 .....

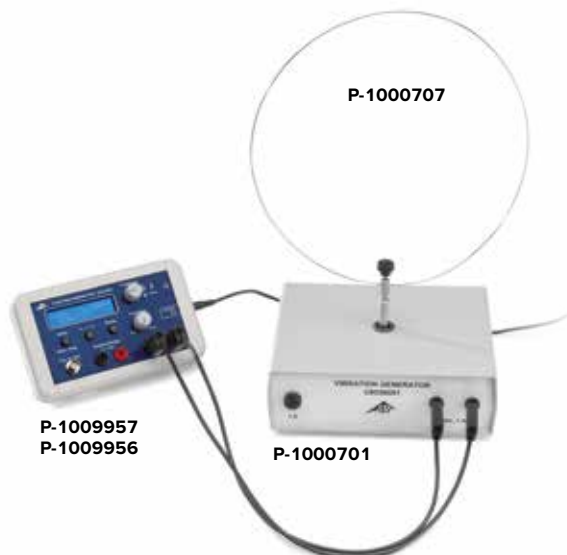
**Leistungs-Funktionsgenerator (115 V, 50/60 Hz)**

P-1001036 .....

**siehe auch Seiten 100 und 205**



P-1009957  
P-1009956



P-1009957  
P-1009956

P-1000701

P-1000707



## Experimente mit dem Funktionsgenerator SG10

### Periodische Änderung der Drehrichtung eines Gleichstrommotors:

- P-1017337 Funktionsgenerator SG10 (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1017338 Funktionsgenerator SG10 (115 V, 50/60 Hz)
- P-1001041 Gleichstrommotor 12 V
- P-1001046 Tonnenfuß
- P-1002849 Paar Sicherheitsexperimentierkabel

### Periodische Änderung der Anzeige eines Voltmeters:

- P-1017337 Funktionsgenerator SG10 (230 V, 50/60 Hz) oder
- P-1017338 Funktionsgenerator SG10 (115 V, 50/60 Hz)
- P-1013526 Analog-Multimeter ESCOLA 30
- P-1002849 Paar Sicherheitsexperimentierkabel



**Ideal für  
einführende  
Schülerexpe-  
rimente**



P-1017337  
P-1017338

### Funktionsgenerator SG10

Besonders einfach zu bedienender Sinusgenerator mit Leistungsverstärker für den Einsatz im Schülerexperiment. Inklusive Steckernetzgerät. 12 V AC.

Eine rote und eine grüne LED zeigen die positive und die negative Halbwelle der Ausgangsspannung an. Ihre Helligkeit entspricht der eingestellten Amplitude. Der Verlauf des Ausgangssignals kann mit Hilfe eines Analogvoltmeters mit Anzeigenullpunkt Mitte oder mit einem Oszilloskop dargestellt werden. Der Ausgang ist kurzschlussfest und gegen Induktionsspannungen und Funkenentladungen geschützt.

Signalform:	Sinus
Frequenzbereich:	0,01 – 10 Hz
Ausgangsamplitude:	1 – 10 V <sub>pp</sub> , stufenlos einstellbar
LED-Anzeige:	ab 2 V Ausgangsspannung
Ausgangsleistung:	1,5 W permanent
Ausgangsstrom:	300 mA max.
Klirrfaktor:	<5 %
Anschlüsse:	über 4-mm Sicherheitsbuchsen
Stromversorgung:	über Steckernetzgerät 12 V AC, 500 mA
Abmessungen:	ca. 100x75x35 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 400g inkl. Steckernetzgerät

### Funktionsgenerator SG10 (230 V, 50/60 Hz)

P-1017337.....

### Funktionsgenerator SG10 (115 V, 50/60 Hz)

P-1017338.....

### Sinusgenerator

Sinusgenerator mit Leistungsausgang bis 16 W im Frequenzbereich 1 Hz bis 100 kHz. Das Gerät enthält einen Vorverstärker, der wahlweise allein (z. B. als Mikrofonverstärker) oder mit nachgeschalteter Leistungsstufe als Breitbandverstärker (0 bis 100 kHz) verwendet werden kann.

Sinusgenerator mit Leistungsausgang:

Frequenzbereich: 1 Hz – 100 kHz, in 5 dekadischen Stufen, Skala mit linearer Teilung

Frequenzabweichung: <5 %

Ausgangsspannung: 0 – 6 V, einstellbar

Max. Ausgangsstrom: 10 A, kurzschlussfest

Max. Ausgangsleistung: 16 W dauernd, 30 W kurzzeitig

Eingangsimpedanz: 100 kΩ

Vorverstärker:

Verstärkungsfaktor: 1 – 300, stetig einstellbar  
Eingang: wechselstromgekoppelt, Mikrofonspannung zuschaltbar

Max. Ausgangsspannung: 10 V<sub>ss</sub>

Max. Ausgangsstrom: 15 mA, kurzschlussfest

Ausgangsimpedanz: 1 kΩ

Leistungsverstärker:

Spannungsverstärkung: 8,5

Betriebsspannung:

12 V AC

Abmessungen:

ca. 160x160x50 mm<sup>3</sup>

Masse:

ca. 1,1 kg

### P-1001038.....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000866 Transformator 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1000865 Transformator 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)**

P-1001038





P-1008677

### Zweikanal-Funktionsgenerator 20 MHz

Echt zweikanaliger Funktionsgenerator in DDS-Technik (Direct Digital Synthesis) zur Erzeugung stabiler hochpräziser Signale mit geringer Verzerrung. Signalformen als Standardform mit veränderlichen Parametern Frequenz, Amplitude, Offset und Phase abrufbar oder frei editierbar; zahlreiche Modulationsarten implementiert. Integrierter Frequenzmesser.

Kanäle:	2 unabhängige mit justierbarer Phase
Frequenzbereich:	1 $\mu$ Hz...20 MHz (Sinus)
Standardsignale:	Konstante, Sinus, Rechteck, Rampe, Puls exp. ansteigend, exp. abfallend, Sinc, Weißes Rauschen
Editierbare Signale:	48 vorkonfigurierte Formen (100 MSa/s, 14 Bit vertikale Genauigkeit)
Modulation:	Amplituden- (AM), Frequenz- (FM) und Phasenmodulation (PM), Frequenzumtastung (FSK), „Sweep“, Burst
Anzeige:	LCD, 256 Pixel x 64 Pixel, 4 Graustufen, graphisch und alphanumerisch
Frequenzmesser:	100 MHz bis 200 MHz
Ausgänge:	Signale, Synchronisierungssignal
Eingänge:	externes Modulationssignal, externes 10-MHz-Signal, externes Triggersignal
Interfacekonfigurationen:	USB Device, USB Host
Netzanschlussspannung:	100 – 240 V, 50/60 Hz
Abmessungen:	ca. 230x110x290 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 2,7 kg

P-1008677 .....

### Tastkopf 100 MHz

Tastkopf zur Erweiterung von Spannungsmessbereichen in Verbindung mit jedem handelsüblichen Oszilloskop. Bandbreitenwahl durch Umschalter. Einschließlich Kanalerkennungsklemme, Feder-Kraftklemme, Massekabel, Isolierspitze, Messspitze, IC-Spitze, Abgleichswerkzeug und BNC-Adapter.

Bandbreite:	DC bis 100 MHz (1:10), DC bis 6 MHz (1:1)
Eingangswiderstand:	10 M $\Omega$ (1:10), 1M $\Omega$ (1:1)
Eingangskapazität:	16 pF (1:10), 90 pF (1:1)
Max. Messspannung:	600 V DC, 600 V AC
Anschluss:	BNC-Stecker
Kabellänge:	1,20 m

P-1002777 .....



P-1002777



P-1002744

### Funktionsgenerator 0,02 Hz – 2 MHz (230 V, 50/60 Hz)

Vielseitig einsetzbarer Funktionsgenerator mit vier Funktionen in einem Gerät: Funktionsgenerator, Wobbelgenerator, Pulsgenerator und 50 MHz-Frequenzmesser.

Frequenzbereich:	0,02 Hz – 2 MHz in 7 Bereichen
Genauigkeit:	$\pm 5\%$
Signalform:	Sinus, Rechteck, Dreieck, Puls, Sägezahn, Rampe
Signalausgänge:	
Ausgangsspannung:	0 bis $\pm 5 V_{SS}$
Ausgangsimpedanz:	50 $\Omega \pm 5\%$
Abschwächer:	0 bis 20 dB stufenlos einstellbar und 20 dB fest
Sinus:	Klirrfaktor <1% (0,2 Hz – 100 kHz)
Rechteck:	Anstiegszeit <120 ns
Dreieck:	Linearitätsfehler <1% (0,2 Hz – 100 kHz)
Anstiegszeit TTL:	<25 ns
Anstiegszeit CMOS:	<140 ns (max.)
Tastverhältnis:	1:1 bis 10:1
Wobbelgenerator:	
Wobbelgenerator:	intern oder extern, linear
Wobbelfrequenzen:	0,02 Hz – 2 MHz (7 Bereiche)
Wobbelzeit:	20 ms – 2 s
Frequenzmesser:	
Frequenzbereich:	200 MHz – 50 MHz
Genauigkeit:	5% vom Messbereich $\pm 1$ Digit
Max. Eingangsspannung:	250 $V_{SS}$
Eingangsimpedanz:	890 $\Omega$
Anzeige:	6-stellige LED
Netzanschlussspannung:	230 V, 50/60 Hz
Abmessungen:	ca. 280x240x90 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 2 kg

P-1002744 .....

### Analog-Oszilloskop 1x10 MHz (230 V, 50/60 Hz)

Analoges Einkanal-Oszilloskop mit sämtlichen Funktionen und Darstellungsformen von üblichen analogen Zweistrahl-Oszilloskopen. Mit einer Bandbreite von 10 MHz bietet es ein sehr interessantes Leistungsniveau bei einfacher Bedienung auch für ungeübte Benutzer.

**P-1002745**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002777 Tastkopf 100 MHz**

**P-1002745**



### Analog-Oszilloskop 2x20 MHz (230 V, 50/60 Hz)

Robustes, einfach zu bedienendes analoges Zweikanal-Oszilloskop mit einer Bandbreite von 20 MHz. Inklusive zwei Adapter und Adapterkabel BNC/4 mm-Sicherheitsstecker.

**P-1008695**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002777 Tastkopf 100 MHz**

**P-1008695**



### Analog-Oszilloskop 2x30 MHz

Mikroprozessorgesteuertes analoges Zweikanal-Oszilloskop zur Darstellung schneller periodischer Vorgänge. Mit SMART AUTOSET für beide Kanäle, wodurch beim Wiedereinschalten des Geräts die zuletzt verwendete Konfiguration wiederhergestellt wird.

**P-1002727**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1002777 Tastkopf 100 MHz**

**P-1002727**



	<b>P-1002745</b>	<b>P-1008695</b>	<b>P-1002727</b>
<b>Vertikale Ablenkung</b>			
Betriebsarten	CH1, XY	CH1, CH2, -CH2, DUAL (ALT/CHOP) ADD, XY	CH1, CH2, -CH2, ALT, CHOP, ADD, XY
Bandbreite	10 MHz	20 MHz	30 MHz
Anstiegszeit	≤ 35 ns	≤ 17,5 ns	≤ 11,7 ns
Ablenkungskoeffizient	5 mV/div. – 5 V/div., 10 Stufen	5 mV/div. –20 V/div., 12 Stufen	5 mV/div. –20 V/div., 12 Stufen
Genauigkeit		±3%	
Eingangsimpedanz	1 MΩ ± 3% // 25 pF ± 5 pF	1 MΩ // 25 pF	1 MΩ // 25 pF
<b>Horizontale Ablenkung</b>			
Zeitkoeffizient	100 ns/div. – 100 ms/div., 19 Stufen	200 ns/div. – 500 ms/div., 20 Stufen	50 ns/div. – 200 ms/div., 21 Stufen
Genauigkeit	±3%	±5%	±3%
Expansion	-	auf 10 ns/div.	auf 10 ns/div.
Genauigkeit	-	±10%	±5%
<b>Triggerung</b>			
Betriebsart	Auto, Normal, TV	Auto, Normal, TV-V,TV-H	Auto, Normal, TV
Triggerquelle	Y INPUT, LINE, EXT	CH1, CH2, ALT, LINE, EXT	CH1, CH2, ALT, LINE, EXT
Triggerkopplung	DC	AC	DC, AC, LFR, HFR, TVV, TVH
Bildschirmgröße	48x60 mm <sup>2</sup>	80x100 mm <sup>2</sup>	80x100 mm <sup>2</sup>
Netzanschlussspannung	230 V, 50/60 Hz	230 V, 50/60 Hz	94 – 264 V, 48 – 440 Hz
Abmessungen	ca. 278x215x85 mm <sup>3</sup>	ca. 435x330x160 mm <sup>3</sup>	ca. 435x330x163 mm <sup>3</sup>
Masse	ca. 3 kg	ca. 5,5 kg	ca. 5,5 kg



P-1008676

### Digital-Oszilloskop 4x70 MHz

Digitales Oszilloskop mit simultaner Farbdarstellung von vier unabhängigen Kanälen. Abspeichern und Wiederaufrufen gemessener Signale; automatische Messung von 22 Parametern; mathematische Operationen einschließlich Fast Fourier Transformationen; verzögertes Abtasten; digitale Filterung. Einschließlich vier Tastköpfe, Software und USB-Kabel.

#### Eingänge:

Kopplung:	DC, AC, GND
Impedanz:	1 M $\Omega$ $\pm$ 2%
Kapazität:	18 pF $\pm$ 3 pF
Tastkopf-Schwächungsfaktoren:	0,001x – 1000x
Maximale Eingangsspannung:	100 V <sub>rms</sub> , 1000 V <sub>pp</sub> (in CAT II)
Mathematische Operationen:	FFT, +, -, *

#### Vertikale Ablenkung:

Ablenkungskoeffizient:	2 mV/div. – 10 V/div., 12 Stufen
Offsetbereich:	$\pm$ 40 V (245 mV/div. $\sim$ 10 V/div.) $\pm$ 2 V (2 mV/div. $\sim$ 245 V/div.)
Genauigkeit:	$\pm$ 4 % (2 mV/div. – 5 mV/div.) $\pm$ 3 % (10 mV/div. – 10 V/div.)

A/D-Konverter:

8 Bit Auflösung

Bandbreite

70 MHz

Anstiegszeit:

&lt;5 ns

#### Horizontale Ablenkung:

Zeitkoeffizient: 5 ns/div. – 50 s/div., 31 Stufen

#### Triggerung:

Triggerempfindlichkeit: 0,1 div. – 1,0 div., einstellbar

Triggerschwelle:  $\pm$ 6 div. (Internal), $\pm$ 1,2 V (EXT), $\pm$ 6 V (EXT/5)

Trigger Holdoff: 100 ns – 1,5 s

Betriebsart: Flanke, Pulsbreite, Video, Pattern und Alternate Trigger

#### Cursormessungen:

Manuell: Spannungsdifferenz, Zeitdifferenz, reziproke Zeitdifferenz

Track: Spannungswerte für Y-Achse

Zeitwerte für X-Achse

Automatisch: mitlaufend

#### Automatische Messung:

Messgrößen:

V<sub>pp</sub>, V<sub>amp</sub>, V<sub>max</sub>, V<sub>min</sub>, V<sub>top</sub>, V<sub>base</sub>,  
V<sub>avg</sub>, V<sub>rms</sub>, Overshoot, Preshoot,  
Freq, Period, Rise Time, Fall Time,  
+Width, -Width, +Duty, -Duty, Delay  
A $\rightarrow$ B+, Delay A $\rightarrow$ B+, Phase  
A $\rightarrow$ B+, Phase A $\rightarrow$ B+

#### Allgemeine Daten:

Anzeige: TFT-LCD, 5,7 Zoll, 320 x 240 Pixel,  
64 k Farben

Speicher: 16 k

Interfacekonfigurationen: USB Device, Dual USB Host

Netzanschlussspannung: 100 – 240 V, 50/60 Hz

Abmessungen: ca. 325x160x135 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 3 kg

P-1008676



P-1017264

### USB-Oszilloskop 2x50 MHz

Zweikanaliges USB-Oszilloskop zum Anschluss an einen PC mit USB-Schnittstellen. Einschließlich USB-Anschlusskabel und Windows-Software. Durch Anschluss an den PC erhält man ein umfangreich ausgestattetes Digital-Speicheroszilloskop mit dem zusätzlichen Vorteil, dass die Messdaten gespeichert und bis hin z.B. zur FFT-Analyse weiterverarbeitet werden können. Die Bildschirmoberfläche ist einem herkömmlichen Oszilloskop nachempfunden. Eine Auto-Set-Funktion zur automatischen Anpassung an das jeweilige Messsignal und zahlreiche Triggerfunktionen erleichtern die Bedienung.

Kanäle:

zwei

Betriebsarten:

CH1, CH2, X/Y

Sampling-Rate:

150 MS/s

Eingangskopplung:

DC, AC, GND

Eingangsimpedanz:

1 M $\Omega$  || 50 pF

Eingangsspannung:

0 – 35 V

Ablenkungskoeffizient:

10 mV/div. – 5 V/div.

Genauigkeit:

 $\pm$  3 %

A/D-Konverter:

8 Bit Auflösung

Bandbreite:

50 MHz

Zeitkoeffizient:

4 ns/div. – 1 h/div.

Roll-Modus:

1 s/div. – 1 h/div.

Triggerung:

Auto/Normal/Single/Ext.

Kalibrator:

1 kHz / 2 V<sub>pp</sub>

Speichertiefe:

10 - 64 kpts

Schnittstelle:

USB 2.0

Spannungsversorgung:

über zwei USB-Ports

Abmessungen:

205x38x125 mm<sup>3</sup>

Masse:

430 g

Windows:

98SE/ ME/ 2000/ XP/ Vista™ /  
Windows® 7

Auswertemöglichkeiten:

LabVIEW® kompatibel,  
Datenübernahme in Tabellepro-  
gramme

P-1017264

## Vorteile

- Leicht transportierbar, geringes Gewicht, integrierter Klappgriff
- Hohe Leistung und eine Vielzahl von Erfassungs- und Analyse-Funktionen
- 3 Erfassungsmöglichkeiten in zwei Modi: Echtzeit oder Zeit Äquivalent
- Einfache MATH-Funktionen: +/-x/+ und FFT-Funktion in Echtzeit mit gleichzeitiger Anzeige der Kurven
- Integrierte Prüfmaste mit Gut/Schlecht (Pass/Fail)-Anzeige zur schnellen Prüfung von Signalen
- Optimierte Signalanalyse
- Schnelles Abspeichern von Messkurven auf USB-Stick über USB-HOST-Schnittstelle
- USB- und serielle Schnittstelle zum Anschluss eines Computers
- EASYSOPE-Software ermöglicht Bedienung des Geräts über PC, Funktionstests und Übernahme von Kurven-Dateien und Bildschirm-Kopien auf den PC



P-1018581

### Digital-Oszilloskope

Modernes und bedienerfreundliches Digital-Oszilloskop in platzsparendem Gehäuse mit großem Bildschirm und Farbdisplay. Inklusive zwei Spannungstastköpfe, USB A/B-Anschlusskabel, CD PC-Software EASYSOPE.

### Digital-Oszilloskop, 2x 25 MHz

P-1018581

### Digital-Oszilloskop, 2x 40 MHz

P-1018582

### Digital-Oszilloskop, 2x 100 MHz

P-1018583

	P-1018581	P-1018582 / P-1018583
<b>Vertikale Ablenkung</b>		
Kanäle	zwei	zwei
Bandbreite	25 MHz	40 MHz / 100 MHz
Anstiegszeit	<14 ns	<8 ns / 3,5 ns
Ablenkungskoeffizient	2 mV/div. – 10 V/div., 12 Stufen	2 mV/div. – 10 V/div., 12 Stufen
Genauigkeit	±3%	±3%
Eingangsimpedanz	1 MΩ // 18 pF	1 MΩ // 18 pF
<b>Horizontale Ablenkung</b>		
Zeitkoeffizient	25 ns/div. – 50 s/div.	2,5 ns/div. – 50 s/div.
Scan- oder ROLL-Modus	100 ms/div. – 50 s/div.	100 ms/div. – 50 s/div.
<b>Trigger</b>		
Triggerquelle	CH1, CH2, Ext, Ext/5, Netz	CH1, CH2, Ext, Ext/5, Netz
Triggermodus	Automatisch, Getriggert, SingleShot - X/Y	Automatisch, Getriggert, SingleShot - X/Y
Roll-Modus	100 ms/div. – 50 s/div.	100 ms/div. – 50 s/div.
Triggerauslösung	Flanke, Impulsbreite (20 ns – 10 s), Video (Pal, Secam, NTSC), Steigung, alternierend, HOLD OFF 10 ns – 1,5 s	Flanke, Impulsbreite (20 ns – 10 s), Video (Pal, Secam, NTSC), Steigung, alternierend, HOLD OFF 10 ns – 1,5 s
Triggerkopplung	AC, DC, HFR (HF-Unterdrückung), LFR (NF-Unterdrückung)	AC, DC, HFR (HF-Unterdrückung), LFR (NF-Unterdrückung)
<b>Digitalspeicher</b>		
Max. Abtastrate	SingleShot 250 MS/s (2 Kanäle), 500 MS/s (1 Kanal), Wiederholende Signale 10 GS/s	SingleShot 500 MS/s (2 Kanäle), 1 GS/s (1 Kanal), Wiederholende Signale 50 GS/s
Vertikalauflösung	8 Bit	8 Bit
Speichertiefe	Intern maximal 32 KPunkte, mit USB-Stick "unbegrenzt"	Intern maximal 2 MPunkte (long MEM), mit USB-Stick "unbegrenzt"
Anwenderspeicher	2 MB für die Datenspeicherung: Kurven, Texte, Konfigurationen, Math.-Funktionen, Print-Dateien, Bilddaten usw.	2 MB für die Datenspeicherung: Kurven, Texte, Konfigurationen, Math.-Funktionen, Print-Dateien, Bilddaten usw.
Systemvoraussetzungen	bis Windows 8, 64 Bit	bis Windows 8, 64 Bit
<b>Allgemeine Daten</b>		
Anzeige	7" TFT-LCD-Farbbildschirm, Auflösung 480x234 Pixel	7" TFT-LCD-Farbbildschirm, Auflösung 480x234 Pixel
Netzanschlussspannung	100 – 240 V, 50/60 Hz	100 – 240 V, 50/60 Hz
Abmessungen	ca. 320x150x135 mm <sup>3</sup>	ca. 320x150x135 mm <sup>3</sup>
Masse	ca. 2,4 kg	ca. 2,4 kg



Art.-Nr.	Bezeichnung	Messbereiche	Skalenteilung	Innenwiderstand
P-1002786	DC-Amperemeter	50 mA, 500 mA, 5,0 A	1 mA, 10 mA, 0,1 A	10 Ω
P-1002787	DC-Voltmeter	3,0 V, 15 V, 300 V	0,1 V, 1 V, 10 V	1 kΩ/V
P-1002788	AC-Amperemeter	1,00 A, 5,0 A	0,02 A, 0,1 A	Gleichrichter
P-1002789	AC-Voltmeter	15,0 V, 150 V	0,5 V, 5 V	Gleichrichter
P-1002790	DC-Galvanometer	±35 μA	1 μA	1000 Ω

**Messgeräte für den Schülereinsatz**

Robuste Anzeigeegeräte für Strom bzw. Spannung in Pultgehäusen aus schlagfestem Kunststoff. Speziell für Schüler- und Praktikumsexperimente. Mit Drehspulmesswerken, Spiegelskalen und 4 mm-Sicherheitsbuchsen.

Genauigkeit: Klasse 2,0  
 Abmessungen: ca. 90x106x103 mm<sup>3</sup>

**Analog-Multimeter AM50**

Vielfach-Handmessgerät zur Strom- und Spannungsmessung für einen weiten Einsatzbereich in Schüler- und Praktikumsexperimenten. Hochbelastbar mit ausgezeichnetem Überlastschutz, Skalennullpunkt Mitte und links sowie automatischer Batterieabschaltung nach ca. 45 Minuten.

Messbereiche:  
 Gleichspannung: 100 mV – 300 V, 8 Stufen  
 Wechselspannung: 3 V – 300 V, 5 Stufen  
 Gleichstrom: 0,1 mA – 3 A, 6 Stufen  
 Wechselstrom: 0,1 mA – 3 A, 6 Stufen  
 Innenwiderstand: 10 MΩ  
 Skalennullpunkt: Mitte/links  
 Genauigkeit: Klasse 2 (DC)/ Klasse 3 (AC)  
 Betriebsspannung: 1x 9 V Batterie  
 Abmessungen: ca. 98x138x35 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,3 kg

P-1003073

**Analog-Multimeter AM51**

Preisgünstiges Vielfach-Handmessgerät zur Messung von Strömen, Spannungen und Widerständen für den universellen Einsatz in Schüler- und Praktikumsexperimenten.

Messbereiche:  
 Gleichspannung: 100 mV – 600 V, 7 Stufen  
 Wechselspannung: 10 V – 600 V, 5 Stufen  
 Gleichstrom: 50 μA – 1 A, 5 Stufen  
 Wechselstrom: 3 mA – 3 A, 4 Stufen  
 Widerstand: Ωx1/ 10/ 100  
 Innenwiderstand: 20 kΩ/V (DC)/ 6,67 kΩ/V (AC)  
 Skalennullpunkt: links  
 Genauigkeit: Klasse 2,5  
 Betriebsspannung: 1x 1,5 V Batterie  
 Abmessungen: ca. 98x138x35 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 0,25 kg

P-1003074

**Nullgalvanometer CA 403**

Preisgünstiges, robustes und einfach zu benutzendes analoges Messgerät mit Drehspulmesswerk und Gleichrichter, besonders geeignet für Schüler- und Praktikumsexperimente, einsetzbar als Mikroampere-meter DC und Millivoltmeter DC. Das Gerät hat nur einen Drehschalter, Sicherheitsbuchsen, Hochleistungssicherungen, ist elektrisch abgesichert und schutzisoliert.

Messbereiche: 100 mV DC, 30 μA DC, 3 mA DC  
 Innenwiderstand: 3333 Ω, 460 Ω, 500 Ω  
 Genauigkeit: ±1,5%  
 Nullpunkt: Mitte  
 Spiegelskala: ja  
 Anschluss: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Sicherung: 0,315 A HBC 380 V 50 kA  
 Abmessungen: ca. 165x105x50 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 450 g

P-1002726



P-1003073



P-1003074



P-1002726

## Vorteile

- Verwechslungsfreies Ablesen der Messwerte
- Zum Betrieb nur ein kostengünstiges 1,5-V-Batterieelement erforderlich
- Volle Funktionsfähigkeit auch bei nicht mehr vollständig geladenen Batterien gewährleistet
- Auch Lithium-Batterien mit höherer Leerlaufspannung (z. B. Lithium-Batterien) können eingesetzt werden
- Schonung der Batterie durch automatische Abschaltung nach ca. 50 min
- Klare Unterscheidung zwischen ausgeschaltetem Zustand und 0 V durch die Zeigerstellung im Messwerk



P-1013526



P-1013527

Kein  
Sicherungs-  
wechsel  
erforderlich

CAT III,  
600 V

### Das ideale Schülermessgerät: Analog-Multimeter ESCOLA

Übersichtliche Drehspulmessgeräte in schlagfestem Kunststoffgehäuse mit zwei linearen Spiegelskalen und eindeutig erkennbaren Messbereichen. Mit Batterietestfunktion und Anzeige des Ladezustandes sowie elektronischer Nullpunktverschiebung auf die Skalenmitte für alle Gleichstrom- und Gleichspannungsbereiche. Der Einsatz eines Messverstärkers gewährleistet lineare Messgrößen auch bei Wechselspannungen bis zu 40 kHz. Zum Betrieb ist nur ein kostengünstiges 1,5-V-Batterieelement erforderlich. Dennoch ist das Messgerät bei normalem Gebrauch nach einem Batteriewechsel jahrelang verfügbar, da der Entladestrom im Betrieb max. 2,5 mA beträgt.

Skalenlänge:	80 mm
Betriebsspannung:	1 – 3,5 V DC
Batterietyp:	Mignon, AA, R6
Genauigkeit:	Klasse 2 (DC), Klasse 3 (AC)
Abmessungen:	ca. 100x150x50 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 300 g

### Analog-Multimeter ESCOLA 30

Dauerhaft kurzschlussfestes Schülermessgerät zur Messung von Spannungen und Strömen im Schutzkleinspannungsbereich. Der elektronische Überlastschutz wird ohne Geräte-Schmelzsicherungen erreicht, somit entfällt lästiger Sicherungswechsel und Ersatzteilbedarf. Dennoch arbeitet der Schutz ohne Hilfsenergie und ist auch mit entladener oder fehlender Batterie gewährleistet.

Gleich- und Wechselspannung:	0,3 – 30 V; je 5 Bereiche
Gleich- und Wechselstrom:	1 – 3000 mA; je 5 Bereiche
Messgerätekategorie:	CAT I, 30 V

**P-1013526**

### Wichtiger Hinweis:

Die elektrische Sicherheit von Messgeräten für Strom und Spannung wird in Messkategorien nach IEC 611010-1 bewertet:

**CAT I** bzw. ohne Angabe: Zugelassen für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (Beispiel: Batterien).

**CAT II:** Zugelassen für Messungen an Stromkreisen, die direkt, z.B. über Kabel mit Steckern mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (Beispiele: Haushalts-, Büro- und Laborgeräte).

**CAT III:** Zugelassen für Messungen an Stromkreisen in der Gebäudeinstallation (Beispiele: stationäre Verbraucher, Verteileranschluss, Geräte, die fest am Verteiler installiert sind).

**CAT IV:** Zugelassen für Messungen direkt an der Quelle der Niederspannungsinstallation (Beispiel: Stromzähler, Hauptanschluss, primärer Überspannungsschutz).

Dabei ist zu beachten: Je näher an der Niederspannungsinstallation gemessen werden soll, desto höher muss die Messkategorie sein.

### Analog-Multimeter ESCOLA 100

Schüler- und Praktikumsmessgerät zur Messung von Spannungen und Strömen bis 600 V bzw. 10 A und zur akustischen Durchgangsprüfung. Mit Schmelzsicherung zur Gewährleistung der Sicherheit bis zur CAT III. Die getrennten Anschlussbuchsen für Strom und Spannung erlauben einen Anschluss des Messgerätes, bei dem ohne Umstecken der Messleitungen nacheinander sowohl der Strom wie auch die Spannung gemessen werden kann. Beim Umschalten in den Strommessbereich wird der Stromkreis nicht unterbrochen. Alle Strommessbereiche sind dauerhaft überlastfest bis 10 A. Die großzügige Absicherung aller Strommessbereiche mit zusätzlichem Halbleiterschutz beugt in vielen Fällen einem unbeabsichtigten Auslösen der Schmelzsicherung vor.

Gleich- und Wechselspannung:	0,1 – 600 V; je 9 Bereiche
Gleich- und Wechselstrom:	0,1 mA – 3000 mA, 10 A; je 11 Bereiche

Innenwiderstand:	1 MΩ
Dauergrenzspannung:	600 V
Messgerätekategorie:	CAT III, 600 V (DIN EN 61010-1:2010, 61010-2-033:2012)

**P-1013527**

Geprüfte  
Sicherheit



P-1002783

Mit  
Abschalt-  
automatik



P-1002781



P-1002785

### Digitales Mini-Multimeter

Sehr preiswertes Mini-Multimeter im Taschenformat zur Messung von Spannung, Gleichstrom, Widerstand, Temperatur sowie zur Dioden- und Durchgangsprüfung. Überlastschutz im mA-Bereich, 10 A-Bereich ohne Sicherung. Einschließlich Messleitungen, Typ-K-Thermofühler und Batterie.

Gleichspannung:	200 mV – 250 V, 5 Bereiche, $\pm 0,8\%$ $\pm 2$ digits
Wechselspannung:	200/ 250 V, 2 Bereiche, $\pm 1,2\% \pm 10$ digits
Gleichstrom:	200 $\mu$ A – 10 A, 5 Bereiche, $\pm 1,0\%$ $\pm 2$ digits
Widerstand:	200 $\Omega$ – 2000 k $\Omega$ , 5 Bereiche, $\pm 0,8\%$ $\pm 2$ digits
Temperatur:	0 – 1000°C, $\pm 2,0\%$ $\pm 3$ digits
Anzeige:	3½-stellige LCD, 12 mm, max: 1999
Betriebsspannung:	9-V-Batterie
Sicherheitsklasse:	CAT II 250 V (IEC-1010-1)
Abmessungen:	ca. 70x140x30 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 210 g

**P-1002783**

### Digital-Multimeter P1035

Kompaktes 3½-stelliges Multimeter zur Messung von Spannung, Gleichstrom, Widerstand sowie zur Dioden- und Durchgangsprüfung. Einschließlich Tasche, Messleitungen und Batterie.

Gleichspannung:	200 mV – 600 V, 5 Bereiche, $\pm 0,5\%$ $\pm 2$ digits
Wechselspannung:	200/ 600 V, 2 Bereiche, $\pm 1,2\% \pm 10$ digits
Gleichstrom:	2000 $\mu$ A – 10 A, 4 Bereiche, $\pm 1\%$ $\pm 2$ digits
Widerstand:	200 $\Omega$ – 2000 k $\Omega$ , 5 Bereiche, $\pm 0,8\%$ $\pm 2$ digits
Anzeige:	3½-stellige LCD, 27 mm, max: 1999
Betriebsspannung:	9 V-Batterie
Sicherheitsklasse:	CAT III 600 V (IEC-1010-1)
Abmessungen:	ca. 70x150x48 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 260 g

**P-1002781**

### Digital-Multimeter P3340

Universell einsetzbares Multimeter zur Messung von Spannung, Strom, Widerstand Frequenz, Kapazität und Temperatur sowie für Diodentest und Durchgangsprüfung. Mit Messwert-Haltefunktion, analoger Balkengrafik, beleuchteter LCD-Anzeige, automatischer Polaritätsumschaltung, Überlast- und Überspannungsschutz, akustischer Anzeige und Abschaltautomatik. Gerät in stoßsicherem Gehäuse mit Aufstellbügel. Inklusive Messleitungen, Typ-K-Thermofühler und Batterie.

Gleichspannung:	400 mV – 1000 V, 5 Bereiche, $\pm 0,5\%$ $\pm 2$ digits
Wechselspannung:	4 – 700 V, 4 Bereiche, $\pm 1,2\% \pm 3$ digits
Gleichstrom:	400 $\mu$ A – 10 A, 6 Bereiche, $\pm 1\%$ $\pm 3$ digits
Wechselstrom:	400 $\mu$ A – 10 A, 6 Bereiche, $\pm 1,5\%$ $\pm 5$ digits
Widerstand:	400 $\Omega$ – 40 M $\Omega$ , 6 Bereiche, $\pm 1\%$ $\pm 2$ digits
Kapazität:	40 nF – 100 $\mu$ F, 5 Bereiche, $\pm 3\%$ $\pm 5$ digits
Frequenz:	5 Hz – 5 MHz, 7 Bereiche, $\pm 1,2\%$ $\pm 3$ digits
Temperatur:	-20 – 760°C, $\pm 3\%$ $\pm 3$ Digits
Anzeige:	3¾-stellige LCD, 39 mm, max: 3999
Betriebsspannung:	9-V-Batterie
Sicherheitsklasse:	CAT II 1000 V (IEC-1010-1)
Abmessungen:	ca. 92x195x38 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 200 g

**P-1002785**



TRMS

USB



P-1002784



P-1006809



P-1008631

### Digital-Multimeter P3320

Universell einsetzbares Multimeter Digital-Multimeter zur Messung von Spannung, Strom, Widerstand, Frequenz, Kapazität und Temperatur. Mit Echt-Effektivwert-Messung und Hintergrundbeleuchtung. 3<sup>5</sup>/<sub>6</sub>-stellige LCD-Anzeige mit Funktionssymbolen und analoger Balkengrafik. Automatische und manuelle Bereichswahl. Mit berührungslösem Spannungsdetektor. Lieferung inklusive Messleitungen, Typ-K-Thermofühler, stoßsicherer Holster und Batterie.

Gleichspannung: 600 mV – 1000 V,  
5 Bereiche,  $\pm 1,2\%$   
 $\pm 2$  digits

Wechselspannung: 6 V – 1000 V,  
4 Bereiche,  $\pm 1,5\%$   
 $\pm 10$  digits

Gleichstrom: 6 A – 10 A, 2 Bereiche,  
 $\pm 2,5\%$   $\pm 5$  digits

Wechselstrom: 6 A – 10 A, 2 Bereiche,  
 $\pm 3\%$   $\pm 5$  digits

Widerstand: 600  $\Omega$  – 60 M $\Omega$ ,  
6 Bereiche,  $\pm 1\%$   
 $\pm 2$  digits

Kapazität: 40 nF – 4000  $\mu$ F,  
6 Bereiche,  $\pm 5\%$   
 $\pm 5$  digits

Frequenz: 10 Hz – 10 MHz,  
7 Bereiche,  $\pm 1,2\%$   
 $\pm 3$  digits

Temperatur: -20 – 760°C,  $\pm 3\%$

Anzeige: 3<sup>5</sup>/<sub>6</sub>-stellige LCD, 19 mm,  
max: 3999

Betriebsspannung: 9-V-Batterie

Sicherheitsklasse: CAT III 600 V / CAT II  
1000 V (IEC-1010-1)

Abmessungen: ca. 70x150x48 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 260 g

**P-1002784**

### Digital-Multimeter E

Kompaktes 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-stelliges Multimeter zur Messung von Spannung, Strom, Widerstand sowie zur Dioden- und hFE-Prüfung. Überlastschutz im  $\mu$ A-/ mA-Bereich, 20 A-Bereich ohne Sicherung. Digitalanzeige ausklappbar. Einschließlich Messleitungen und Batterie.

Gleichspannung: 200 mV – 1000 V,  
5 Bereiche,  $\pm 0,5\%$   
 $\pm 1$  digit

Wechselspannung: 200 mV – 750 V,  
5 Bereiche,  $\pm 0,8\%$   
 $\pm 3$  digits

Gleichstrom: 20  $\mu$ A – 20 A,  
7 Bereiche,  $\pm 0,8\%$   
 $\pm 1$  digit

Wechselstrom: 20  $\mu$ A – 20 A,  
7 Bereiche,  $\pm 1,0\%$   
 $\pm 3$  digits

Widerstand: 200  $\Omega$  – 20 M $\Omega$ ,  
6 Bereiche,  $\pm 0,8\%$   
 $\pm 1$  digit

Anzeige: 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-stellige LCD, 24 mm,  
max. 1999

Betriebsspannung: 9-V-Batterie 6F22

Abmessungen: ca. 85x185x35 mm<sup>3</sup>

Masse: ca. 230 g

**P-1006809**

### Digital Multimeter P3415

Innovatives Digital-Multimeter für den direkten Anschluss an einen Computer über ein optogekoppeltes USB-Kabel zur Aufzeichnung von bis zu drei Messungen pro Sekunde. Umfangreiche Funktionen wie automatische Messbereichswahl, Relativmessungen, Hold- und Min./Max.-Funktion, machen dieses Multimeter zu einem sehr vielseitigen Messinstrument. Messung von Gleichspannung, Wechselspannung, Gleichstrom, Wechselstrom, Widerstand, Dioden- und Durchgangsprüfung, Frequenz, Kapazität und Temperatur. Lieferung mit Etui, USB-Kabel, Software für Windows 2000/XP/Vista/7, Typ-K-Thermofühler, Messleitungen, Messklemmen, Batterie und Bedienungsanleitung.

Gleichspannung: 600 mV – 1000 V,  
5 Bereiche

Wechselspannung: 600 mV – 700 V,  
5 Bereiche

Gleichstrom: 600  $\mu$ A – 10 A,  
6 Bereiche

Wechselstrom: 600  $\mu$ A – 10 A,  
6 Bereiche

Widerstand: 600  $\Omega$  – 60 M $\Omega$ ,  
6 Bereiche

Frequenz: 100 Hz – 1 MHz,  
5 Bereiche

Kapazität: 60 nF – 300  $\mu$ F,  
5 Bereiche

Temperatur: -55°C – 1000°C,  
2 Bereiche

Anzeige: 3<sup>5</sup>/<sub>6</sub>-stellige LCD, 18 mm

Betriebsspannung: 9-V-Batterie (im Lieferumfang)

Sicherheitsklasse: CAT III 1000 V / CAT IV  
600 V (IEC-1010-1)

Abmessungen: ca. 90x190x40 mm<sup>3</sup>

Gewicht: ca. 500 g

**P-1008631**



P-1012817



P-1012816

TRMS



P-1012865

### Digital-Multimeter DMM

Digitalmultimeter für Messaufgaben mit hohen Sicherheitsanforderungen. Automatische Blockierung (ABS) der Buchsen, die je nach Messfunktion nicht genutzt werden. Hintergrundbeleuchteter LC-Display mit Digitalanzeige und analoger Balkendiagramm-Skala. Sparmodus mit automatischer Abschaltung nach 10 min bei konstantem Messwert; Überspannungs- und Überlastwarnung; automatische oder manuelle Wahl des Messbereichs; Datenhalte- sowie Minimalwert-/Maximalwert-Funktion. Lieferung einschließlich Messleitungen, Blockbatterie 9 V, Ersatzsicherungen, englischer Bedienungsanleitung, Prüfbericht sowie stoßfester Schutzhülle mit Aufstellbügel und Trage-riemen.

#### Messgrößen und Messbereiche:

Gleichspannung:	30,00 mV (10 $\mu$ V), ..., 1000 V (1 V), 6 Bereiche, $\pm 0,25\% \pm 1$ digit
Wechselspannung:	3,000 V (1 mV), ..., 1000 V (1 V), 4 Bereiche, $\pm 0,75\% \pm 1$ digit
Gleichstrom:	300,0 $\mu$ A (100 nA), ..., 10,00 A (10 mA), 6 Bereiche, $\pm 1,00\% \pm 2$ digits
Wechselstrom:	3,000 mA (1 $\mu$ A), ..., 10,00 A (10 mA), 4 Bereiche, $\pm 1,50\% \pm 2$ digits
Widerstand:	30,00 $\Omega$ (10 m $\Omega$ ), ..., 30,00 M $\Omega$ (10 k $\Omega$ ), 7 Bereiche
Kapazität:	30,00 nF (10 pF), ..., 30,00 $\mu$ F (10 nF), 4 Bereiche
Frequenz:	300,0 Hz (0,1 Hz), ..., 100,0 kHz (100 Hz), 4 Bereiche

#### Weitere Messgrößen:

Tastgrad (Duty Cycle):	2,0% – 98,0%
Temperaturmessung*:	-200,0 °C – +850,0°C (Pt 100) -100,0 °C – +850,0°C (Pt 1000)

Durchgangsprüfung: ja  
Diodentest: 2 V

\* Sensoren auf Anfrage erhältlich

#### Weitere Daten:

Sicherheitsklasse:	CAT III 1000 V (IEC 61010-1:2001) CAT IV 600 V (IEC 61010-1:2001)
Abmessungen:	200x80x30 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 700 g

### Digital-Multimeter DMM50

Digital-Multimeter ohne Echteffektivwertmessung (TRMS).

#### P-1012817

### Digital-Multimeter DMM60

Digital-Multimeter mit Echteffektivwertmessung (TRMS) bei verzerrten Eingangssignalen.

#### P-1012816

### Iso-Multimeter DMM 1000

Digitalmultimeter mit integrierter Isolationswiderstandmessung bei Messspannungen von 50 V bis 1000 V und weiteren Messfunktionen für Gleich- und Wechselspannung, Gleich- und Wechselstrom, Widerstand, Kapazität, Frequenz, Temperatur und Diodentest. Automatische Blockierung (ABS) der Buchsen, die je nach Messfunktion nicht genutzt werden. Automatische Abschaltfunktion, Überspannungs- und Überlastwarnung. Echteffektivwertmessung (TRMS) von verzerrten Eingangssignalen. Hintergrundbeleuchteter LC-Display mit Digitalanzeige und analoger Balkendiagramm-Skala. Lieferung einschließlich englischer Bedienungsanleitung sowie stoßfester Schutzhülle mit Aufstellbügel.

Sicherheitskategorie: CAT II 1000V  
CAT III 600 V

#### P-1012865

### Schallpegelmesser P5055

Universell einsetzbares digitales Messgerät zur Bestimmung des Schallpegels einer Vielzahl von Schallquellen über einen breiten Schallbereich. Gerät in robustem Kunststoffgehäuse mit integriertem Kalibriersignal und großer LCD-Anzeige zum problemlosen Ablesen der Messwerte. Mit Maximalwert- und Messwert-Haltefunktion. Für die Frequenz stehen zwei Bewertungen (A und C) zur Verfügung. Die Messung im A-Bereich orientiert sich am menschlichen Gehör und eignet sich besonders für Messungen im Freien, während der C-Bereich besonders für Messungen von Motorenlärm ausgelegt ist. Die Ansprechzeit des Geräts lässt sich zwischen schnell und langsam umstellen. Dabei erfolgt die Messung im Langsam-Modus gedämpft d.h. die Messwertanzeige entspricht dem durchschnittlichen Schallpegel. Der Schnell-Modus dient zur Messung von kurzzeitigen Schallsequenzen und zur Bestimmung des maximalen Schallpegels. Des Weiteren bietet das Gerät die Möglichkeit des Anschlusses eines externen Messgeräts (z.B. zum Ausdrucken von Messfolgen) über einen analogen Ausgang (Klinkenbuchse). An der Unterseite des Schallpegelmessers befindet sich ein Gewinde zur Aufnahme auf ein Stativ. In mit Schaumstoff ausgefüllter Tragetasche.

Messbereich:	35 bis 130 dB
Auflösung:	0,1 dB
Genauigkeit:	±3,5 dB bei 94 dB (1kHz)
Anzeige:	3½-stellige LCD-Anzeige
Ziffernhöhe:	17 mm
Mikrofon:	elektrisches Kondensatormikrofon
Spannungsversorgung:	9 V Blockbatterie
Abmessungen:	ca. 251x64x40 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 250 g

### P-1002778

### Digitales Energiemessgerät

Digitales Messgerät zur Bestimmung des „Verbrauchs“ an elektrischer Energie für Geräte mit Netzanschluss sowie zur Berechnung der Kosten nach Eingabe des Kilowattstunden-Preises. Auch der Standby-Betrieb größerer Geräte ist darstellbar. Bei einem höheren Verbrauch des angeschlossenen Gerätes als 3600 W wird ein Warnsignal ausgegeben. Lieferung mit internem Akku zur Speichersicherung.

Angezeigte Größen:	Energie, Kosten, Leistung, Spannung, Strom, Uhrzeit, Wochentag
Eingangsspannung:	230 V, 50/60 Hz
Maximal zulässige Last:	3680 W / 16 A
Minimal anzeigbare Last:	1 W / 0,005 A
Eigenverbrauch:	< 1,8 W
Energie:	0,001 – 999,9 kWh
Strom:	0 – 16 A
Wirkleistung:	1 – 3680 W
Genauigkeit:	±1%
Sicherheitsklasse:	Cat II 300 V (IEC-1010-1)
Betriebsspannung:	interner Akku zur Speichersicherung
Abmessungen:	128x64x78 mm <sup>3</sup>
Masse:	170 g

### P-1002802

### Digitales Luxmeter

Äußerst preisgünstiges, leicht zu bedienendes Messgerät im Taschenformat zum Prüfen und Messen von Lichtverhältnissen. Messspektrum nach C.I.E. Einschließlich Lichtsensor, Tasche und Batterie

### P-1002779

### Schallpegelmesser P8005

Digitaler Schallpegelmesser mit Hintergrundgeräuschs-Unterdrückungsschaltung für alle Arten von Messungen des Umgebungsschalls, z.B. zur Schallmessung in Schulen, Büros, Fabriken, Verkehr und Haushalt oder für Lärmprojekte. Manuelle und automatische Bereichswahl. Min- und Max-Messungen möglich. Dank Ausrüstung mit USB-Schnittstelle, mitgeliefertem 9-V-Netzadapter und Stativ insbesondere auch zur Durchführung von Dauermessungen über längere Zeiträume geeignet. Einschließlich Koffer, USB-Kabel, Windows-Software, Stativ, 9-V-Netzadapter, 9-V-Batterie und Bedienungsanleitung.

Digitalanzeige:	4-stellige LCD
Ziffernhöhe:	20 mm
Multifunktionsanzeige:	58x44 mm <sup>2</sup>
	Digitaler Messwert, Messzeit, Bargraph und Überschreitungs- und Unterschreitungsanzeige

Hintergrundbeleuchtung:	blau
Angewandter Standard:	IEC-61672-1 Typ 2, ANSI S1.4 Typ 2
Frequenzbereich:	31,5 Hz – 8 kHz
Dynamikbereich:	50 dB
Pegelbereiche:	30 – 80 dB (niedrig) 50 – 100 dB (mittel) 80 – 130 dB (hoch) 30 – 130 dB (automatisch)

Auflösung:	0,1 dB
Genauigkeit:	±1,4 dB
Ansprechzeit:	125 ms (schnell), 1s (langsam)
Mikrofon:	½ Zoll, mit Electred-Kondensator
Anzeigeaktualisierung:	zweimal pro Sekunde
Analoger Ausgang:	AC/DC
Betriebsspannung:	9-V-Batterie oder 9-V-Netzadapter
Abmessungen:	ca. 90x280x50 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 350 g

### P-1002780





P-1001033  
P-1001032

**Digitalzähler**

Digitalzähler zur Messung von Laufzeiten, Durchgangszeiten, Periodendauern, Pendelschwingungsdauern und Frequenzen und zum Zählen von Ereignissen und Zählrohrimpulsen. Mit ein- und ausschaltbarem Lautsprecher, Spannungsversorgung zum direkten Anschluss der Lichtschranken (P-1000563) sowie Versorgungs- spannung des Geiger-Müller-Zählrohrs (P-1001035). Bei der Ereigniszählung sind feste Torzeiten einstellbar. Zusätzlich kann eine frei wählbare Torzeit im Bereich von 1 s bis 99999 s programmiert werden. Der Zählvorgang (Start, Stopp) kann wahlweise durch ein Signal an den

Eingangsbuchsen oder mittels Schalter manuell ausgelöst werden. Einschließlich Steckernetzgerät.

- Zeitmessung: 0,1 ms – 99999 s
- Auflösung: 0,1 ms/ 1 ms/ 0,1 s
- Frequenzmessung: 1 – 100 kHz bei  $U > 1,5 V_{SS}$
- Auflösung: 1 mHz (1 – 100 Hz), 1 Hz (1 – 100 kHz)
- Torzeiten: 1/10/60 s und manuell
- Eingang A: miniDIN8-Buchse, 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- Eingang B: miniDIN8-Buchse, 4 mm-Sicherheitsbuchsen
- Eingangsspannung an A: 0,5 V – 15 V AC
- Eingangsspannung an B: 1 V – 15 V AC
- Aktive Flanke: steigend/ fallend
- Zählrohreingang: BNC-Buchse
- Versorgungsspannung: 550 V / 1 MΩ
- Anzeige: 5-stellige LED-Anzeige
- Betriebsspannung: 9 – 12 V DC über Steckernetzgerät
- Abmessungen: ca. 250x100x160 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 0,8 kg

**Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)**

P-1001033 .....

**Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)**

P-1001032 .....



P-1001033  
P-1001032

P-1001035

P-1001046



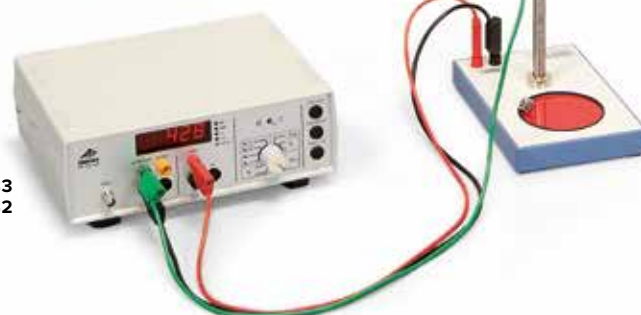
P-1001033  
P-1001032

P-1000563

P-1001046

P-1001033  
P-1001032

P-1000738





P-1003123  
P-1003122



P-1012832  
P-1012833

### Digitalzähler mit Schnittstelle

Mikroprozessorgesteuerter Digitalzähler zur Messung von Laufzeiten, Durchgangszeiten, Periodendauern, Pendelschwingungsdauern und Frequenzen und zum Zählen von Ereignissen und Zählrohrimpulsen. Bedienung über Tastatur. Mit einstellbarer Triggerflanke, ein- und ausschaltbarem Lautsprecher, Spannungsversorgung zum direkten Anschluss der Lichtschranken (P-1000563) sowie einstellbarer Niederspannung zur Versorgung des Geiger-Müller-Zählrohres (P-1001035). Mit RS232-Schnittstelle, mitgeliefertem Schnittstellenkabel und mitgelieferter Software zur grafischen Darstellung der gemessenen Daten und zum Export der Daten in ein Tabellenkalkulationsprogramm.

Frequenz (Eingang A):

Messbereich: 0,01 Hz – 100 kHz  
Auflösung: 10 mHz – 10 Hz  
Messart: Wiederholungsmessung/ Einzelmessung

Periodendauer/ Schwingungsdauer (Eingang A):

Messbereich: 1 ms – 100 s  
Auflösung: 0,01 – 10 ms  
Messart: Wiederholungsmessung/ Einzelmessung

Impulszählung (Eingang A) / Ratenmessung (Zählrohreingang):

Messbereich: 0 – 9999 Impulse  
Auflösung: 1 Impuls  
Messart: Kontinuierliche Messung  
Einzelmessung mit Torzeit 1 s, 6 s, 10 s, 60 s  
Wiederholungsmessung mit 10 s Messzeit

Laufzeit von A nach B:

Messbereich: 0,01 ms – 100 s  
Auflösung: 0,01 ms  
Start: Schalter START/STOP, Impuls an A  
Stopp: Schalter START/STOP, Impuls an B

Durchlaufzeiten und Laufzeit:  
Messbereich: 0,01 ms – 100 s  
Auflösung: 0,01 ms  
Messart: Laufzeit von A nach B,  
Durchlaufzeit A, Durchlaufzeit B

Eingang A: BNC-Buchse, miniDIN8-Buchse,  
zwei 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Eingang B: BNC-Buchse, miniDIN8-Buchse,  
zwei 4 mm-Sicherheitsbuchsen

Zählrohreingang: BNC-Buchse (Rückseite)  
Versorgungsspannung: 300 – 625 V DC, stufenlos einstellbar  
Messwertanzeige: 7-Segment LED, 4-stellig  
Ziffernhöhe: 20 mm  
Funktionsanzeige: LCD mit Beleuchtung, 2x 16-stellig  
Computeranschluss: RS 232  
Leistungsaufnahme: ca. 20 VA  
Abmessungen: ca. 95x245x185 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 5 kg

### Digitalzähler mit Schnittstelle (230 V, 50/60 Hz)

P-1003123 .....

### Digitalzähler mit Schnittstelle (115 V, 50/60 Hz)

P-1003122 .....

### Millisekundenzähler

Preisgünstiger, kompakter Zähler zur Zeitmessung im Millisekundenbereich z.B. in Verbindung mit dem Freier-Fall-Gerät (P-1000738). Der Zählvorgang wird durch ein Signal an den Eingangsbuchsen gestartet und gestoppt. Nullstellung erfolgt automatisch bei erneutem Start. Einschließlich Steckernetzgerät.

Zeitmessung: 1 ms – 9999 s  
Versorgungsspannung: 5 V DC  
Anschlüsse: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
Abmessungen: ca. 105x75x35 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 400 g

### Millisekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)

P-1012832 .....

### Millisekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)

P-1012833 .....

### Digital-Stroboskop

Tragbares mikroprozessorgesteuertes Gerät mit quartzgesteuerter Zeitbasis zur Beobachtung von periodischen Bewegungen, sowie zur Frequenz- und Drehzahlmessung. Xenon-Blitzröhre in robustem Kunststoffgehäuse mit Handgriff und Fotogewinde zum Aufbau auf einem Stativ, stufenlose Frequenzeinstellung in zwei Bereichen durch Grob- und Feineinstellung mittels Drehknöpfen, Ablesung der eingestellten Blitzfolge pro Minute auf 4-stelliger Digitalanzeige.

Messbereiche: 100 – 1000 U/min (ca. 1,5 – 18 Hz),  
1000 – 10000 U/min (ca. 18 – 165 Hz)

Genauigkeit: ± (0,05% + 1 Digit)  
Anzeige: 4-stellige LED  
Auflösung: 0,1 U/min (< 1000 U/min)  
1 U/min (1000 – 9999 U/min)  
10 U/min (10000 U/min)

Blitzdauer: 60 – 100 µs  
Blitzenergie: 4 Ws  
Blitzabstrahlwinkel: 80°  
Abmessungen: ca. 210x210x120 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 1 kg

### Digital-Stroboskop (230 V, 50/60 Hz)

P-1003331 .....

### Digital-Stroboskop (115 V, 50/60 Hz)

P-1003330 .....



P-1003331  
P-1003330

### Ersatzlampe, Stroboskop

(ohne Abb.)  
Ersatzlampe zum Digital-Stroboskop (P-1003331/ P-1003330).

P-1003332 .....

**Teslameter, 200 mT**

Ergonomisches Digital-Teslameter zur Durchführung quantitativer Messungen in Experimenten zum Magnetismus. Das Gerät beinhaltet einen Hallensensor zur Messung axialer und tangentialer Magnetfelder bis zu 200 mT. Die Sonde ist mit einer metrischen Skala versehen und dient gleichzeitig als Lineal. Zwei Messbereiche stehen zur Verfügung. Das Teslameter ist benutzerseitig kalibrierbar. Neben der digitalen Anzeige des Magnetfelds liefert das Gerät auch eine zum Magnetfeld proportionale Spannung, die einem Datenlogger, einem XY-Schreiber oder einem analogen Multimeter zugeführt werden kann.

Messbereiche:	0 – ±20 mT, 0 – ±200 mT
Auflösung:	0,01 mT, 0,1 mT
Anzeige:	3½-stelliges LCD
Ziffernhöhe:	13 mm
Eingang:	BNC-Buchse
Ausgang:	4 mm-Sicherheitsbuchsen
Abmessungen des Geräts:	205x230x85 mm <sup>3</sup>
Abmessungen der Sonde:	360x15x25 mm <sup>3</sup>



P-1003314  
P-1003313

**Teslameter, 200 mT (230 V, 50/60 Hz)**

P-1003314 .....

**Teslameter, 200 mT (115 V, 50/60 Hz)**

P-1003313 .....

**Teslameter E**

Handmessgerät zur Bestimmung der magnetische Flussdichte B oder der magnetische Feldstärke H in Verbindung mit der Axial-Tangential-Feldsonde (P-1001040) oder der flexiblen Magnetfeldsonde (P-1012892). Die Messwerte werden digital angezeigt und zusätzlich in Spannungsäquivalentwerte gewandelt, die am Analogausgang abgegriffen werden können.

LCD-Display:	3½-stellig, 10 mm hoch
Spannungsversorgung:	Blockakku 9 V für ca. 20 h Betriebszeit
Sondenanschluss:	DIN-Buchse
Offsetkompensation:	±0,150 mT

**Messmodi:**

DC-B	Flussdichte B von Gleichfeldern
AC-B	Flussdichte B von Wechselfeldern (1 Hz – 10 kHz)
AC-H	Feldstärke H von Wechselfeldern (1 Hz – 10 kHz)

**Messbereiche:**

Flussdichte B:	±2,000 / ±20,00 / ±200,0 / ±2000 mT
Feldstärke H:	±2,000 / ±20,00 / ±200,0 / ±2000 A/m

**Analogausgang:**

Anschluss:	4-mm-Buchsen
Bereich:	0 – ±2 V

P-1008537 .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001040 Magnetfeldsonde, axial/tangential**

oder

**P-1012892 Flexible Magnetfeldsonde**

**Flexible Magnetfeldsonde**

Flexible Magnetfeldsonde mit eingebautem Hallensensor zur Messung tangentialer Magnetfelder in Verbindung mit dem Teslameter E (P-1008537)

Empfindlichkeit:	1 mV/mT
Sondenlänge (ohne Griff):	75 mm
Sondendicke:	0,6 mm
Hallsensor:	monokristallines InAs
Sensorfläche:	1 mm <sup>2</sup>
Anschluss:	DIN-Stecker

P-1012892 .....

**Magnetfeldsonde, axial/tangential**

Magnetfeldsonde mit zwei eingebauten Hallensensoren zur Messung axialer und tangentialer Magnetfelder in Verbindung mit dem Teslameter E (P-1008537). Mit Schiebesehalter zur Umschaltung zwischen axialer und tangentialer Messung.

Empfindlichkeit:	1 mV/mT
Sondenlänge (ohne Griff):	125 mm
Sondendicke:	4 mm
Hallsensoren:	monokristallines InAs
Sensorfläche:	1 mm <sup>2</sup>
Anschluss:	DIN-Stecker

P-1001040 .....

Zusätzlich erforderlich:

**P-1001016 Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)**

oder

**P-1001015 Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)**



P-1008537

P-1001040

P-1012892


**P-1001028**
**Messverstärker S**

Messverstärker für Schülerübungen zur Messung kleiner Spannungen und Ströme in Verbindung mit einem einfachen Spannungsmesser.

Messbereiche, bezogen auf 1 V Ausgangsspannung:

Spannung (AC/DC): 1 mV – 1 V  
 Strom (AC/DC): 100 nA – 100 µA  
 Frequenzbereich: 0 – 20 kHz ( $\nu = 1$ )  
 0 – 500 Hz ( $\nu = 1000$ )

Eingangswiderstand: 10 kΩ  
 Eingang U: BNC-Buchse  
 Eingang I: BNC-Buchse  
 Max. Eingangsspannung: 10 V  
 Ausgang: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Max. Ausgangsspannung: 10 V  
 Grenzfrequenz: 100 Hz  
 Verstärkungsfaktor:  $10^6$   
 Messgenauigkeit: 2 %  
 Betriebsspannung: 12 V AC  
 Abmessungen: ca. 175x85x65 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 250 g

**P-1001028**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1000866 Transformator 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)**  
 oder  
**P-1000865 Transformator 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1003073 Analog-Multimeter AM50**

**Mikrovoltmeter**

Messgerät und Verstärker für sehr kleine Gleich- und Wechselspannungen z.B. Thermo-, Induktions- und Photospannungen. Mit LED-Anzeige. In den Messeingang ist ein Filter zur Signalglättung oder oberen Begrenzung der Messfrequenz zuschaltbar. Das Messsignal wird über eine BNC-Buchse oder 4 mm-Sicherheitsbuchsen zugeführt. An eine zusätzliche DIN-Buchse können Hallsonden, z.B. die axiale/tangentiale Magnetfeldsonde (P-1001040), angeschlossen werden.

Eingänge: 4 mm-Sicherheitsbuchsen, BNC-Buchse, DIN-Buchse  
 Ausgänge: 4 mm-Sicherheitsbuchsen  
 Messbereiche: 199,9 µV – 199,9 mV AC/DC, je 4 Bereiche  
 Verstärkungsfaktoren: 10 – 10000, 4 Dekaden  
 AC-Frequenzbereich: 10 Hz – 1 kHz  
 Eingangswiderstand: 100 kΩ (DC), 900 kΩ (AC)  
 Obere Grenzfrequenz: 1 Hz – 1 kHz, 4 Dekaden  
 Messgenauigkeit: 5%  
 Messrate: 3 Messungen / s  
 Ausgangssignal: 0 – ±2 V, max. 1 mA  
 Abmessungen: ca. 235x250x180 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 3,3 kg

**Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)**
**P-1001016**
**Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)**
**P-1001015**

Zusätzlich empfehlenswert:

**P-1001040 Magnetfeldsonde, axial/tangential**


**P-1001022**  
**P-1001021**
**Messverstärker**

Messverstärker zur Messung sehr kleiner Spannungen, Ströme und Ladungen. Als Anzeigeeinstrument kann jeder Gleichspannungsmesser bis 10 V ohne Anpassung verwendet werden. Mit Offsetkorrektur und Polaritätsschalter. An einem zusätzlichen Ausgang können die Betriebsspannungen -15 V und +15 V für äußere Beschaltungen (z. B. Messbrücken) abgenommen werden.

Eingang: BNC-Buchsen  
 Messbereiche, bezogen auf 1 V Ausgangsspannung:  
 Spannung: 0,1 mV – 100 V, 7 Bereiche  
 Strom: 10 pA – 10 µA, 7 Bereiche  
 Ladung: 10 pAs – 100 nAs, 5 Bereiche  
 Eingangswiderstand: 10 MΩ (Spannung), 0 Ω kompensiert (Ladung, Strom)

Überspannungsschutz: bis 300 V  
 Messgenauigkeit: typisch 3%  
 Signalausgang: 0 – 10 V, Nullpunkt einstellbar, Polarität umschaltbar

Festspannungsausgänge: ±15 V, max. 50 mA  
 Abmessungen: ca. 235x230x180 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 2,8 kg

**Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)**
**P-1001022**
**Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)**
**P-1001021**

Zusätzlich erforderlich:

**P-1003073 Analog-Multimeter AM50**


**P-1001016**  
**P-1001015**



P-1003419

**Laborwaage 610**

- Solide Ganzmetallbauweise
- Gekerbte Schiebepositionen auf drei Schiebebalken
- Nicht zu verlierende Schiebepositionen
- Magnetdämpfung
- Nullpunkteinstellung
- Erweiterbarer Wägebereich

Wägebereich: 0 – 610 g

Wägebereich mit

Zusatzgewichten: 2610 g

Ablesbarkeit: 0,1 g

Schiebepositionsbereiche:

Vorn: 0,1 – 10 g

Mitte: 100 – 500 g

Hinten: 10 – 100 g

Tellerdurchmesser: 150 mm

P-1003419

**Zusatzgewichte für Laborwaage** (ohne Abb.)

Zusatzgewichte zur Erweiterung des Wägebereichs der Laborwaage 610 (P-1003419).

Gewichte: 1x 0,5 kg, 2x 1 kg

P-1014616

**Vorteile**

- Top-Qualität
- Präzise

- Hohe Auflösung
- Leicht ablesbar



P-1018347

**Laborwaage 311**

- Solide Ganzmetallbauweise
- Gekerbte Schiebepositionen auf vier Schiebebalken
- Nicht zu verlierende Schiebepositionen
- Magnetdämpfung
- Nullpunkteinstellung

Wägebereich: 0 – 311,00 g

Ablesbarkeit: 0,01 g

Schiebepositionsbereiche: 0,01 – 1 g (1. Balken), 1 – 10 g (2. Balken), 10 – 100 g (3. Balken), 100 – 200 g (4. Balken)

Schalendurchmesser: 100 mm

P-1003421



P-1003421

**Analysenwaage AES 200**

Präzise Analysenwaage mit Justierautomatik und hoher Auflösung. Robustes Metallgehäuse mit Ganzglas-Windschutz, großes Graphik-Display, RS232 und USB Schnittstelle. Die Waage bietet nahezu alle Funktionen, die im Labor benötigt werden:

- Stückzählung
- Prozentwägung
- Einheitenumschaltung
- Kapazitätsanzeige des Wägebereichs
- GLP/ISO-Protokollierung
- Identifikationsnummer 4-stellig, frei programmierbar
- Justierprogramm CAL, zum Einstellen der Genauigkeit
- Pipettenkalibrierprogramm
- Dosiermodus
- Alibi und interner Speicher

Messbereich max.: 220 g

Ablesbarkeit: 0,1 mg

Reproduzierbarkeit: 0,2 mg

Linearität: ±0,2 mg

Einschwingzeit: ca. 4 s

Stückzählung

Mindeststückgewicht: 0,5 mg

Referenzstückzahlen: 10, 20, 50, frei wählbar

Waagenanzeige: LCD, 17 mm

Wägeplattform: 85 mm Ø

Stromversorgung: Steckernetzgerät 13,8 V DC,

Netzspannung 110-230 V, 50/60 Hz

Abmessungen: 206x335x335 mm<sup>3</sup>

Masse: 5,4 kg

P-1018347



## Vorteile

- Netz-oder Batteriebetrieb
- Leicht zu reinigen (nässe-geschützte Folientastatur)
- Leicht abzulesen (kontrastreiches LC-Display)
- Transportsicherung
- Manuelle Menüsperre
- Unterflurwägehaken



P-1003429



P-1009772,  
P-1003428

Laborwagen

### Elektronische Waagen, Scout Pro

Präzisionswaagen, multifunktional mit Prozentwägung, Summieren von Einzelwägungen, Display-Hold-Funktion und Stückzählung. Inklusive Netzadapter und Justiergewicht.

#### Elektronische Waage Scout Pro 200 g

P-1009772 .....

#### Elektronische Waage Scout Pro 400 g

P-1003428 .....

#### Elektronische Waage Scout Pro 600 g

P-1003429 .....



P-1003433,  
P-1003434

	P-1009772	P-1003428	P-1003429
Wägebereich	0 – 200,00 g	0 – 400,00 g	0 – 600,0 g
Ablesegenauigkeit	0,01 g	0,01 g	0,1 g
Anzeige	LCD, 6-stellig, 15 mm		
Wägeeinheiten	g, N, oz, %	g, N, oz, %	g, kg, N, oz, lb, %
Justierung	Automatisch mit externem Gewicht		
Wägeplattform	120 mm Ø	120 mm Ø	165x140 mm
Abmessungen	ca. 192x54x210 mm <sup>3</sup>		
Masse	ca. 700 g	ca. 700 g	ca. 800 g

### Elektronische Waagen

Universalwaage in robustem Kunststoffgehäuse, mit leicht zu reinigender Folientastatur. Menüfunktionen einfach bedienbar über zwei Tasten. Hochauflösendes und leicht ablesbares LCD- Display, Über- und Unterlastanzeige, Batterie- oder optional Netzbetrieb (auf Anfrage). Automatische Abschaltung nach 5 Minuten bei Batteriebetrieb. Inklusive Batterien.

	P-1003433	P-1003434
Wägebereich	0 – 200,0 g	0 – 5000 g
Ablesegenauigkeit	0,1 g	1 g
Wägeeinheiten	g, lb:oz	g, lb:oz
Tarierbereich	subtraktiv, ganzer Wägebereich	subtraktiv, ganzer Wägebereich
Stromversorgung	3 AA-Alkaline Batterien	3 AA-Alkaline Batterien
Abmessungen	ca. 193x135x39 mm <sup>3</sup>	ca. 193x135x39 mm <sup>3</sup>
Masse	ca. 470 g	ca. 470 g

Zubehör:

#### USB-Schnittstelle

Zum Anschluss der Scout Pro an einen Drucker oder PC.

P-1003431 .....



P-1003431

Laborgeräte

P-1002807  
P-1002806



### Magnetrührer mit Heizung

Magnetrührer mit Edelstahlheizplatte und festem Sicherheitskreis. Einstellbare Heiztemperatur und Sanftanlauf des Rührmotors. Gehäuse aus chemisch resistenten Werkstoffen.

Max. Rührmenge (H<sub>2</sub>O): 10 l  
Drehzahlbereich: 100 – 2000 U/min  
Heizleistung: 400 W  
Heiztemperaturbereich: Raumtemperatur bis 320°C  
Aufstellfläche: 125 mm Ø  
Abmessungen: ca. 168x105x220 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 2,4 kg

### Magnetrührer mit Heizung (230 V, 50/60 Hz)

P-1002807

### Magnetrührer mit Heizung (115 V, 50/60 Hz)

P-1002806



P-1011739

### Magnetrührer 12L (230 V, 50/60 Hz)

Elektronisch geregelter Magnetrührer in Gehäuse aus rostfreiem Stahl mit Heizplatte aus Aluminium. Mit Aufnahme für Stativstangen (12 mm Ø) und Ausgang 12 V DC zur Versorgung von Zubehör. Einschließlich Rührstäbchen.

Maximale Drehzahl: 350 U/min  
Heizplatte: 135 mm Ø  
Maximale Temperatur: 450°C  
Leistungsaufnahme: 400 W  
Abmessungen: 165x220x105 mm<sup>3</sup>  
Masse: 2 kg

P-1011739

P-1002808



### Magnetrührer

Ultraflacher Magnetrührer mit verschleißfreiem Antrieb ohne bewegliche Teile. Mit Einstellmöglichkeit für automatischen Drehwechsel alle 30 Sekunden für eine bessere Durchmischung des Mediums. Aufstellfläche und Gehäuse aus chemisch resistenten Werkstoffen, rutschfester und sicherer Stand. Einschließlich Steckernetzgerät und Rührstäbchen.

Max. Rührmenge (H<sub>2</sub>O): 0,8 l  
Drehzahlbereich: 15 – 1500 U/min  
Aufstellfläche: 100 mm Ø  
Spannungsversorgung: Steckernetzgerät 100 V – 240 V, 50/60 Hz  
Abmessungen: ca. 117x12x180 mm<sup>3</sup>  
Masse: ca. 0,3 kg

P-1002808

### Elektrischer Brenner

Thermisch und elektrisch sicherer Brenner für Experimente, die früher mit einem Bunsenbrenner durchgeführt werden mussten. Heizung mittels einer in einem patentierten Luftmanagement erzeugten heißen Luftsäule. Mit Betriebs- und Temperaturanzeige.

- Leistungssteuerung mittels Energieregulator mit Bimetallstreifen
- Schutz gegen Überheizen
- Kein Aufheizen des Gehäuses in längeren Heizperioden
- Sieden von Flüssigkeiten ohne jedes Hochspritzen
- Perfekte Abdichtung gegen versehentlich verschüttete Flüssigkeiten

Flüssigkeitsbehälter: bis 140 mm Ø  
 Abmessungen: 170x130x195 mm<sup>3</sup>  
 Masse: 3,8 kg



Wärmequelle

### Elektrischer Brenner LAB2 (230 V, 50 Hz)

Betriebstemperatur: 20 – 650°C  
 Temperatur des Heizelements: max. 900°C  
 Elektrische Leistung: 500 W  
 Sicherung: F 5A, 250 V

**P-1010252**

### Elektrischer Brenner LAB3 (230 V, 50 Hz)

Betriebstemperatur: 20 – 750°C  
 Temperatur des Heizelements: max. 1000°C  
 Elektrische Leistung: 900 W  
 Sicherung: F 6,3A, 250 V

**P-1010253**



### Satz 60 Ecoflam Pellets

Pellets zur umweltfreundlichen Erzeugung einer offenen Flamme auf dem Gitter der elektrischen Brenner LAB2 und LAB3.

**P-1010255**

### Auflageplatte für Metallpulver

Auflageplatte für die elektrischen Brenner LAB2 und LAB3 zur Verbrennung von Metallpulvern in der offenen Flamme. Mit zentralem Loch für ein ECOFLAM Pellet.

**P-1010256**

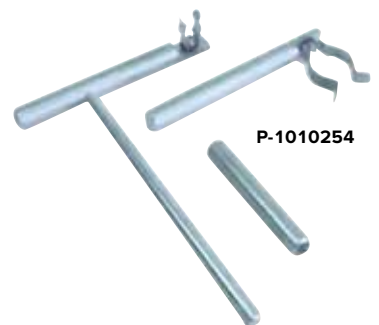


**P-1010255**

### Halter für Glaswaren

Komplettzubehör zur Halterung von Glasröhrchen oder Ballonflaschen auf dem Gitter der elektrischen Brenner LAB2 und LAB3. Der Halter bleibt während der Erwärmung genügend kalt und kann problemlos angefasst werden.  
 Rohrdurchmesser: ca. 12 mm oder ca. 35 mm

**P-1010254**



**P-1010254**

### Docht (ohne Abb.)

Ersatzdocht für Spirituslampe (P-1003565).

Länge: 100 mm

**P-1001048**

### Tauchsieder 300 W (230 V, 50/60 Hz)

Tauchsieder mit Überhitzungsschutz (nach VDE). Achtung nur für Netzspannung 230 V erhältlich.

**P-1003566**

### Spirituslampe

Spiritusbrenner aus Metall mit Rändelschraube zum Dochtvorschub und Verschlusskappe zum Löschen der Flamme.

Inhalt: 60 ml  
 Abmessungen: 55mm x 70 mm Ø  
 Masse: ca. 50 g

**P-1003565**



**P-1003565**



**P-1003566**

Laborgeräte

**HD Video Flex®**

Höchstauflösende, robuste Tisch-Farbdigitalkamera zum direkten Anschluss an einen PC oder Laptop über die USB-Schnittstelle. Mit dem auf einem Kugelgelenk gelagerten, dreh- und schwenkbaren Videokopf und dem flexiblen Schwanenhals ist es sehr einfach die Kamera präzise an z.B. Mikroskope und Teleskope anzuschließen oder auf wissenschaftlich-technische Objekte, Bildmaterial, laufenden Vorgänge etc. auszurichten und diese in der Wiedergabe auf einem Monitor zu betrachten. Dabei sorgt der schwere, dreieckige Fuß für sicheren Stand. Tonaufnahmen sind möglich über ein Mikrofon, das mit dem Computer verbunden ist. Externe Stromversorgung entfällt, da die Kamera über die USB-Verbindung versorgt wird. Einschließlich Mikroskopadapter, Applied Vision™ Software und Transportkoffer. Kompatibel mit interaktiven Whiteboards. Die Applied Vision™ Software zur Bildaufnahme, -wiedergabe und -bearbeitung zeichnet sich durch ihre Bedienerfreundlichkeit aus und ermöglicht u.a.

- Full Screen Echtzeit-Video
- Standbildaufnahme
- Aufnahme von Filmen im AVI Format
- Zeitrafferaufnahme
- Internet Streaming
- Einsetzbar im lokalen Netzwerk
- Zoomfunktion
- Bildbearbeitung
- Helligkeit-, Kontrastkontrolle sowie positive/negative Bildansicht
- Zeichenwerkzeuge
- Notizwerkzeug
- Ausdruck von Echtzeit-Bildern
- Speicherfunktion (jpeg, bmp, tiff)
- Wahl des Hintergrunds
- Zusammenmischung von Bildern
- Vergleich von zwei nebeneinander stehenden Bildern
- Messung der Entfernung zwischen 2 Punkten oder der Fläche in einem Kreis
- Export der Daten in ein Excel-Spreadsheet oder MS Word
- Windows, Mac und Linux kompatibel
- Kostenlose Software-Aktualisierung
- Unbegrenzte Standortlizenzen



**P-1017789** .....

	<b>P-1017789</b>	<b>P-1003436</b>	<b>P-1012834</b>	<b>P-1012835</b>
<b>Lichtempfindlichkeit</b>	8 lux	20 lux	20 lux	2 integrierte weiße LEDs
<b>Bilderfassung</b>	digital CMOS	digital CMOS	¼" CMOS	digital CMOS
<b>Ausgangssignal</b>	digital / USB 2.0	digital / USB 2.0	digital / USB 2.0	digital / USB 2.0
<b>Auflösung</b>	HD 1080P	1280x960 SXGA	1280x1024	2048x1536
<b>Echtzeit-Video</b>	bis zu 30 Bilder pro Sekunde	bis zu 30 Bilder pro Sekunde	bis zu 30 Bilder pro Sekunde	bis zu 30 Bilder pro Sekunde
<b>TV-System</b>	–	–	–	–
<b>Mikrophon</b>	–	–	–	ja
<b>Linse</b>	8 mm HD	6 mm Glas	Glas f = 2,8 und 1,729 mm	F2,8 beschichtet
<b>Schärfeeinstellung</b>	6 mm bis unendlich	8 mm bis unendlich		100 mm bis unendlich
<b>Fokus</b>	manuell	manuell	Autofokus	Autofokus
<b>Mikroskopadapter</b>	34,5 mm eingebaut und 28 mm	34,5 mm eingebaut und 28 mm	–	28 mm
<b>Stromversorgung</b>	über USB	über USB	über USB	über USB
<b>Kabel</b>	USB-Anschlusskabel, ca. 170 cm	USB-Anschlusskabel, ca. 150 cm	USB-Anschlusskabel, ca. 170 cm	USB-Anschlusskabel, ca. 180 cm
<b>Abmessungen</b>	ca. 180x180x720 mm <sup>3</sup>	ca. 180x180x640 mm <sup>3</sup>	ca. 180x180x640 mm <sup>3</sup>	ca. 200x200x630 mm <sup>3</sup>
<b>Masse</b>	ca. 4,55 kg	ca. 1,7 kg	ca. 1,65 kg	ca. 2,04 kg

**FlexCam® 2**

Diese moderne Dokumentenkamera mit HD-Auflösung übernimmt die Aufgaben von vielen verschiedenen Präsentationsgeräten z.B. von Overheadprojektoren, Episkopen oder auch Diaprojektoren. Dokumente, Bilder, Objekte etc. können direkt auf den flachen Fuß unter die Kamera gelegt werden. Zwei helle, weiße LEDs integriert im Kamerakopf sorgen für eine gute Ausleuchtung des Blickfeldes. Ein eingebautes Mikrophon ermöglicht Tonaufnahmen. Einschließlich Mikroskopadapter und Applied Vision™ Software.

**P-1012835** .....

**Vision Viewer®**

Leichtere Ausführung der HD Video Flex® (P-1017789) mit ähnlichen optischen Eigenschaften (ohne HD-Auflösung) und gleichen Einsatzmöglichkeiten. Im mechanischen Aufbau unterscheidet sie sich dadurch, dass der Videokopf direkt am Schwanenhals (ohne Kugelgelenk) befestigt ist. Kompatibel mit interaktiven Whiteboards. Einschließlich Mikroskopadapter und Applied Vision™ Software.

**P-1003436** .....

**Auto Focus Vision Viewer™**

Hochauflösende, einfach zu bedienende Tisch-Farbvideokamera für eine Vielzahl von Anwendungen. Besonders geeignet zum Präsentieren von gedruckten Texten, Bildern, anderen Objekten oder laufenden Vorgängen. Mit Autofokus-Kamerakopf und weitem Blickfeld (43x36 cm), flexiblem Schwanenhals und integriertem USB-Kabel. Kompatibel mit interaktiven Whiteboards. Einschließlich Applied Vision™ Software.

**P-1012834** .....



P-1012835



P-1012834



P-1003436



P-1005402

### Monokulares Kursmikroskop, Modell 100 (230 V, 50/60 Hz)

Das monokulare Kursmikroskop Modell 100 zeichnet sich durch einfache Bedienung und robuste Bauweise aus. Es ist praxisgerecht mit 3 achromatischen Objektiven bestückt und besitzt einen einfachen Objektstisch mit 2 Präparateklammen. Es ist ausbaufähig durch eine Vielzahl von Ersatz- und Zubehörteilen.

#### P-1005402



P-1012404

### Binokulares Polarisationsmikroskop

Gute mechanische und optische Qualität sowie einfache Bedienung zeichnen das binokulare Polarisationsmikroskop aus. Seine kompakte Bauweise und das ergonomische Design erleichtern die Arbeit am Mikroskop. Hauptanwendung finden diese Mikroskope vor allem in der Mineralogie zur Untersuchung optisch anisotroper Objekte z.B. Kristalle oder Mineralien (Eigendoppelbrechung) oder auch isotroper Materialien, auf die mechanische Kräfte einwirken (Spannungsdoppelbrechung).

#### P-1012404

	P-1005402	P-1012404
<b>Stativ</b>	Ganzmetallstativ, Stativarm fest mit Fuß verbunden, Scharfstellung über beidseitig am Stativ angeordnete Triebknöpfe für Grob- und Feintrieb	Robustes Ganzmetallstativ, Stativarm fest mit Fuß verbunden; Fokussierung über beidseitig am Stativ angebrachte koaxiale Stellknöpfe für Fein- und Grobtrieb mit Kugellager und Feststellbremse; einstellbarer Anschlag zum Schutz der Objektträger und Objektive
<b>Objektivrevolver</b>	Objektivrevolver mit 3 achromatischen Objektiven 4x / 0,10, 10x / 0,25, 40x / 0,65	Invers geneigter Objektivrevolver mit 3 DIN achromatischen Objektiven 4x / 0,10, 10x / 0,25, 40x / 0,65
<b>Vergrößerung</b>	40x, 100x, 400x	40x, 100x, 400x
<b>Objektstisch</b>	110x120 mm <sup>2</sup> mit 2 Präparateklammen	Runder Objektstisch Ø 120 mm, um 360° drehbar, Gradeinteilung mit Nonius und 2 Präparateklammen
<b>Beleuchtung</b>	Im Fuß integrierte 20 W Wolfram-Glühbirne, Netzanschluss 230 V, 50/60 Hz	Im Fuß integrierte, regelbare Halogen-Leuchte 6 V, 20 W, universale Spannungsversorgung 85 V bis 265 V, 50/60 Hz
<b>Kondensator</b>	Hellfeld-Kondensator N.A. 0,65, Irisblende, Filterhalter und Blaufilter	Abbe Kondensator N.A. 1,25 mit Irisblende, fokussierbar über ein Zahnstangengetriebe
<b>Abmessungen</b>	ca. 175x135x370 mm <sup>3</sup>	ca. 240x190x425 mm <sup>3</sup>
<b>Masse</b>	ca. 2,9 kg	ca. 6 kg
<b>Lieferumfang</b>	Komplett mit Staubschutzhülle	Komplett mit Staubschutzhülle

### Weißwandtafel

Metalltafel mit emailierter Oberfläche für Demonstrationsexperimente mit magnetaftenden Aufbauteilen z.B. zur Mechanik oder Optik. Stahltafel, kratz- und säurefest, beschreibbar mit wasserlöslichen Stiften. Wandmontage.



P-1002591/P-1002592

Art.-Nr.	Bezeichnung	Abmessungen
P-1002591	Weißwandtafel	600x900 mm <sup>2</sup>
P-1002592	Weißwandtafel	900x1200 mm <sup>2</sup>



P-1002593

### Satz Wandtafel-Zeichengeräte

Gerätesatz bestehend aus einem Flachprofillineal mit dm-Teilung, einem Geometriedreieck, einem Zirkel mit cm-Skala und einem Zeigestock.

Mit Aufbewahrung.

- Flachprofillineal: dm-Teilung, Polystyrol, 1000 mm
- Geometriedreieck: Plexiglas, 600 mm
- Zirkel: cm-Skala, 520 mm
- Zeigestock: Glasfiber, 1050 mm

P-1002593

### Satz 3 Thermopaare

Satz mit drei verschiedenen Thermopaaren für den Nachweis des Seebeck-Effekts und zur Messung der Thermospannung in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zur Referenzstelle. Zur Erzeugung einer Temperaturdifferenz wird jeweils die Berührungsstelle des Thermopaars in ein Wasserbad eingetaucht.

- Leitungslänge: 2 m
- Betriebstemperatur: -75°C bis 250°C
- Anschluss: 4-mm-Sicherheitsstecker
- Empfindlichkeiten: 40 µV/K (NiCr-Si-NiSi)  
43 µV/K (NiCr-NiAl)  
54 µV/K (Fe-CuNi)

- Lieferumfang: 1 Thermopaar Typ N, NiCrSi-NiSi  
1 Thermopaar Typ K, NiCr-NiAl  
1 Thermopaar Typ J, Fe-CuNi

P-1017904



P-1018439

### Zweipoliger Umschalter

Zweipoliger Umschalter in stabilem Gehäuse mit hoher elektrischer Durchschlagsfestigkeit. Der Anschluss erfolgt über 4-mm-Sicherheitsbuchsen.

- Abmessungen: ca. 112 x 62 x 45 mm<sup>3</sup>
- Masse: ca. 95 g

P-1018439

### Experimentierschnur

Gedrehter Hanfbindfaden auf Rolle. Vielseitig einsetzbar z.B. zum Aufbau eines Flaschenzugs in Verbindung mit den Rollen P-1003216 bis P-1003223 oder eines Pendels mit Kugeln P-1003230.

- Länge: 100 m
- Durchmesser: 1 mm
- Tragkraft: 50 N

P-1001055



P-1007112



P-1001055

### Schnur, 100 m

100 m lange Schnur aus Hanf, schwarz, auf Rolle gewickelt.

P-1007112

P-1019180

### Satz Faden und Hakengewichte

Satz Antriebsmassen und Faden zur Beschleunigung der Gleiter auf der Luftkissenbahn. Bestehend aus 3 S-Haken 1 g, 5 S-Haken 2 g und 1 Rolle Nähgarn.

P-1019180



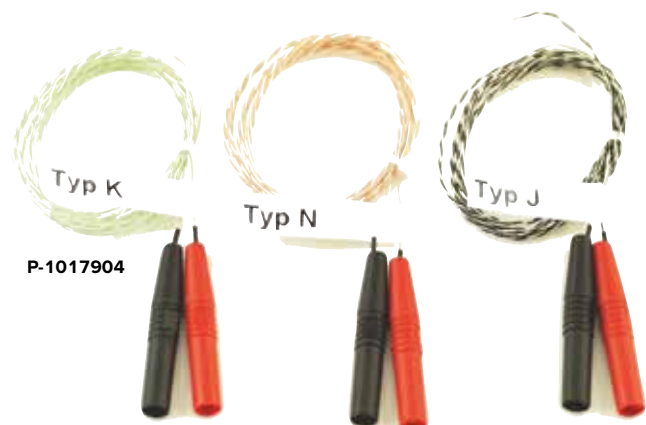
### Angelschnur, 10 m

Multifilar geflochtene Nylonschnur zur Verwendung in Experimenten mit der Rollenfahrbahn.

P-4009036



P-4009036



P-1017904

P-1002941



P-1002942  
P-1002943



**Laborhebebühnen**

Höhenverstellbarer Tisch mit kontinuierlich verstellbarer Scherenmechanik zum erhöhten Aufstellen von Experimentiergeräten. Arretierung durch Flügelschrauben.

Art.-Nr.	Bezeichnung	Max. Last	Tischfläche	Tishhöhe	Masse
P-1002943	Laborboy I	30 kg	320x220 mm <sup>2</sup>	65 – 250 mm	2,6 kg
P-1002941	Laborboy II	40 kg	200x200 mm <sup>2</sup>	70 – 260 mm	2,3 kg
P-1002942	Laborboy III	50 kg	160x130 mm <sup>2</sup>	60 – 250 mm	1,2 kg



P-1018874

**Stativfuß H-Form**

Standfeste Basis für große und umfangreiche Aufbauten mit sechs Spannstellen zur Aufnahme von Stativstangen bis 12 mm Ø. Max. Standfläche: 300x280 mm<sup>2</sup>  
Masse: ca. 1,7 kg

P-1018874 .....



P-1001044

**Stativfuß, A-Form**

Nivellierbarer Stativfuß mit höchster Standfestigkeit zur Aufnahme von zwei Stäben von 4 bis 15 mm Ø. Aus Grauguss.

Art.-Nr.	Schenkellänge	Masse
P-1001044	200 mm	1,5 kg
P-1001043	280 mm	3,7 kg



P-1002835

**Stativfuß, 3-Bein**

Nivellierbarer Stativfuß mit höchster Standfestigkeit zur Aufnahme von zwei Stäben bis 16 mm Ø. Stababstand 135 mm.

Art.-Nr.	Schenkellänge	Masse
P-1002835	150 mm	1450 g
P-1002836	185 mm	1850 g



P-1002834

**Tonnenfuß, 1 kg**

Massiver Fuß zur Aufnahme von Stativstangen bis 13 mm Ø. Aus pulverbeschichtetem Gusseisen.

P-1002834 .....



P-1001046



P-1001045

**Tonnenfüße**

Massiver Fuß zur Aufnahme von Stativstangen bis 12 mm Ø und rechteckigen Platten bis 10 mm bzw. 12 mm Dicke. Aus lackiertem Grauguss.

Art.-Nr.	Masse	Höhe	Durchmesser
P-1001045	0,9 kg	56 mm	64 mm
P-1001046	0,5 kg	47 mm	54 mm



### Universalmuffe

Universalmuffe zur vielfältigen Verbindung von Stäben bis 13 mm Ø und Halten von Platten, Maßstäben etc. bis 13 mm Dicke. Pulverbeschichtete Aluminiumlegierung, 135 g. Vernickelte Messingschrauben mit Spitzgewinde.

**P-1002830** .....



### Doppelmuffe

Doppelmuffe zur Verbindung von Stäben bis 16 mm Ø. Pulverbeschichteter Zinkdruckguss, 110 g. Vernickelte Stahlschrauben.

**P-1002827** .....



### Doppelkreuzmuffe

Doppelkreuzmuffe zur Verbindung von Stäben bis 20 mm Ø. Pulverbeschichteter Zinkdruckguss, 130 g. Vernickelte Messingschrauben.

**P-1002831** .....



### Muffe mit Haken

Muffe mit Haken zur Befestigung an Stäben bis 16 mm Ø. Pulverbeschichteter Zinkdruckguss, 93 g. Vernickelte Messingschrauben.

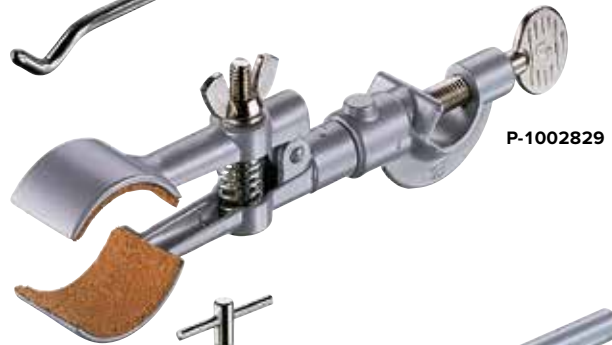
**P-1002828** .....



### Stativklemme mit Muffe

Stativklemme mit Muffe zur Befestigung an Stäben bis 16 mm Ø. Pulverbeschichteter Zinkdruckguss, 190 g. Klemme mit Korkeinlage. Spannweite: 20 – 40 mm

**P-1002829** .....



### Universalklemme

Klemme mit Korkeinlage. Unlackierter Zinkdruckguss, 180 g. Spannweite: 0 – 80 mm

**P-1002833** .....



### Verstellbare Doppelmuffe

Doppelmuffe mit zwei um 360° gegeneinander verdrehbaren Klemmen zur Verbindung von Stäben bis 16 mm Ø. Pulverbeschichteter Zinkdruckguss, 180 g. Vernickelte Messingschrauben.

**P-1017870** .....



### Tischklemme

Tischklemme zum senkrechten Ankleben von Stäben bis 13 mm Ø an Tischplatten. Pulverbeschichtete Aluminiumlegierung, 350 g. Spannweite: 0 – 60 mm

**P-1002832** .....





P-1002937

### SW-Paket Stativmaterial

Stativmaterial für problemlose, übersichtliche und stabile Aufbauten z.B. zur Untersuchung von mechanischen Schwingungen und Wellen unter Verwendung der Sensoren aus dem SW-Paket Sensorik (P-1012850 bzw. P-1012851). Mit Grundplatte SW als kippsichere Basis zur verkantungsfreien Aufnahme der Stativstangen, zwei Doppelmuffen und Traverse SW. Die Traverse SW dient als multifunktionale Halterung zwischen den Stativstangen auf der Grundplatte für Aufbauten mit den dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik.

Grundplatte: ca. 345x240x16 mm<sup>3</sup>  
 Stativstangen: ca. 400 mm x 10 mm Ø

#### Lieferumfang

- 1 Grundplatte SW
- 2 Stativstangen mit Außen- und Innengewinde
- 2 Stativstangen mit Außengewinde
- 2 Doppelmuffen SW
- 1 Traverse SW

#### P-1012849

Zusätzlich empfohlen:

- P-1012848 Stativstange 280 mm
- P-1012847 Stativstange 400 mm



P-1002934

P-1012848  
P-1012847

### Stativstangen

Art.-Nr.	Länge	Durchmesser
P-1002932	100 mm	12 mm
P-1002933	250 mm	12 mm
P-1002934	470 mm	12 mm
P-1002935	750 mm	12 mm
P-1002936	1000 mm	12 mm
P-1002937	1500 mm	12 mm
P-1012848	280 mm	10 mm
P-1012847	400 mm	10 mm



P-1012849

P-1002710

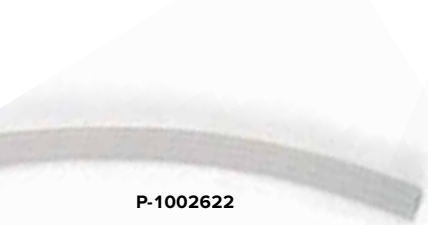
P-1018449

### Stativlochstab

Kunststoffstab mit sechs seitlichen und einer axialen Bohrung zur Befestigung von Bauteilen mit 4 mm-Steckern.

Länge: 250 mm  
 Durchmesser: 12 mm  
 Lochabstand: 19 mm und 50 mm  
 Bohrungen: 4 mm

#### P-1002710



P-1002622

### Silikonschlauch

Silikon, transparent, 1 m lang.  
 Innendurchmesser: 6 mm  
 Wandstärke: 2 mm

#### P-1002622

### Halter für Steckelemente

Haltestab mit 4-mm-Anschlussbuchsen zur Aufnahme und zum Anschluss von Bauelementen mit zwei Steckern in 19 bzw. 50 mm Abstand oder der Leiterschleifen für Biot-Savart. Sowohl für 4-mm-Lamellenstecker als auch für 4-mm-Sicherheitsstecker geeignet.

Max. Dauerstrom: 25 A  
 Stiel-Durchmesser: 10 mm  
 Abmessungen: ca. 110 x 20 x 135 mm<sup>3</sup>  
 Masse: ca. 120 g

#### P-1018449

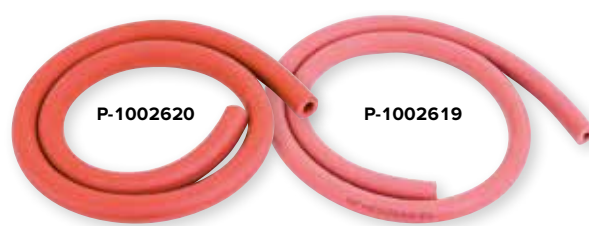


P-1012831

P-1012830

### Vakuumschläuche

Vakuumschläuche aus Naturkautschuk nach DIN 12865. Farbe rot.



P-1002620

P-1002619

Art.-Nr.	Länge	Innendurchmesser	Wandstärke	Temperaturbereich
P-1012831	1 m	4 mm	4 mm	-30° bis +85°
P-1012830	1 m	6 mm	4 mm	-30° bis +85°
P-1002619	1 m	8 mm	5 mm	-30° bis +85°
P-1002620	1 m	10 mm	5 mm	-30° bis +85°

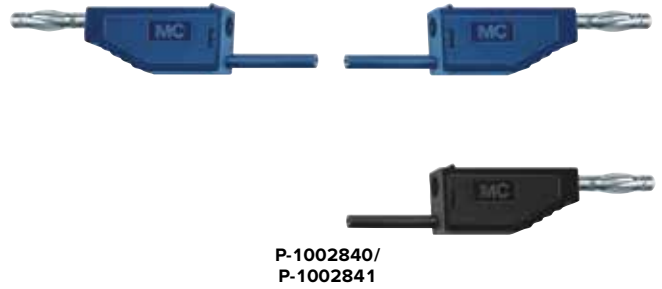
## Für eine zuverlässige Verbindung

### Satz 15 Experimentierkabel, 75 cm

Satz 15 Kupferleitungen in hochflexiblem PVC, 75 cm lang, an beiden Enden mit kaskadierbarem 4-mm-Lamellenstecker. Je fünf Kabel in den Farben rot, schwarz und blau.

Spannung: Kleinspannungen  
Stecker/Buchse: vernickelt

Art.-Nr.	Leiterquerschnitt	max. Dauerstrom
P-1002840	1 mm <sup>2</sup>	19 A
P-1002841	2,5 mm <sup>2</sup>	32 A



### Satz Experimentierkabel für Röhrenexperimente

Satz 18 Kupferleitungen in hochflexiblem PVC für alle Verkabelungen mit den Elektronenröhren der Serie D.

Leiterquerschnitt: 1 mm<sup>2</sup>  
Max. Dauerstrom: 19 A  
Stecker und Buchse: 4 mm (vernickelt)

#### P-1002847

Anzahl	Länge	Farbe	Anschluss
3	75 cm	rot	Sicherheitsstecker/Buchse
4	75 cm	blau	Stecker/Stecker
2	75 cm	schwarz	Stecker/Stecker
2	50 cm	blau	Stecker/Stecker
5	25 cm	schwarz	Stecker/Stecker
2	25 cm	rot	Stecker/Stecker

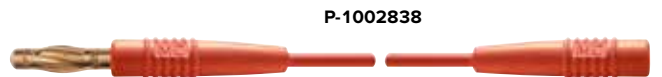


### Experimentierkabel, Stecker/Buchse

Experimentierkabel mit 4 mm-Lamellenstecker und 4 mm-Buchse. 75 cm lang, Farbe rot.

Leiterquerschnitt: 1 mm<sup>2</sup>  
Max. Dauerstrom: 19 A

#### P-1002838



### Experimentierkabel, Sicherheitsstecker/Buchse

Experimentierkabel mit kaskadierbarem 4 mm-Sicherheits-Lamellenstecker und 4 mm-Buchse. 75 cm lang, Farbe rot.

Leiterquerschnitt: 1 mm<sup>2</sup>  
Max. Dauerstrom: 19 A

#### P-1002839



### Satz 10 Abgreifklemmen 4 mm, blank

Blanke Abgreifklemmen mit 4 mm-Buchse für das Aufstecken auf 4 mm-Messleitungen und alle handelsüblichen, federnden 4 mm-Stecker. Anschluss auch über Klemmschraube oder Lötanschluss möglich.

#### P-1019219



### Paar Experimentierkabel, 75 cm

Satz 2 Kupferleitungen in hochflexiblem PVC, 75 cm lang, schwarz, an beiden Enden mit kaskadierbarem 4 mm-Lamellenstecker.

Leiterquerschnitt: 1 mm<sup>2</sup>  
Spannung: Niederspannungen  
Max. Dauerstrom: 19 A

#### P-1002850



**Zu Ihrer Sicherheit**

**Satz 6 Sicherheits-Abgreifklemmen 4 mm**

Sicherheits-Abgreifklemmen (3x rot, 3x schwarz) mit allseitiger Isolierung. 4-mm-Sicherheitsbuchse im Isolierkörper für das Aufstecken auf 4-mm-Sicherheitsmessleitungen oder alle federnden 4-mm-Stecker.

**P-1019218**



**P-1019218**



**P-1019218**

**Paar Hochspannungskabel, 150 cm**

Satz zwei Kupferleitungen in hochflexiblem PVC, 150 cm lang, an beiden Enden mit 4 mm-Sicherheitssteckern in starrer Isolierhülse. Je ein Kabel rot und schwarz.

Leiterquerschnitt: 0,5 mm<sup>2</sup>  
Spannung: bis 5 kV

**P-1002851**



**P-1002851**

**Sicherungssortiment**

Sicherungssortiment mit 105 flinken Sicherungen mit großem Schaltvermögen und 135 trägen Sicherungen mit kleinem Schaltvermögen. In Sortimentkasten.

Abmessungen: 5 mm Ø x 20 mm  
Nennspannung: 250 V

**Typ SP:**

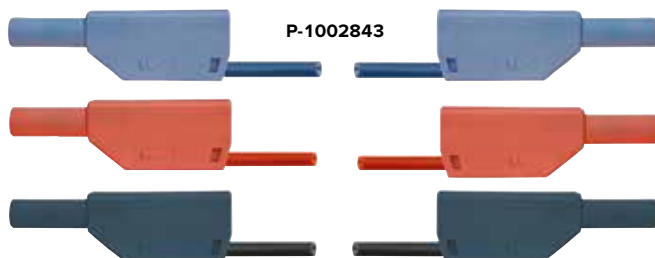
Material: Glasrohr  
Zeitverhalten: flink  
Schaltvermögen: 1000 A @ 250 V  
Sortiment: 1 A (15 Stück); 3,15 A; 6,3 A; 10 A (je 30 Stück)

**Typ FST:**

Material: Keramikrohr  
Zeitverhalten: träge  
Schaltvermögen: 35 A @ 250 V  
Sortiment: 0,5 A; 1 A; 1,25 A; 1,6 A; 2 A; 2,5 A; 3,15 A; 6,3 A; 10 A (je 15 Stück)

**P-1012873**

**P-1012873**



**P-1002843**

**Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm**

Satz 15 Kupferleitungen in hochflexiblem PVC, 75 cm lang, an beiden Enden mit kaskadierbarem 4 mm-Sicherheits-Lamellenstecker. Je vier Kabel in den Farben rot, schwarz und blau und je ein Kabel in den Farben grün, braun und gelb-grün.

Leiterquerschnitt: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Spannung: Niederspannungen  
Max. Dauerstrom: 32 A

**P-1002843**

**Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm (ohne Abb.)**

Kupferleitungen in hochflexiblem PVC, 75 cm lang, an beiden Enden mit kaskadierbarem 4-mm-Sicherheits-Lamellenstecker.

Leiterquerschnitt: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Spannung: Niederspannungen  
Max. Dauerstrom: 32 A

**Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, schwarz 1002849**

**Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot 1017716**

**Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, blau, rot 1017718**

**Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, gelb/grün, blau, schwarz 1017719**

**Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel zum Freier-Fall-Gerät (ohne Abb.)**

Satz 3 Kupferleitungen in hochflexiblem PVC zum Anschluss des Freier-Fall-Gerätes (P-1000738), an beiden Enden mit kaskadierbarem 4 mm-Sicherheits-Lamellenstecker. Je ein Kabel rot und schwarz, 75 cm lang. Ein Kabel grün, 150 cm lang.

Leiterquerschnitt: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Spannung: Niederspannungen  
Max. Dauerstrom: 32 A

**P-1002848**

	SP 5x20 F 3,15 A 0001.1009	SP 5x20 F 6,3 A 0001.1012	FST 5x20 T 500 mA 0004.3114	FST 5x20 T 1,6 A 0004.3119	FST 5x20 T 3,15 A 0004.3122
	SP 5x20 F 3,15 A 0001.1009	SP 5x20 F 10 A 0001.1014	FST 5x20 T 1 A 0004.3117	FST 5x20 T 2 A 0004.3120	FST 5x20 T 6,3 A 0004.3125
SP 5x20 F 1 A 0001.1004	SP 5x20 F 6,3 A 0001.1012	SP 5x20 F 10 A 0001.1014	FST 5x20 T 1,25 A 0004.3118	FST 5x20 T 2,5 A 0004.3121	FST 5x20 T 10 A 0004.3127



Experimentierkabel

Laborgeräte



## Für Signale hoher Frequenz

### T-Stück, BNC

T-Stück zum Anschluss von zwei HF-Kabeln an eine BNC-Buchse.

**P-1002752** .....

### Adapter BNC-Stecker/4-mm-Buchsen

Übergang von BNC-Stecker auf 4-mm-Buchsen mit 19 mm Abstand.

**P-1002750** .....

### Adapter BNC-Buchse/4-mm-Stecker

Übergang von BNC-Buchse auf 4-mm-Stecker mit 19 mm Abstand.

**P-1002751** .....

### BNC-Kabelverbinder

Kupplungsstück beidseitig mit BNC-Buchsen zum Verbinden von HF-Kabeln.

**P-1002749** .....

### HF-Kabel

Abgeschirmtes Kabel zur verlust- und kapazitätsarmen Übertragung von Signalen mit hohen Frequenzen. Mit BNC-Steckern an beiden Enden.

Impedanz: 50  $\Omega$

Länge: 1 m

**P-1002746** .....

### HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker

Abgeschirmtes Kabel zur verlust- und kapazitätsarmen Übertragung von Signalen mit hohen Frequenzen. Mit BNC Stecker an einem Ende und zwei 4-mm-Steckern am anderen Ende.

Impedanz: 50  $\Omega$

Länge: 1 m

**P-1002748** .....

### Adapterleitung US

Adapterleitung zur Gleichrichtung der hochfrequenten Ausgangssignale aus der Betriebselektronik US für die Messung mit beliebigen DC-Voltmetern. Die Betriebselektronik US ist Teil der Ausstattung in Schülereperimenten mit Ultraschall.

Eingang: BNC-Stecker

Ausgang: zwei 4-mm-Stecker

Länge: 65 cm

Masse: ca. 20 g

**P-1018750** .....

### Schrot

Granulat verwendbar zur Füllung von Kalorimetern.

#### Aluminiumschrot, 100 g

**P-1000832** .....

#### Kupferschrot, 200 g

**P-1000833** .....

#### Glasschrot, 100 g

**P-1000834** .....





P-1002869

P-1003190



**Planspiegel**

Glasspiegel, Kanten geschliffen.  
Abmessungen: ca. 170x130 mm<sup>2</sup>

P-1003190 .....

P-1002868

**Uhrglasschalen**

Aus Soda-Glas, dünnwandig, Rand geschliffen.  
Durchmesser 80 mm oder 120 mm.

Art.-Nr.	Bezeichnung
P-1002868	Satz 10 Uhrglasschalen, 80 mm
P-1002869	Satz 10 Uhrglasschalen, 120 mm



P-1010114

P-1002870

**Messzylinder, 250 ml**

Messzylinder aus Borosilikatglas. Hohe Form mit Ausguss und Sechskantfuß.

Skala: 250 ml  
Teilung: 2,5 ml

P-1010114 .....

**Standzylinder**

Ungraduierter Zylinder aus Duranglas. Mit rundem Fuß, Rand rau geschliffen.

Höhe: 300 mm  
Durchmesser: 40 mm

P-1002871 .....

P-1002871

**Messzylinder, 100 ml**

Graduierter Zylinder aus Duranglas. Hohe Form mit Ausguss, mit Sechskantfuß.

Skala: 100 ml  
Teilung: 1 ml

P-1002870 .....

**Überlaufgefäß, transparent**

Überlaufgefäß, 275 ml. Aus Plexiglas.

P-1003518 .....



P-1002873

P-1002872

P-1003518

**Bechergläser, 600 ml**

Satz 10 Bechergläser aus Borosilikatglas. Mit Skala, Teilung 100 ml, und Ausguss.

Art.-Nr.	Bezeichnung
P-1002872	Satz 10 Bechergläser, niedrige Form
P-1002873	Satz 10 Bechergläser, hohe Form

**Rundkolben (ohne Abb.)**

Rundkolben aus Borosilikatglas.

Art.-Nr.	Bezeichnung
P-1011768	Rundkolben 250 ml
P-1011769	Rundkolben 500 ml

**Kunststoffwanne (ohne Abb.)**

Transparente Kunststoffwanne.  
Abmessungen: 170x130x85 mm<sup>3</sup>

P-4000036 .....

**Küvette, rechteckig, 80x30x80 mm<sup>3</sup>**

Planparallele Küvette aus Plexiglas mit hochglanzpolierten, optischen Flächen zur Untersuchung der Strahlengänge in Flüssigkeiten.  
Abmessungen: 80x30x80 mm<sup>3</sup>

P-1003534 .....



P-1003534



P-1018065

**Bürette DIN-B 10 ml Schellbach**

Bürettenrohr mit Schellbach-Streifen und seitlichem Hahn mit NS-Gläskülen zur Abmessung kleiner Flüssigkeitsmengen.

Volumen: 10 ml  
Teilung: 0,02 ml  
Fehlergrenzen: Klasse B

P-1018065 .....

### Resonanzbecken

Der Ursprung des Resonanzbeckens liegt in der chinesischen Song-Dynastie (960–1279). Es handelt sich dabei um eine große Bronzeschüssel mit zwei aufgesetzten Handgriffen. Den Boden verziert ein Relief aus vier Fischen, aus deren Mündern gravierte Wasserfontänen herausspritzen. Werden nun die Handgriffe gerieben, ertönt ein harmonischer Ton und in den vier Quadranten der Schüssel wird eine stehende Welle erzeugt. Diese stehenden Wellen lassen echte Wasserfontänen von mehr als 30 cm in die Luft spritzen, als wären die Fische zum Leben erwacht.

Durchmesser: ca. 380 mm

Höhe: ca. 150 mm

**P-1003206** .....

P-1003206



### Pythagoreischer Becher

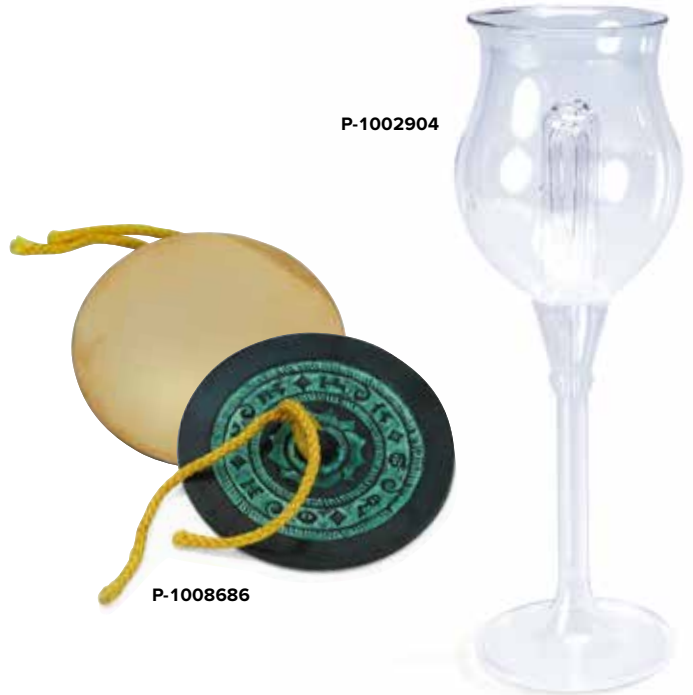
Pythagoras ist heute vor allem durch seinen Lehrsatz  $a^2 + b^2 = c^2$  bekannt. Das wird diesem großen Denker, der sich mit Religion, der Natur der Seele und der Harmonie im Kosmos beschäftigte, bei weitem nicht gerecht. Um seinen Schülern die Tugend der Mäßigung nahe zu bringen, entwarf er den nach ihm benannten Becher. Wird der Becher bis zu einem bestimmten Maß mit Wein oder Wasser gefüllt, bleibt die Flüssigkeit im Becher. Füllt man aber den Becher über dieses Maß hinaus, dann entleert sich der gesamte Inhalt durch ein Loch im Boden. Unser Pythagoreischer Becher besteht aus mundgeblasenem Glas. Das Geheimnis seiner Konstruktion ist ein Siphon in der Mitte des Glases. Ideal zur Erklärung des Prinzips eines Siphons vor diesem historischen Hintergrund.

Höhe: ca. 250 mm

Durchmesser: ca. 80 mm

**P-1002904** .....

P-1002904



P-1008686

### Magischer Spiegel

Dieser magische Spiegel hat seinen Ursprung in der chinesischen Han-Dynastie (206 v.Chr.–24 n.Chr.) und verbindet optische und mechanische Prinzipien mit einer hoch entwickelten Metallurgie. Das Know-How seiner Produktion ging in der Song-Dynastie (960–1279) verloren und blieb bis 1975 ein Rätsel. Erst dann gelang es chinesischen Handwerkern und Wissenschaftlern, das Geheimnis dieses Spiegels zu entlüften. Scheint Sonnenlicht auf die polierte Fläche dieses Spiegels, so werden die dekorativen Muster der Rückseite im Spiegelbild auf einer weißen Fläche sichtbar.

Durchmesser: ca. 70 mm

Dicke: ca. 10 mm

**P-1008686** .....

### Yi-Glocke

Diese „Glocke des Glaubens“ wurde einer 2-Ton-Glocke nachgebildet, entdeckt 1978 im Grab des chinesischen Adligen Marquis Yi. Sie wurde aus einer neu entwickelten Kupfer-Magnesium-Legierung gegossen und zeichnet sich aus durch das Ergebnis des Zusammenwirkens der besonderen Form und der Auswirkung der Temperatur auf die Schwingungsdämpfung. Bei Zimmertemperatur ertönt die Glocke nur in einem dumpfen, hölzernen Ton. Wird sie jedoch mehrere Minuten lang mit einem Alkoholbrenner erhitzt, erklingt sie in einem wunderschönen Ton.

Abmessungen: ca. 295x210x120 mm<sup>3</sup>

**P-1003207** .....

P-1003207



Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
2-Wege-Kugelhahn, DN 16 KF	P-1002923	93	Aufzeichnungspapier, Satz	P-1003361	65
3B NET/ab™	P-1000544	38	<b>Auge und Sehen</b>	–	191
3B NET/log™ mit Ethernet-Anschluss (115 V, 50/60 Hz)	P-1000541	39	Augen-Funktionsmodell	P-1005047	191
3B NET/log™ mit Ethernet-Anschluss (230 V, 50/60 Hz)	P-1000009	39	Augenmodell	P-1000259	191
3B NET/log™ (115 V, 50/60 Hz)	P-1000539	39	Augenmodell für Ultraschallbiometrie	P-1012869	116
3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz)	P-1000540	39	Auslaufgefäß, Metall	P-1009715	87
3B Powerlog (115 V, 50/60 Hz)	P-1000542	46	Auslösevorrichtung für Maxwell'sches Rad	P-1018075	70
3B Powerlog (230 V, 50/60 Hz)	P-1000543	46	Außenzentrierung DN 10/16 KF	P-1002931	93
<b>3B Student Kit</b>	–	8 – 14	Austauschplatte für Röhrenhalter S	P-4008573	241
<b>– A –</b>			<b>– B –</b>		
Abbildungsobjekte, Satz 4	P-1000886	161	Bad-/Umwälzthermostat (115 V, 50/60 Hz)	P-1008653	139
Abgreifklemmen 4 mm, blank, Satz 10	P-1019219	299	Bad-/Umwälzthermostat (230 V, 50/60 Hz)	P-1008654	139
Abschussvorrichtung, elektromagnetische	P-1019300	62 – 63	Balkenwaage	P-1018834	55
Absolutdrucksensor 2500 hPa	P-1000546	43	Ballistisches Pendel	P-1002656	69
Abstimmgewichte, Paar	P-1002611	109	Bandgenerator 100 kV mit Entladungskugel (115V, 50/60 Hz)	P-1002963	192
AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 6 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1008692	231, 269	Bandgenerator 100 kV mit Entladungskugel (230V, 50/60 Hz)	P-1002964	192
AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V, 6 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003593	231, 269	Barometer	P-1000549	43
AC/DC-Netzgerät 0 – 30 V / 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1002769	268	Basissatz Kröncke-Optik	P-1009931	32 – 33
AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V / 3 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1002775	268	Basissatz Kröncke-Optik	P-1009932	32 – 33
AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V / 3 A (115 V, 50/60 Hz), kont.	P-1001006	268	Batteriehalter in 3B-Box	P-1010192	200 – 201
AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V / 3 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1002776	268	Batteriehalter, P2W50	P-1012994	209
AC/DC-Netzgerät 0 – 12 V / 3 A (230 V, 50/60 Hz), kont.	P-1001007	268	Bauelemente für Elektronikexperimente, Satz	P-1018532	209
AC/DC-Netzgerät 1/ 2/ 3/ – 15 V, 10 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1008690	269	Bechergläser, hohe Form, Satz 10	P-1002873	302
AC/DC-Netzgerät 1/ 2/ 3/ – 15 V, 10 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1008691	269	Bechergläser, niedrige Form, Satz 10	P-1002872	302
AC/DC-Netzgerät 2 – 20 V DC, 0 – 3 A, 2/4/6/8/10/12/15/20 V	P-1003561	268	Belüftungsventil	P-1002926	93
AC/DC-Netzgerät 2 – 20 V DC, 0 – 3 A, 2/4/6/8/10/12/15/20 V	P-1003562	268	Beschleunigungssensor ±25 x g	P-1000560	41
AC-Amperemeter	P-1002788	278	Beschleunigungssensor ±5 x g	P-1000561	41
Achromatisches Objektiv 10x/ 0,25	P-1005408	156	Betriebsgerät Fadenstrahlröhre	P-1009948	245
Acrylglasplatte	P-1000880	197	Betriebsgerät Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)	P-1012818	254 – 257
Acrylkörper mit Bohrungen	P-1002589	115	Betriebsgerät Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)	P-1012819	254 – 257
Acrylpuck	P-1003362	65	Beugungsgitter auf Glasträger	P-1014621	164
Adapter BNC-Buchse /4 mm Stecker	P-1002751	301	Beugungslöcher auf Glasträger	P-1008664	164
Adapter BNC-Buchse/4-mm- Sicherheitsbuchsen	P-1010181	301	<b>Beugungsobjekte, optische</b>	–	162 – 164
Adapter BNC-Stecker /4 mm Buchsen	P-1002750	301	<b>Binaurales Hören</b>	–	107
Adapterkabel 4-mm-Sicherheitsstecker/ 2-mm-Stecker, Paar	P-1017899	128	Binokulares Polarisationsmikroskop	P-1012404	294
Adapterleitung US	P-1018750	301	<b>Biot-Savart</b>	–	221
<b>Aerodynamik</b>	–	94	Biprisma nach Fresnel	P-1008652	167
Alkoholmeter	P-1002875	84	Blechstreifen, Satz 5	P-1000982	229
Aluminiumkalorimeter	P-1017897	128	Blende mit 2 Kreuzgittern	P-1000601	163
Aluminiumplatten, Satz 10	P-1002716	213	Blende mit 3 Doppelspalten unterschiedlicher Spaltbreite	P-1000596	163
Aluminiumpuck	P-1003363	65	Blende mit 3 Einzelspalten und 1 Doppelspalt	P-1000885	162
Aluminiumschrot, 100 g	P-1000832	301	Blende mit 3 Loch- und Scheibenpaaren	P-1000603	163
Aluplatte in Probenhalter mit Winkelskala	P-1002585	114	Blende mit 3 Strichgittern	P-1000599	163
<b>Analoge Handmessgeräte</b>	–	278 – 279	Blende mit 4 Doppelspalten unterschiedlichen Spaltabstandes	P-1000597	163
Analog-Multimeter AM50	P-1003073	278	Blende mit 4 Mehrfachspalten und Gitter	P-1000598	163
Analog-Multimeter AM51	P-1003074	278	Blende mit 9 Öffnungen	P-1000891	163
Analog-Multimeter Escola 100	P-1013527	279	Blende mit 9 Scheiben	P-1000889	163
Analog-Multimeter Escola 30	P-1013526	279	Blende mit Einfachspalt und Steg	P-1000602	162
Analog-Oszilloskop 1x10 MHz (230 V, 50/60 Hz)	P-1002745	275	<b>Blenden, optische</b>	–	161 – 165
Analog-Oszilloskop 2x20 MHz (230 V, 50/60 Hz)	P-1008695	275	Blindeflansch, DN 16 KF	P-1002927	93
Analog-Oszilloskop 2x30 MHz	P-1002727	275	BNC-Kabelverbinder	P-1002749	301
Analysenwaage AES200 (230 V, 50/60Hz)	P-1018347	289	Bodendruckapparat	P-1002957	86
Aneroid-Barometer F	P-1010232	123	Bolometer	P-1000840	121
Angelschnur, 10 m	P-4009036	295	Bolzensprenger	P-1000829	130
Anomalie des Wasser, Gerät zur	P-1002889	132	Bolzensprenger Eis	P-1000828	130
Anschlaghammer, hart	P-1002610	109	Boyle-Mariotte-Gerät	P-1017366	140
Anschlaghammer, weich	P-1002614	109	Bravais-Gitter, Satz 14	P-1012837	248 – 249
Anschlussbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1009954	40	Breitbandlautsprecher	P-1000812	111
Anschlussbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1009955	40	<b>Brennstoffzellen</b>	–	120
Anschlusskabel mit 2 Metallstäben	P-1017344	106	Brückenstecker, P2W19, Satz 10	P-1012985	209
Archimedesbecher	P-1018836	83	Brustmodell mit Tumor	P-1000345	116
<b>Atom- und Kernphysik</b>	–	246 – 265	Bügelmessschraube	P-1002600	50
<b>Atomorbitale</b>	–	250	Bürette DIN-B 10 ml Schellbach	P-1018065	195, 302
Atwood'sche Fallmaschine	P-1003367	70	<b>– C –</b>		
Aufbausatz „Klingel, Relais und Bimetallschalter“	P-1000994	204	Calcitkristall	P-5006663	167
Aufbewahrungskasten	P-1003571	150 – 151	Cavendish-Drehwaage	P-1003337	56
Aufbewahrungselektrolyse	P-1003034	159	CCD-HD-Sensor	P-1018820	172 – 173
<b>Auftrieb</b>	–	83	<b>CCD-HD-Sensor</b>	–	172
Auftriebsapparat	P-1000791	83	Chaospendel E	P-1017531	76
Auftriebswaage	P-1003169	91	Chinhydrone-Pufferlösung	P-1002754	45
			Chladni-Platte, quadratisch	P-1000706	101
			Chladni-Platte, rund	P-1000705	101
			Chrom-Nickel-Draht 0,3 mm / 100 m	P-1000953	198
			Chrom-Nickel-Draht 0,5 mm / 50 m	P-1000954	198
			<b>Computer-Tomographie</b>	–	119
			<b>Computerunterstütztes Experimentieren</b>	–	38 – 47
			Cr:YAG-Modul	P-1008637	184 – 187
			CT-Messwanne	P-1017785	119
			CT-Sonde	P-1017784	119
			CT-Scanner	P-1017782	119
			CT-Steuergerät	P-1017783	119



Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
<b>- D -</b>		
Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz)	P-1006769	131
Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz)	P-1001049	131
Dampfmaschine B	P-1012801	145
Dampfmaschine G	P-1002597	145
Dampfmaschinenöl	P-1012887	145
Daniell-Element	P-1002898	212
Darlington-Transistor TIP 162	P-1018847	209
DC-Amperemeter	P-1002786	278
DC-Amperemeter	P-1002789	278
DC-Galvanometer	P-1002790	278
DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 10 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1002760	270
DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 10 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1002761	270
DC-Netzgerät 0 – 16 V, 0 – 20 A	P-1002771	270
DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003311	270
DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003312	270
DC-Netzgerät 0 – 32 V, 0 – 2,5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1002762	270
DC-Netzgerät 0 – 32 V, 0 – 2,5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1002763	270
DC-Netzgerät 0-300 V (115 V, 50/60 Hz)	P-1001011	271
DC-Netzgerät 0-300 V (230 V, 50/60 Hz)	P-1001012	271
DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1012858	270
DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1012857	270
DC-Netzgerät 1,5 – 15 V, 1,5 A	P-1003560	269
DC-Netzgerät 450 V (115 V, 50/60 Hz)	P-1008534	269
DC-Netzgerät 450 V (230 V, 50/60 Hz)	P-1008535	269
DC-Voltmeter	P-1002787	278
Demonstrations-Aneroid-Barometer	P-1002627	122
Demonstrationsgitter	P-1003082	162
Demonstrations-Polarisationsapparat	P-1002906	174
Demonstrations-Polariskop	P-1000851	174
Demonstrationsstimmgabel	P-1000700	108
Demonstrationssystem Brennstoffzelle	P-1002689	120
Demonstrations-Thermometer -10 – 110°C	P-1003014	124 – 125
Demonstrations-Wellenmaschine, Einzelmodul	P-1003492	102
Demonstrations-Wellenmaschine, Komplettsatz	P-1003491	102
Dezimeter-Würfel mit Teilquadern	P-1010121	51
Diac BR 100, P2W19	P-1012973	207
<b>Dichte und Volumen</b>	–	84 – 85
Dichte-Aräometer, Satz 3	P-1003012	84
Dichtekörper, Satz 5	P-1000768	83
Dichteparadoxon, Satz	P-1003498	84
Dichtungssatz	P-1002672	139
Digital Hygro-/Thermometer	P-1003011	122
Digitale Ausgangsbox	P-1000570	46
Digitale Eingangsbox	P-1000571	46
<b>Digitale Handmessgeräte</b>	–	280 – 283
Digitale Stoppuhr	P-1002811	49
Digitaler Messschieber	P-1002602	50
Digitales Energiemessgerät	P-1002802	283
Digitales Luxmeter	P-1002779	283
Digitales Mini-Multimeter	P-1002783	280
Digitales Spektrometer HD	P-1018104	180 – 181
Digitales Spektrometer LD	P-1018103	180 – 181
Digitales Spektrometer LD mit Absorptionskammer	P-1019196	180 – 181
Digitales Taschenanemometer	P-1010250	123
Digitales Taschenthermometer	P-1003335	126
Digitales Thermometer Typ K/IR	P-1002799	127
Digitales Thermometer, Min/Max	P-1003010	126
Digital-Multimeter DMM50	P-1012817	282
Digital-Multimeter DMM60	P-1012816	282
Digital-Multimeter E	P-1006809	281
Digital-Multimeter P1035	P-1002781	280
Digital-Multimeter P3320	P-1002784	281
Digital-Multimeter P3340	P-1002785	280
Digital-Multimeter P3415	P-1008631	281
Digital-Oszilloskop 2x100 MHz	P-1018583	276 – 277
Digital-Oszilloskop 2x25 MHz	P-1018581	276 – 277
Digital-Oszilloskop 2x40 MHz	P-1018582	276 – 277
Digital-Oszilloskop 4x60 MHz	P-1008676	276 – 277
Digital-Sekunden-Taschenthermometer	P-1002803	124 – 125
Digital-Stroboskop (115 V, 50/60 Hz)	P-1003330	285
Digital-Stroboskop (230 V, 50/60 Hz)	P-1003331	285
Digital-Thermometer 1-Kanal	P-1002793	127
Digital-Thermometer 2-Kanal	P-1002794	127
<b>Digitalzähler</b>	–	284 – 285
Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1001032	49, 259, 284
Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1001033	49, 259, 284
Digitalzähler mit Schnittstelle (115 V, 50/60 Hz)	P-1003122	285
Digitalzähler mit Schnittstelle (230 V, 50/60 Hz)	P-1003123	285
Diode auf 3B-Box	P-1010157	200 – 201

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Diode D	P-1000646	234
Diode S	P-1000613	239
Diodenlaser 1000 mW	P-1009497	184 – 187
Diodenlaser, rot	P-1003201	156
Docht	P-1001048	291
Doppelkreuzmuffe	P-1002831	297
Doppelmuffe	P-1002827	297
Doppelspalte auf Glasträger	P-1003204	164
Doppelspatkristall	P-5006663	167
Doppelstrahlröhre D	P-1000654	235
Doppelstrahlröhre S	P-1000622	240
Dopplerphantomflüssigkeit	P-1002574	116
Doppler-Prismen und Strömungsröhre, Satz	P-1002572	118
<b>Doppler-Sonographie</b>	–	117 – 118
d-Orbitale, Satz 5	P-1012840	250
Dosierventil DN 16 KF	P-1018822	93
Dosimeter Radex RD1706	P-1012894	260
Drahtlose Wetterstation	P-1010248	123
Drehbare Auflage für Leslie-Würfel	P-1017875	134
Drehbarer Objekthalter auf Stiel	P-1003016	158
<b>Drehbewegungen</b>	–	72 – 73
Drehgelenk für Optische Bank D	P-1002632	155
Drehpendel nach Pohl	P-1002956	81
Drehplattform	P-1003490	74
Drehschieber-Vakuumpumpe PK 4 D	P-1002919	93
Drehschieber-Vakuumpumpe, einstufig	P-1012855	92
Drehschieber-Vakuumpumpe, zweistufig	P-1003317	92
Dreifach-/Fünffachspaltblende N	P-4004057	152
Drillachse	P-1008662	82
Drossel für Spektrallampen	P-1003195	176
Drossel für Spektrallampen	P-1003196	176
<b>Druck</b>	–	86
Druckdose zur Luftgewichtsbestimmung	P-1000796	85
Druckkammerlautsprecher	P-1000811	111
Drucksensor ±100 hPa, relativ	P-1000547	43
Drucksensor ±1000 hPa, relativ	P-1000548	43
Drucksensor 2500 hPa, absolut	P-1000546	43
Druckwaage	P-1002653	86
<b>- E -</b>		
<b>Ebene Bewegung</b>	–	64 – 66
Ecoflam-Tabletten, Satz 60	P-1010255	291
E-Feld-Messer (115 V, 50/60 Hz)	P-1001029	196
E-Feld-Messer (230 V, 50/60 Hz)	P-1001030	196
<b>Einfache Maschinen</b>	–	59 – 60
Einfachspalte, Satz 5	P-1000846	162
Einstechthermometer	P-1003334	126
Einstechthermometer F	P-1010219	126
Einstrahlleuchte	P-1000682	147
Einzelbrustmodell	P-1000345	116
Einzelspaltblende N	P-4004002	152
Eisen-Draht 0,3 mm / 100 m	P-1000950	198
Eisenfeilspäne	P-1000580	218
Eisenplatten, Satz 10	P-1002714	213
EKG/ EMG-Box	P-1000579	44
Elastische Kugeln mit Schreibeletrode, Paar	P-1000779	66
<b>Elastische Verformungen</b>	–	89
<b>Elastizitätsmodul</b>	–	89
Elektrische Klingel	P-1003170	91
Elektrischer Brenner LAB2	P-1010252	291
Elektrischer Brenner LAB3	P-1010253	291
<b>Elektrischer Stromkreis</b>	–	198 – 205
<b>Elektrizität und Magnetismus</b>	–	192 – 245
<b>Elektrochemie</b>	–	211 – 213
Elektrochemie-Koffer	P-1002719	211
Elektroden für EKG / EMG, Satz 30	P-5006578	44
Elektrolytischer Trog	P-1009884	195
Elektromagnetische Abschussvorrichtung	P-1019300	62 – 63
Elektromagnetismus, Gerätesatz	P-1002661	222 – 223
Elektrometer (115 V, 50/60 Hz)	P-1001024	194
Elektrometer (230 V, 50/60 Hz)	P-1001025	194
Elektrometerbox	P-1000569	43
Elektromotor und Generator, komplett	P-1017801	224
Elektronenablenkröhre D	P-1000651	232
Elektronenbeugungsröhre D	P-1013885	232
Elektronenbeugungsröhre S	P-1013889	240
<b>Elektronenröhren</b>	–	232 – 245
Elektronische Waage 200 g	P-1003433	288
Elektronische Waage 5000 g	P-1003434	288
Elektronische Waage Scout Pro 200 g	P-1009772	289
Elektronische Waage Scout Pro 400 g	P-1003428	289
Elektronische Waage Scout Pro 600 g	P-1003429	289
Elektroskop	P-1003048	193
Elektroskop nach Kolbe	P-1001027	193
Elektroskop S	P-1009964	193
<b>Elektrostatik</b>	–	192 – 197
ELV-Motor auf 3B-Box	P-1010158	200 – 201
<b>Energie und Umwelt</b>	–	120 – 123
Ergänzungssatz „Spektrometrie“	P-1008675	188

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Ergänzungssatz Interferenz	P-1009700	32 – 33	Frequenzverdopplungsmodul	P-1008636	184 – 187
Ergänzungssatz Optik mit der Laserraybox	P-1003050	148	Fresnel-Spiegel auf Stiel	P-1002649	160
Ergänzungssatz Polarisation	P-1009701	32 – 33	Fresnelspiegel K	P-1009927	150 – 151
Ergänzungssatz Stirling-Motor D	P-1008516	142	Fünfstrahl-Optikleuchte	P-1003187	149
Ergänzungssatz zum Interferometer	P-1002652	183	Funktionsgenerator 0,02 – 2 MHz (230V, 50/60 Hz)	P-1002744	274
Ergänzungssatz zum Luftgelagerten Drehsystem	P-1000783	72	Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	P-1009956	272
Ersatzglasröhrchen	P-1003570	140	Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	P-1009957	272
Ersatzlampe	P-1003536	120	Funktionsgenerator SG 10 (115 V, 50/60 Hz)	P-1017338	273
Ersatzlampe für Lichtbox	P-1003231	35	Funktionsgenerator SG 10 (230 V, 50/60 Hz)	P-1017337	273
Ersatzlampe, Stroboskop	P-1003332	285	<b>Funktionsgeneratoren</b>	–	272 – 274
Ersatznatriumlampe	P-1012885	175	Füße für Optische Bank D, Satz	P-1012399	155
Ersatzröhre zum Lehroszilloskop	P-1000901	243	<b>– G –</b>		
Erweiterungssatz Elastizitätsmodul	P-1018528	89	Gasausdehnungsgerät	P-1003511	132
Erweiterungssatz Torsionsgerät	P-1018787	89	Gasdetektor GASTEC	P-1012504	37
<b>ESCOLA</b>	–	279	Gasentladungsröhre	P-1002905	242
ESR Ergänzungssatz	P-1000640	262 – 263	Gasentladungsröhre S	P-1000624	242
<b>ESR/NMR</b>	–	262 – 263	Gasgefüllte Fotozelle	P-1000916	253
ESR/NMR Basissatz (115 V, 50/60 Hz)	P-1000637	262 – 263	<b>Gasgesetze</b>	–	137 – 140
ESR/NMR Basissatz (230 V, 50/60 Hz)	P-1000638	262 – 263	Gastriode D	P-1000653	234
Experiment „einfacher elektrischer Stromkreis“	P-1013825	200 – 201	Gastriode S mit He-Füllung	P-1000618	239
Experimentiergerät Dynamo	P-1003252	225	Gastriode S mit Ne-Füllung	P-1000619	239
<b>Experimentierkabel</b>	–	299 – 301	Gaswägekugel	P-1003519	85
Experimentierkabel 1 mm <sup>2</sup> , 75 cm, Paar	P-1002850	299	Ge-Diode AA 118, P2W19	P-1012963	207
Experimentierkabel 1 mm <sup>2</sup> , Satz 15	P-1002840	299	Geiger-Müller-Zählrohr	P-1001035	259
Experimentierkabel 2,5 mm <sup>2</sup> , Satz 15	P-1002841	299	Geiger-Zähler	P-1002722	29, 259
Experimentierkabel für Röhrenexperimente, Satz	P-1002847	299	Gekoppelter harmonischer Oszillator	P-1003354	63
Experimentierkabel Sicherheitsstecker/Buchse	P-1002839	299	Geneigte Ebene	P-1003213	60
Experimentierkabel Stecker/Buchse	P-1002838	299	Geometrische Objekte auf Glasträger	P-1014622	161
Experimentierleuchte mit Halogenlampe	P-1003038	155	<b>Geometrische Optik</b>	–	149
Experimentiermotor mit Getriebe	P-1002663	227	Gerader Leiter auf Acrylsockel	P-1000926	219
Experimentiersatz Fresnelspiegel	P-1003059	160	Geradsichtprisma nach Amici	P-1002862	167
Experimentiersatz Rollen und Flaschenzug	P-1003224	59	Gerät zum archimedischen Prinzip	P-1003378	83
Experimentierschnur	P-1001055	295	Gerät zur Anomalie des Wasser	P-1002889	132
Experimentiersystem Brennstoffzelle	P-1013904	36	Gerät zur Kapillarwirkung	P-1003510	87
<b>– F –</b>			Gerät zur Lenz'schen Regel	P-1009959	227
Faden und Hakengewichte, Satz	P-1019180	63, 295	Gerät zur Wärmeleitung	P-1003383	133
Fadenstrahlröhre E auf Anschlusssockel	P-1000904	244	Gerätesatz „Optische Telekommunikation“	P-1008674	188
Fadenstrahlröhre T	P-1008505	245	Gerätesatz „Ultraschall in Festkörpern“	P-1002584	114
Fahrraddynamo, transparent	P-1010164	227	Gerätesatz „Räumliches Hören“	P-1018551	107
Fahrradkreisel	P-1003489	74	Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“ (115 V, 50/60 Hz)	P-1018468	107
Fallrohr	P-1000801	67	Gerätesatz „Schallausbreitung in Stäben“ (230 V, 50/60 Hz)	P-1018469	107
Fallröhre mit 6 Induktionsspulen	P-1001005	225	Gerätesatz „Wellenoptik mit dem Laser“	P-1003053	169
Faraday-Becher	P-1000972	194	Gerätesatz Armphantom	P-1012880	118
<b>Farbenlehre</b>	–	170 – 171	Gerätesatz Elektrochemie	P-1002711	213
Farbenscheibe nach Newton	P-1002983	170	Gerätesatz Elektromagnetismus	P-1002661	222 – 223
Farbfilter Primärfarben, Satz 3	P-1003185	165	Gerätesatz Elektrostatik	P-1000924	192
Farbfilter Sekundärfarben, Satz 3	P-1003186	165	Gerätesatz Hysteresekurve	P-1018889	215
Farbfilter, Satz 7	P-1003084	165	Gerätesatz konstante Geschwindigkeit, 3 Röhren	P-1003502	34
Farbmischung, Gerätesatz	P-1003189	171	Gerätesatz konstante Geschwindigkeit, 4 Röhren	P-1018624	34
Feldspule 120 Windungen, 100 mm	P-1000591	220	Gerätesatz Laser-Kommunikation	P-1003055	189
Feldspule 120 Windungen, 120 mm	P-1000592	220	Gerätesatz Lichtleiter-Optik	P-1003054	189
<b>Festkörperlaser-Physik</b>	–	184 – 187	Gerätesatz Magnetfelddarstellung	P-1000925	219
FET-Transistor BF 244, P4W50	P-1012978	208	Gerätesatz Magnetik	P-1003089	214
Feuchtesensor	P-1000554	43	Gerätesatz Optik mit der Laserraybox	P-1003049	148
Filter BG40	P-1017874	184 – 187	Gerätesatz Stromwaage	P-1019188	222
Filter RG850	P-1008648	184 – 187	Gerätesatz Ultraschallwandler 40 kHz	P-1009888	111
<b>Filter, optische</b>	–	165	Gerätesatz Wärmeleitfähigkeit	P-1003497	133
Flachspule im Drehrahmen	P-1013131	225	Gerätesatz Wärmeleitung	P-1017329	136
Flachspulen, Paar	P-1000942	218	Gerätesatz zum Treibhauseffekt (115 V, 50/60 Hz)	P-1009764	121
Flasche mit 1 Rolle	P-1003216	60	Gerätesatz zum Treibhauseffekt (230 V, 50/60 Hz)	P-1000837	121
Flasche mit 2 Rollen	P-1003217	60	Gerätesatz zur Farbmischung	P-1003189	171
Flasche mit 2 Rollen	P-1003222	60	Gerätesatz zur Staubmarkenregistrierung	P-1000739	66
Flasche mit 3 Rollen	P-1003218	60	<b>Gerätesätze für die Optik</b>	–	188 – 189
Flasche mit 3 Rollen	P-1003223	60	Getriebemotor mit Seilrolle	P-1017735	31
Flaschenzug, Experimentiersatz	P-1003224	59	Gitter, Satz 4	P-1003081	163
FlexCam 2	P-1012835	292 – 293	Gläser für Newton'sche Ringe	P-1008669	160
Flexible Spiegelfolie 135x210 mm <sup>2</sup>	P-1003338	190	<b>Glasmaterial</b>	–	302
Flexible Spiegelfolie 60x130 mm <sup>2</sup>	P-1003339	190	Glasschrot, 100 g	P-1000834	301
Flintglasprisma, 60°, 30 mm x 30 mm	P-1002865	166	<b>Gleichmäßige Beschleunigung</b>	–	68
Flintglasquader für Faraday-Effekt	P-1012860	168	Gleichstrommotor, 12V	P-1001041	101
Flügelrad	P-1003101	133	g-Leiter	P-1000564	40
f-Orbitale, Satz 7	P-1012838	250	Globus mit Stabmagnet	P-1013123	216
<b>Fotovoltaik</b>	–	30 – 31	Glyzerin, 250 ml	P-1007027	88, 301
Fotowiderstand LDR 05, P2W19	P-1012940	207	Gravität-Brücke in 3B-Box	P-1012695	200 – 201
Foucault-Pendel (115 V, 50/60 Hz)	P-1000747	80	<b>Gravitation</b>	–	56
Foucault-Pendel (230 V, 50/60 Hz)	P-1000748	80	<b>Grundlagen der Atomphysik</b>	–	252 – 253
<b>Franck-Hertz-Experiment</b>	–	254 – 257	Grundlagen Experimentierboard (115 V, 50/60 Hz)	P-1000572	205
Franck-Hertz-Röhre mit Hg und Heizofen (115 V, 50/60 Hz)	P-1006794	254 – 255	Grundlagen Experimentierboard (230 V, 50/60 Hz)	P-1000573	205
Franck-Hertz-Röhre mit Hg und Heizofen (230 V, 50/60 Hz)	P-1006795	254 – 255	<b>Grundlegende Schülerexperimente</b>	–	34
Franck-Hertz-Röhre mit Ne-Füllung (230 V, 50/60 Hz)	P-1000912	254 – 255			
<b>Freie Elektronen in Gasen und im Vakuum</b>	–	232 – 245			
<b>Freier Fall</b>	–	67			
Freier Fall und Horizontaler Wurf	P-1000588	70			
Freier-Fall-Gerät	P-1000738	67			

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Grüne LED auf 3B-Box	P-1010191	200 – 201
Gummiband	P-1002965	192
Gummiseil	P-1000702	100
Gusseisenbolzen, Satz 10	P-1000827	130
Gyroskop	P-1000695	74
<b>Gyroskop</b>	–	74
Gyroskop S	P-1013228	74
<b>– H –</b>		
Halbkreiskörper	P-1002989	146
<b>Hall-Effekt</b>	–	264 – 265
Hall-Effekt, Ge undotiert auf Leiterplatte	P-1008522	264 – 265
Hall-Effekt, Grundgerät	P-1009934	264 – 265
Hall-Effekt, n-Ge auf Leiterplatte	P-1009760	264 – 265
Hall-Effekt, p-Ge auf Leiterplatte	P-1009810	264 – 265
<b>Hall-Sonde</b>	–	286
Halogen-Ersatzlampe, 12 V, 50 W	P-1002837	155
Halogenlampe 12 V, 20 W	P-1003533	150 – 151
Halogenlampe 12 V, 35 W	P-1003324	147
Halogenlampe 12 V, 55 W	P-1003322	146
Halogenlampe 500 W (230 V, 50/60 Hz)	P-1000894	120
Halter auf Stiel für Geradsichtprisma	P-1012863	159
Halter auf Stiel für ungenasste Linsen	P-1003164	159
Halter für Bauelemente	P-1008524	198
Halter für Glasflaschen	P-1010254	291
Halter für Hall-Effekt	P-1018753	265
Halter für Magnetfeldsonde	P-1019212	221
Halter für Wurfgerät	P-1002655	68
Halter K für Diodenlaser	P-1000868	150 – 151
Halter mit Schlitzgewichten, Satz 3	P-1000676	55
Haltestab für Steckelemente	P-1018449	298
Handspektroskop mit Amicripisma	P-1003531	178
Hand-Vakuumpumpe	P-1012856	92
Hartpapierplatte	P-1000936	197
Hautwiderstandsbox	P-1000576	44
HD Video Flex	P-1017789	292 – 293
Hebelarm	P-1008539	60
Hebel-Ausschalter auf Acrylglassockel	P-1000961	198
Hebel-Umschalter auf Acrylglassockel	P-1000960	198
Heizelement, 12 V	P-1003258	129
Heizofen (115 V, 50/60 Hz)	P-1006796	258
Heizofen (230 V, 50/60 Hz)	P-1012820	258
Heizstab K	P-1017340	104 – 105
Helmholtz-Resonator d = 32 mm	P-1003523	110
Helmholtz-Resonator d = 40 mm	P-1003522	110
Helmholtz-Resonator d = 52 mm	P-1003521	110
Helmholtz-Resonator d = 70 mm	P-1003520	110
Helmholtz-Spulen 300 mm	P-1000906	225, 244
Helmholtzspulen auf Grundplatte	P-1003193	220
Helmholtz-Spulenpaar D	P-1000644	236
Helmholtz-Spulenpaar S	P-1000611	241
He-Ne-Laser	P-1003165	156
Herzmodell	P-1002590	115
HF Transformator 1:2, P4W50	P-1012982	208
HF-Kabel	P-1002746	301
HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	P-1002748	301
HF-Spule 33 mH, P2W19	P-1012984	207
Hg-Franck-Hertz-Röhre	P-1003549	254 – 255
Hg-Hochdruck-Spektrallampe (230 V, 50/60 Hz)	P-1003161	177
Hg-Hochdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1003157	177
Hg-Niederdruck-Spektrallampe (230 V, 50/60 Hz)	P-1003162	177
Hg-Niederdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1003158	177
<b>Himmelskunde</b>	–	56
<b>Historische Experimente</b>	–	303
Hochspannungskabel, Paar	P-1002851	300
Hochspannungsnetzgerät E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	P-1017725	271
Hochspannungsnetzgerät E 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	P-1013412	271
Hochspannungsnetzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	P-1003309	271
Hochspannungsnetzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	P-1003310	271
Hochspannungsnetzgerät, 500 V (115 V, 50/60 Hz)	P-1003307	271
Hochspannungsnetzgerät, 500 V (230 V, 50/60 Hz)	P-1003308	271
Hochspannungsspule D inklusive 2 Hörerelektroden	P-1000991	228
Hochstromsensor 10 A	P-1000545	43
Hochstromspule D für Nagelschmelzexperiment	P-1000984	228
Hochstromspule mit 5 Windungen	P-1000981	229
Hochstromspule S	P-1000999	230
Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat	P-1002899	212

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat S	P-1003507	212
Höhenmaßstab, 1 m	P-1000743	50
Hohlprisma	P-1014618	166
Hohlspiegel K	P-1009925	150 – 151
Hologramm	P-1003177	162
Holzklötze für Reibungsexperimente	P-1002944	58
Holzmaßstäbe 0,5 m, Satz 10	P-1003234	51
Holzmaßstäbe 1 m, Satz 10	P-1003233	51
Hufeisenmagnet 130 mm, mit Joch	P-1003114	214
Hufeisenmagnet 140 mm, mit Joch	P-1003088	214
Hufeisenmagnet 70 mm	P-1000929	214
Hydraulische/pneumatische Hebebühne	P-1003495	86
Hysteresekurve, Gerätesatz	P-1018889	215
<b>– I –</b>		
Impulsbox K	P-1017341	106
Indigolösung	P-1000793	87, 301
<b>Induktion</b>	–	224 – 227
Induktionsgerät	P-1000968	224
Induktionsspulen, Satz 3	P-1000590	226
Induktivitätsdekade	P-1013905	204
Infrarotdetektorkarte	P-1017879	184
Infrarot-Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmesser	P-1002795	122
Infrarotthermometer 380°C	P-1008630	127
Infrarotthermometer 800°C	P-1002791	127
Inklinatorium	P-1003192	217
Inklinatorium E	P-1006799	217
Interferenzfilter 436 nm	P-1008671	165
Interferenzfilter 546 nm	P-1008670	165
Interferenzfilter 578 nm	P-1008672	165
Interferometer	P-1002651	183
<b>Interferometer</b>	–	182 – 183
Irisblende auf Stiel	P-1003017	159
Irisblende K	P-1000850	150 – 151
Isolator mit Klemme	P-1002970	199
Iso-Multimeter DMM1000	P-1012865	282
<b>– J –</b>		
Jolly'sche Gaskugel	P-1012870	140
Justierlaser	P-1008634	184 – 187
<b>– K –</b>		
<b>Kalorimeter</b>	–	129
Kalorimeter 200 ml	P-1000823	128
Kalorimeter mit Heizwendel, 1200 ml	P-1000821	129
Kalorimeter mit Heizwendel, 200 ml	P-1000822	129
Kalorimeterzylinder Aluminium	P-1003254	129
Kalorimeterzylinder Kupfer	P-1003256	129
Kalorimeterzylinder Messing	P-1003255	129
Kalorimeterzylinder Stahl	P-1003257	129
Kalorimeterzylinder, Satz 4	P-1003253	129
Kapazitätsdekade	P-1013906	204
Kapazitätsdekade 0,1 µF	P-1002736	203
Kapazitätsdekade 1 µF	P-1002737	203
Kapillarwirkung, Gerät zur	P-1003510	87
Kartesischer Taucher	P-1002867	83
Keilförmiges Gefäß	P-1000794	87
Kinetischen Gastheorie, Zubehör zur	P-1000704	139
Kippreiter D	P-1012467	154
Kippschalter, einpolig, P2W19	P-1012990	207
Klein Spannungsspule D	P-1000985	228
Klemmhalter K	P-1008518	150 – 151
Klotz für Reibungsexperimente	P-4003876	58
Kohlenstoffelektroden	P-1003508	212
Kohlenstoffkonfigurationen, Satz 3	P-1012836	248 – 249
Kohleplatten, Satz 5	P-1002717	213
Kolben-Vakuumpumpe	P-1000798	92
Kollimatorlinse f = +75 mm	P-1008646	184 – 187
Kommunizierende Röhren	P-1003509	87
Kompass	P-1003093	217
Komplettsystem Fadenstrahlröhre	P-1013843	245
Komponentenhalter	P-1003203	158
Komponentenwaage	P-1000761	94
Kondensator 0,1 µF, 100 V, P2W19	P-1012953	206
Kondensator 0,22 µF, 250 V, P2W19	P-1012945	206
Kondensator 0,47 µF, 100 V, P2W19	P-1012954	206
Kondensator 1 µF, 100 V, P2W19	P-1012955	206
Kondensator 1 nF, 100 V, P2W19	P-1012949	206
Kondensator 10 µF, 35 V, P2W19	P-1012957	206
Kondensator 10 nF, 100 V, P2W19	P-1012952	206
Kondensator 100 µF, 35 V, P2W19	P-1012959	206
Kondensator 100 pF, 160 V, P2W19	P-1012947	206
Kondensator 1000 µF, 35 V, P2W19	P-1017806	206
Kondensator 2,2 µF, 63 V, P2W19	P-1012956	206
Kondensator 2,2 nF, 160 V, P2W19	P-1012950	206
Kondensator 22 nF, 100 V, P2W19	P-1012943	206
Kondensator 2200 µF	P-1000689	202
Kondensator 4,7 µF, 63 V, P2W19	P-1012946	206

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Kondensator 4,7 nF, 100 V, P2W19	P-1012951	206	Lampen E10, 3,5 V, 200 mA, Satz 10	P-1010143	199
Kondensator 47 µF, 35 V, P2W19	P-1012958	206	Lampen E10, 3,8 V, 300 mA, Satz 10	P-1010195	199
Kondensator 47 nF, 100 V, P2W19	P-1012944	206	Lampen E10, 4 V, 40 mA, Satz 10	P-1010196	199
Kondensator 470 µF, 16 V, P2W19	P-1012960	206	Lampen E10, 6 V, 100 mA, Satz 10	P-1010145	199
Kondensator 470 pF, 160 V, P2W19	P-1012948	206	Lampen E10, 6 V, 1000 mA, Satz 10	P-1010198	199
Kondensatorplatten, 125 cm <sup>2</sup> , Satz 2	P-1000934	197	Lampen E10, 6 V, 350 mA, Satz 10	P-1010144	199
Kondensatorplatten, 250 cm <sup>2</sup> , Satz 2	P-1000933	197	Lampen E10, 6 V, 50 mA, Satz 10	P-1010197	199
Kondensatorplatten, 500 cm <sup>2</sup> , Satz 2	P-1000932	197	Lampenfassung E10 auf 3B-Box	P-1010138	200 – 201
Konduktorkugel, d = 30 mm mit 4mm-Stecker	P-1001026	194	Lampenfassung E10 auf Acrylglassockel	P-1000946	198
Konduktorkugel, d = 85 mm mit 4mm-Stecker	P-1000938	194	Lampenfassung E14 auf Acrylglassockel	P-1000947	198
Konkavspiegel auf Stiel	P-1003031	157	Lampenfassung E14 auf Stiel	P-1000853	156
Konstantan-Draht 0,2 mm / 100 m	P-1000955	198	Lampenfassung E27 auf Stiel	P-1000854	156
Konstantan-Draht 0,3 mm / 100 m	P-1000956	198	Lampenfassungen E10, Satz 10	P-1010137	199
Konstantan-Draht 0,4 mm / 50 m	P-1000957	198	Lampengehäuse auf Stativstab	P-1003197	176
Konstantan-Draht 0,5 mm / 50 m	P-1000958	198	Lampenhalter E 10, oben, P2W19	P-1012987	209
Kontaktständer mit Klemmbuchse	P-1000995	199	Lampenhalter E 10, seitlich, P2W19	P-1012986	209
Konvexspiegel auf Stiel	P-1003032	157	Längenausdehnungsapparat D	P-1002977	131
Kopie eines Rowland-Gitter 600/mm	P-1002917	162	Längenausdehnungsapparat mit drei Zeigern	P-1000830	131
Korkmehl, 10 g	P-1000815	103	Längenausdehnungsapparat S	P-1002978	131
Kräftetisch	P-1000694	57	<b>Längenmessung</b>	–	50
<b>Kraftmesser</b>	–	52	<b>Lärm</b>	–	123
Kraftmesser 1 kg / 10 N, farbkodiert	P-1003372	52	Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, grün	P-1002579	112
Kraftmesser 1 N, mit runder Skala	P-1009738	52	Laserdiode zum Debye-Sears-Effekt, rot	P-1002577	112
Kraftmesser 1 N, transparent	P-1002698	52	Laserdioden-Treiber und Temperatur-Controller	P-1008632	184 – 187
Kraftmesser 10 N, mit runder Skala	P-1009741	52	Laser-Kommunikation, Gerätesatz	P-1003055	189
Kraftmesser 10 N, transparent	P-1002701	52	Lasermodul, grün	P-1003202	156
Kraftmesser 2 kg / 20 N, farbkodierter	P-1003373	52	Laserraybox (115 V, 50/60 Hz)	P-1003051	148
Kraftmesser 2 N, mit runder Skala	P-1009739	52	Laserraybox (230 V, 50/60 Hz)	P-1003052	148
Kraftmesser 2 N, transparent	P-1002699	52	Laserreflexsensor	P-1001034	40,49
Kraftmesser 250 g / 2,5 N, farbkodiert	P-1003370	52	Laserschutzbrille für Nd:YAG	P-1002866	184
Kraftmesser 3 kg / 30 N, farbkodiert	P-1003374	52	Laserspiegel	P-1008638	184 – 187
Kraftmesser 5 kg / 50 N, farbkodiert	P-1003375	52	Laserspiegel HT 532 nm	P-1008639	184 – 187
Kraftmesser 5 N, mit runder Skala	P-1009740	52	Leclanché-Element	P-1002897	213
Kraftmesser 5 N, transparent	P-1002700	52	LED gelb, oben, P2W19	P-1018837	207
Kraftmesser 500 g / 5 N, farbkodiert	P-1003371	52	LED grün, oben, P2W19	P-1012971	207
Kraftmesser zum Hooke'schen Gesetz	P-1003109	53	LED infrarot, seitlich, P2W19	P-1018839	207
Kraftsensor ±50 N	P-1000557	41	LED rot, oben, P2W19	P-1012962	207
<b>Kreisprozesse</b>	–	141 – 145	LED rot, seitlich, P2W19	P-1012972	207
Kreuzstück, DN 16 KF	P-1002924	93	LED-Graetz-Brücke in 3B-Box	P-1012696	200 – 201
<b>Kristallmodelle</b>	–	248	Lehrgerät Akustik	P-1000816	15
Kritischer-Punkt-Apparatur	P-1002670	138	Lehroszilloskop	P-1000902	243
Kritisches-Potential-Röhre S mit He-Füllung	P-1000620	256 – 257	Lichtmetall-Stimmgabel 1000 Hz	P-1002608	108
Kritisches-Potential-Röhre S mit Ne-Füllung	P-1000621	256 – 257	Leichtmetall-Stimmgabel 1700 Hz	P-1002607	108
Krokodilklemmen auf 3B-Box	P-1010155	200 – 201	Leistungs-Funktionsgenerator (115 V, 50/60 Hz)	P-1001036	272
<b>Kröncke-Optik</b>	–	32 – 33	Leistungs-Funktionsgenerator (230 V, 50/60 Hz)	P-1001037	272
Kronglasprisma, 60°, 27 mm x 50 mm	P-1002858	166	<b>Leiter im Magnetfeld</b>	–	222 – 227
Kronglasprisma, 60°, 30 mm x 30 mm	P-1002864	166	Leiter und Nichtleiter, Satz	P-1000948	199
Kronglasprisma, 60°, 45 mm x 50 mm	P-1002859	166	Leiterschleife auf Acrylsockel	P-1000927	219
Kronglasprisma, 90°, 30 mm x 50 mm	P-1002860	166	Leitfähigkeitselektrode	P-1012889	213
Kronglasprisma, 90°, 45 mm x 50 mm	P-1002861	166	Leitfähigkeitssensor	P-1000553	45
Kugel mit Ring	P-1000831	130	Leitfähigkeitsstandards, Satz 3	P-1000552	45
Kugel und Ring	P-1003382	130	Leitfähigkeitstester	P-1012890	213
Kugelfallviskosimeter	P-1012827	88	Lenz'schen Regel, Gerät zur	P-1009959	227
Kugelpendel	P-1017332	71	Leslie-Würfel	P-1000835	134
Kundt'sches Rohr	P-1000814	103	Leslie-Würfel mit Heizung (115 V, 50/60 Hz)	P-1017729	135
Kundt'sches Rohr E	P-1017339	104 – 105	Leslie-Würfel mit Heizung (230 V, 50/60 Hz)	P-1017730	135
Kunststoffwanne	P-4000036	132, 302	Leuchtdioden zur h-Bestimmung	P-1000917	252
Kupfer-Draht 0,3 mm / 100 m	P-1000949	198	<b>Licht und Optik</b>	–	146 – 191
Kupferkalorimeter	P-1002659	128	Lichtbox	P-1003209	35
Kupferplatten, Satz 10	P-1002712	213	<b>Lichtgeschwindigkeit</b>	–	190
Kupferprobe für Hall-Effekt	P-1018751	265	Lichtgeschwindigkeits-Messgerät (115 V, 50/60 Hz)	P-1000881	190
Kupferrohr zur Lenz'schen Regel	P-1009716	227	Lichtgeschwindigkeits-Messgerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1000882	190
Kupferschrot, 200 g	P-1000833	301	Lichtleiter-Optik, Gerätesatz	P-1003054	189
Küvette, halbkreisförmig	P-1003191	149	Lichtschranke	P-1000563	40, 49
Küvette, rechteckig, 80x30x80 mm <sup>3</sup>	P-1003534	302	Lichtschrankenhalter für Freier-Fall-Gerät	P-1018448	67
Küvetten, 4 ml, Satz 100	P-1018106	181	Lichtschrankenhalter zum Pendel	P-1000756	76
Küvettenhalter auf Stiel	P-1002721	175	Lichtschrankenhalter zum Wurfgerät	P-1002657	69
<b>– L –</b>	–	–	Lichtsensor	P-1000562	44
<b>Laborausstattung</b>	–	296 – 302	<b>Lineare Bewegung</b>	–	61 – 63
Laborboy I	P-1002943	296	Linse variabler Brennweite	P-1003030	157
Laborboy II	P-1002941	296	Lippenpfeife	P-1009924	110
Laborboy III	P-1002942	296	Lochblenden, Satz 5	P-1000848	161
<b>Laborgeräte</b>	–	266 – 295	Lorentz-Kraft-Gerät	P-1003251	222
Laborwaage 311	P-1003421	288	Lorentz-Motor	P-1002662	222 – 223
Laborwaage 610	P-1003419	288	Lot mit Schnur	P-1002940	57
<b>Laborwaagen</b>	–	288 – 289	Luftballons, Satz 100	P-1010125	90
Lade- und Entladegerät (115 V, 50/60 Hz)	P-1017780	210	Luftdüse (Laminator)	P-1000758	94
Lade- und Entladegerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1017781	210	Luftgelagertes Drehsystem (115 V, 50/60 Hz)	P-1000781	72
Ladungsindikator	P-1009962	193	Luftgelagertes Drehsystem (230 V, 50/60 Hz)	P-1000782	72
Ladungsöffel, groß	P-1002708	194	Luftkissenfahrbahn	P-1019299	62 – 63
Ladungsöffel, klein	P-1002707	194	Luftkissenplatte	P-1002981	137
Ladungsspeicher mit Zubehör	P-1009963	193	Luftkissentisch (115 V, 50/60 Hz)	P-1012569	64
Ladungszähler mit Akkumulator	P-1017734	31	Luftkissentisch (230 V, 50/60 Hz)	P-1013210	64
<b>Laminare Strömung</b>	–	95	Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)	P-1000605	63, 94
Lampen E10, 1,3 V, 60 mA, Satz 10	P-1010199	199			
Lampen E10, 12 V, 100 mA, Satz 10	P-1010140	199			
Lampen E10, 12 V, 500 mA, Satz 10	P-1010141	199			
Lampen E10, 3,5 V, 150 mA, Satz 10	P-1010142	199			

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)	P-1000606	63, 94	Molekülbausatz Anorganik/Organik S	P-1005291	248 – 249
Luftstromliniengerät	P-1000765	95	Molekülbausatz Organik D	P-1005278	248 – 249
Lumineszenzröhre D	P-1000648	233	Molekülbausatz Organik S	P-1005290	248 – 249
Lumineszenzröhre S	P-1000615	238	<b>Molekülbausätze</b>	–	249
<b>– M –</b>			Monochord	P-1000806	110
Mach-Zehnder-Interferometer	P-1014617	182	Monochord D	P-1002959	110
Magdeburger Halbkugeln	P-1003208	90	Monochordsaiten, Satz 3	P-1002960	110
Magdeburger Platten	P-1003496	90	Monokulares Kursmikroskop, Modell 100 (230 V, 50/60 Hz)	P-1005402	294
Magischer Spiegel	P-1008686	303	MoS <sub>2</sub> -Probe	P-1012877	247
<b>Magnete</b>	–	214	Motor mit Antriebsregelung	P-1002705	170
Magnetfelddarstellung, Gerätesatz	P-1000925	219	Muffe mit Haken	P-1002828	297
Magnetfeldindikator	P-1003555	216	<b>Multimeter</b>	–	278 – 283
Magnetfeldliniengerät, dreidimensional	P-1009765	218	<b>– N –</b>		
Magnetfeldliniengerät, zweidimensional	P-1003092	218	Nägel für Schmelzexperiment, Satz 20	P-1000983	229
Magnetfeldsensor ±100 mT	P-1000558	42	Nal(Tl)-Szintillations-Detektor	P-1008707	261
Magnetfeldsensor ±2000 mT	P-1009941	42	Nal-Betriebs- und Auswerteeinheit	P-1008708	261
Magnetfeldsonde, axial/tangential	P-1001040	286	Na-Niederdruck-Spektrallampe (230 V, 50/60 Hz)	P-1003163	177
Magnetfeldsonde, flexibel	P-1012892	286	Na-Niederdruck-Spektrallampengerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1003159	177
Magnethalter für Einstrahlleuchte	P-1003323	147	Natrium-Fluoreszenz-Röhre auf Ofenwand	P-1000913	258
Magnetik, Gerätesatz	P-1003089	214	Natürlicher Magnet	P-1003091	215
<b>Magnetisches Feld</b>	–	216 – 221	Nd:YAG-Modul	P-1008635	184 – 187
Magnetisierungsspule	P-1003237	220	Nebelkammer	P-1000921	260
<b>Magnetismus</b>	–	214 – 223	Ne-Franck-Hertz-Röhre	P-1003550	254 – 255
Magnetkompass mit Kunststoffschale	P-1003096	215	<b>Netzgeräte</b>	–	266 – 271
Magnetmodell hexagonal	P-1002975	218	Netzspule D mit Zuleitung (115 V, 50/60 Hz)	P-1000986	228
Magnetmodell kubisch	P-1002976	218	Netzspule D mit Zuleitung (230 V, 50/60 Hz)	P-1000987	228
Magnetnadel, 80 mm	P-1000674	217	Newton'sche Farbenscheibe, mit Handantrieb	P-1010194	170
Magnetpucks, Paar	P-1003364	65	Newton'sche Farbenscheibe, mit Motorantrieb	P-1010175	170
Magnetrührer	P-1002808	290	Nickel-Draht 0,3 mm / 50 m	P-1000951	198
Magnetrührer 12 l mit Heizung	P-1011739	290	Nickelplatten, Satz 5	P-1002715	213
Magnetrührer und Heizung (115 V, 50/60 Hz)	P-1002806	290	Niedrigtemperatur-Stirlingmotor	P-1002598	143
Magnetrührer und Heizung (230 V, 50/60 Hz)	P-1002807	290	Niedrigtemperatur-Stirlingmotor, Bausatz	P-1002599	143
Mariotte'sche Flasche	P-1002894	140	<b>NMR</b>	–	262 – 263
Massestücke mit Haken, Satz	P-1010168	55	NMR Ergänzungssatz	P-1000642	262 – 263
Massestücke, 10 g, Satz 10	P-1000770	54	Noniusmodell	P-1002951	51
Massestücke, 20 g, Satz 10	P-1000769	54	NPN-Transistor BC 140, P4W50	P-1018845	208
Massestücke, 50 g, Satz 10	P-1000771	54	NPN-Transistor BC 550, P4W50	P-1012976	208
Maßstab, 1 m	P-1000742	50	NPN-Transistor BD 137, P4W50	P-1012974	208
Matte Scheibe	P-1010031	161	NTC-Widerstand 2,2 kΩ, P2W19	P-1012941	207
Matte Scheibe mit „d“	P-1010030	161	Nullgalvanometer CA 403	P-1002726	279
Maxima-Minima-Thermometer	P-1011450	122	<b>– O –</b>		
Maxwell'sches Rad	P-1000790	70	<b>Oberflächenspannung</b>	–	87
<b>Mechanik</b>	–	48 – 95	Objekt für Messübungen	P-1006889	51
Mechanik auf der Weißwandtafel	P-1000735	48	Objekthalter auf Stiel	P-1000855	158
<b>Mechanik auf der Weißwandtafel</b>	–	48	Objekthalter N	P-1000845	152
Mechanische Additions-Stoppuhr	P-1002810	49	Objektiv zur Strahlaufweitung	P-1000675	156
Mechanische Stoppuhr, 15 min	P-1003369	49	Oersted's Magnetnadel	P-1009710	215
Mechanische Stoppuhr, 30 min	P-1003368	49	Ohm'sches Gesetz auf 3B-Box	P-1012698	200 – 201
<b>Mechanische Wellen</b>	–	99 – 102	<b>Öltropfen-Experiment nach Millikan</b>	–	251
Mehrfachspalte auf Glasträger	P-1008666	164	Operationsverstärker LM 741, P4W50	P-1012981	208
Messapparatur Elastizitätsmodul	P-1018527	89	<b>Optik auf der optischen Bank D</b>	–	154 – 155
Messerschalter auf 3B-Box	P-1010152	200 – 201	<b>Optik auf der optischen Bank U</b>	–	153
Messing-Draht 0,3 mm / 50 m	P-1000959	198	Optik auf der Weißwandtafel	P-1000604	146
Messschieber	P-1002601	50	<b>Optik auf der Weißwandtafel</b>	–	146 – 148
Messschieber S	P-1010217	50	Optik mit der Laserraybox, Gerätesatz	P-1003049	148
Messschiebermodell	P-1010214	51	<b>Optik nach Kröncke</b>	–	150 – 151
Messuhr mit Adapter	P-1012862	131	Optikfuß D	P-1009733	155
Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)	P-1001021	287	Optikleuchte K	P-1000863	150 – 151
Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)	P-1001022	287	Optikleuchte mit Halogenlampe	P-1003188	155
Messverstärker S	P-1001028	287	Optikleuchte mit Lochblende	P-1017284	182
Messzylinder, 100 ml	P-1002870	301, 302	Optikleuchte N (115 V, 50/60 Hz)	P-1009945	152
Messzylinder, 250 ml	P-1010114	302	Optikleuchte N (230 V, 50/60 Hz)	P-1009946	152
Metallbrücke	P-1018835	83	<b>Optikleuchten auf Stiel</b>	–	156
Metallophon	P-1000804	110	Optikreiter D 120/36	P-1012402	154
Metallring	P-1000992	229	Optikreiter D 60/36	P-1002639	154
<b>Michelson-Interferometer</b>	–	183	Optikreiter D 90/36	P-1012401	154
Mikrofon	P-1000565	41	Optikreiter D, 120/50	P-1002637	154
Mikrofonbox (115 V, 50/60 Hz)	P-1014521	106	Optikreiter D, 60/50	P-1012400	154
Mikrofonbox (230 V, 50/60 Hz)	P-1014520	106	Optikreiter D, 90/50	P-1002635	154
Mikrofonsonde, kurz	P-4008308	104 – 105	Optikreiter K	P-1000862	150 – 151
Mikrofonsonde, lang	P-1017342	104 – 105	Optikreiter U, 30 mm	P-1003042	153
Mikrometerschraube K	P-1000887	150 – 151	Optikreiter U, 75 mm	P-1003041	153
Mikromotor 1,5 V DC, P2W19	P-1012995	207	<b>Optiksystem NEVA</b>	–	152
Mikrosekundenzähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1017334	106	<b>Optische Aufbaulemente auf Stiel</b>	–	157 – 159
Mikrosekundenzähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1017333	106	Optische Bank D, 100 cm	P-1002628	154
<b>Mikroskope</b>	–	294	Optische Bank D, 200 cm	P-1002629	154
Mikrostrukturen auf Glasträger	P-1014620	164	Optische Bank D, 50 cm	P-1002630	154
Mikrovoltmeter (115 V, 50/60 Hz)	P-1001015	287	Optische Bank K, 1000 mm	P-1009696	150 – 151
Mikrovoltmeter (230 V, 50/60 Hz)	P-1001016	287	Optische Bank K, 2000 mm	P-1009699	150 – 151
Mikrowellensatz 10,5 GHz (115 V, 50/60 Hz)	P-1009950	96 – 97	Optische Bank K, 500 mm	P-1009926	150 – 151
Mikrowellensatz 9,4 GHz (230 V, 50/60 Hz)	P-1009951	96 – 97	Optische Bank KL	P-1008642	184 – 187
Millikan-Apparat (115 V, 50/60 Hz)	P-1019213	251	Optische Bank N	P-4003987	152
Millikan-Apparat (230 V, 50/60 Hz)	P-1019214	251	Optische Bank U, 120 cm	P-1003039	153
<b>Millikan-Experiment</b>	–	251	Optische Bank U, 60 cm	P-1003040	153
Millikan-Öl, 50 ml	P-1013318	251			
Millisekunden-Zähler (115 V, 50/60 Hz)	P-1012833	285			
Millisekunden-Zähler (230 V, 50/60 Hz)	P-1012832	285			
Molekülbausatz Anorganik/Organik D	P-1005279	248 – 249			

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
<b>Optische Beugungsobjekte</b>	–	162 – 164	Polschuhaufsatz	P-1008525	230
<b>Optische Blenden</b>	–	161 – 165	Polschuhe D, Paar	P-1000978	230
<b>Optische Filter</b>	–	165	Polschuhe und Spannbügel für Hall-Effekt, Paar	P-1009935	230
Optische Komponenten, Satz	P-1002993	149	POM-Platte in Probenhalter mit Winkelskala	P-1002586	114
<b>Optische Kristalle</b>	–	166 – 167	p-Orbitale, Satz 3	P-1012841	250
Optische Scheibe mit Diodenlaser	P-1003057	149	Potentiometer 1 k $\Omega$ , 1 W, P4W50	P-1012936	208
Optische Scheibe mit Diodenlaser	P-1003058	149	Potentiometer 10 k $\Omega$ , 1 W, P4W50	P-1012937	208
Optische Scheibe mit Zubehör	P-1003036	153	Potentiometer 100 k $\Omega$ , 1 W, P4W50	P-1012939	208
<b>Optische Telekommunikation</b>	–	188	Potentiometer 220 $\Omega$ , 3 W, P4W50	P-1012934	208
Optisches Analogon	P-1000656	236	Potentiometer 4,7 k $\Omega$ , 1 W, P4W50	P-1012938	208
Orbit™-Tellurium	P-1008661	56	Potentiometer 470 $\Omega$ , 1 W, P4W50	P-1012935	208
<b>Oszilloskope</b>	–	275 – 277	Präzisions-Haar-Hygrometer	P-1002877	122
<b>– P –</b>			Präzisionskraftmesser 0,1 N	P-1003102	52
Paar Abstimmgewichte	P-1002611	109	Präzisionskraftmesser 0,2 N	P-1003103	52
Paar Adapterkabel 4-mm-Sicherheitsstecker/ 2-mm-Stecker	P-1017899	128	Präzisionskraftmesser 1 N	P-1003104	53, 58
Paar elastische Kugeln mit Schreibelektrode	P-1000779	66	Präzisionskraftmesser 10 N	P-1003107	53, 58
Paar Experimentierkabel 1 mm <sup>2</sup> , 75 cm	P-1002850	299	Präzisionskraftmesser 100 N	P-1003110	52
Paar Flachspulen	P-1000942	218	Präzisionskraftmesser 2 N	P-1003105	53, 58
Paar Hochspannungskabel, 150 cm	P-1002851	300	Präzisionskraftmesser 20 N	P-1003108	52
Paar Magnetpucks	P-1003364	65	Präzisionskraftmesser 5 N	P-1003106	52
Paar Polarisationsfilter K	P-1009929	150 – 151	Präzisionssphärometer	P-1002947	50
Paar Polyschuhe D	P-1000978	230	Präzisionswiderstand 1 k $\Omega$	P-1009887	202
Paar Polyschuhe und Spannbügel D für Hall-Effekt	P-1009935	230	Präzisionswiderstand 1 M $\Omega$	P-1000687	202
Paar Reflexionsplatten mit Vorlaufstrecke	P-1002587	114	Präzisionswiderstand 1 $\Omega$	P-1009843	202
Paar Schienenfüße	P-1003044	153	Präzisionswiderstand 10 k $\Omega$	P-1000685	202
Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot	P-1017716	300	Präzisionswiderstand 10 M $\Omega$	P-1000688	202
Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot/blau	P-1017718	300	Präzisionswiderstand 10 $\Omega$	P-1009844	202
Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, schwarz	P-1002849	300	Präzisionswiderstand 100 k $\Omega$	P-1000686	202
Paar Spannbügel D	P-1000977	230	Präzisionswiderstand 100 $\Omega$	P-1009886	202
Paar Stabmagnete 80 mm	P-1003085	214	Präzisionswiderstand 300 k $\Omega$	P-1000690	202
Paar Stabmagnete AlNiCo 60 mm, mit 2 Eisenjochen	P-1003086	214	<b>Prismen</b>	–	166 – 167
Paraffinprisma	P-4008112	97	Prismen, Satz 3	P-1002863	166
Parallellicht-Optikleuchte N (115 V, 50/60 Hz)	P-1006790	152	Prismen, Satz auf Stiel	P-1003019	159
Parallellicht-Optikleuchte N (230 V, 50/60 Hz)	P-1006791	152	Prismatisch K	P-1000876	150 – 151
Pascal'sche Druckkugel	P-1002892	86	Probekörper zur Drillachse, Satz	P-1008663	82
Pendel mit Schreibelektrode	P-1000780	66	Probengefäß, komplett	P-1002578	112
Pendelkugeln, Satz 4	P-1003230	75	Projektionsschirm	P-1000608	159
<b>Periodensystem der Elemente</b>	–	246	Projektionsschirm N	P-1012891	152
Periodensystem der Elemente, mit Elektronenkonfiguration	P-1017655	246	<b>Psychoakustik</b>	–	107
Periodensystem der Elemente, mit visueller Darstellung	P-1013907	246	PTC-Widerstand 100 $\Omega$ , P2W19	P-1012942	207
Permanentmagnet	P-1002660	222 – 223	Puckführung	P-1003359	65
Perrin-Röhre D	P-1000650	233	Pufferlösung	P-1002753	45
Perrin-Röhre S	P-1000616	238	Puls-Sensorbox	P-1000575	44
pH-Einstabmesskette	P-1002720	211	Pyknometer nach Gay-Lussac	P-1002874	84
Phototransistor BX43	P-1018842	207	Pythagoreischer Becher	P-1002904	303
<b>Photovoltaik</b>	–	30 – 31	<b>– Q –</b>		
pH-Sensor	P-1000556	45	Quecksilber-Hochdrucklampe	P-1000852	177, 253
Physikalisches Augenmodell	P-1003806	191	<b>– R –</b>		
Piezoelektrische Ladungsquelle	P-1000923	193	<b>Radioaktivität</b>	–	259 – 261
PIN-Photodiode DET 10 A/M	P-1008641	184 – 187	Radiometer nach Crookes	P-1002882	135
PIN-Photodiode DET 36 A/M	P-1008640	184 – 187	Rastertunnelmikroskop	P-1012782	247
Pirani-Vakuummeter	P-1012514	93	<b>Räumliches Hören</b>	–	107
Planck'sche-Konstante-Apparat (115 V, 50/60 Hz)	P-1000536	252	Rechtwinkliges Prisma	P-1002990	146
Planck'sche-Konstante-Apparat (230 V, 50/60 Hz)	P-1000537	252	Redoxsensor	P-1000555	46
Plankonkav-Linse	P-1002986	146	Reflexionsgitter	P-1003083	162
Plankonvex-Linse	P-1002987	146	Reflexionsplatten mit Vorlaufstrecke, Paar	P-1002587	114
Planparallele Platte	P-1002988	146	<b>Regenerative Energien</b>	–	36
Planspiegel	P-1002984	146	Reibstäbe	P-1002709	194
Planspiegel	P-1003190	302	<b>Reibung</b>	–	58
Planspiegel auf Stiel	P-1003033	157	Reibungsmessgerät	P-1009942	58
Planspiegel K	P-1003532	150 – 151	Relais	P-1000566	46
Platin-Iridium-Draht	P-1012878	247	Relais mit Umschalter, P4W50	P-1012992	208
Plattenkondensator D	P-1006798	197	Relativdrucksensor $\pm 100$ hPa	P-1000547	43
Plattenkondensator S	P-1003232	197	Relativdrucksensor $\pm 1000$ hPa	P-1000548	43
Pneumatisches Feuerzeug	P-1003569	140	Resonanzbecken	P-1003206	303
PNP-Transistor BC 260, P4W50	P-1018846	208	Resonanzdraht	P-1000707	100
PNP-Transistor BC 560, P4W50	P-1012977	208	Resonanzrohr nach Quincke	P-1018475	103
PNP-Transistor BD 138, P4W50	P-1012975	208	Reversionspendel	P-1018466	77
<b>Pockels-Effekt</b>	–	173	Ring für Oberflächenspannung	P-1000797	87
Pockels-Zelle auf Stiel	P-1013393	173	Rizinusöl	P-1002671	139
Polarimeter	P-1008696	175	Röhrenhalter D	P-1008507	236
Polarimeter mit 4 LED (115V, 50/60 Hz)	P-1001056	174	Röhrenhalter S	P-1014525	241
Polarimeter mit 4 LED (230V, 50/60 Hz)	P-1001057	174	Rolle mit Tischklemme	P-1003221	60
Polarimeterröhre 100 mm	P-1012883	175	Rollen und Flaschenzug, Experimentiersatz	P-1003224	59
Polarimeterröhre 200 mm	P-1012884	175	Rollenfahrbahn	P-1018102	61
<b>Polarisation</b>	–	174 – 175	Rotationsgerät	P-1006785	73
Polarisationsfilter	P-1003328	162	Rote LED auf 3B-Box	P-1010190	200 – 201
Polarisationsfilter auf Stiel	P-1008668	158	Rowland-Gitter 600/mm	P-1002917	162
Polarisationsfilter K, Paar	P-1009929	150 – 151	Rundkoben, 250 ml	P-1011768	302
			Rundkolben, 500 ml	P-1011769	302
			Rundküvette, 100 mm	P-1002884	175
			Rundküvette, 200 mm	P-1002885	175
			Rundstabmagnet 200 x 10	P-1003112	214
			Rundstabmagnet 50 x 20	P-1003556	214
			<b>– S –</b>		
			Sammellinse f = 100 mm	P-1003023	157

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Sammellinse f = 150 mm	P-1003024	157	Satz 5 Lochblenden	P-1000848	161
Sammellinse f = 150 mm, Ø 75 mm	P-1003029	157	Satz 5 Nickelplatten	P-1002715	213
Sammellinse f = 200 mm	P-1003025	157	Satz 5 Spalt- und Lochblenden	P-1000607	161
Sammellinse f = 300 mm	P-1003026	157	Satz 6 Sicherheits-Abgreifklemmen	P-1019218	300
Sammellinse f = 50 mm	P-1003022	157	Satz 6 Stahlkugeln	P-1002939	68
Sammellinse K, f = 100 mm	P-1010300	150 – 151	Satz 60 Ecoflam-Tabletten	P-1010255	291
Sammellinse K, f = 150 mm	P-1000871	150 – 151	Satz 7 Farbfilter	P-1003084	165
Sammellinse K, f = 200 mm	P-1009861	150 – 151	Satz 7 f-Orbitale	P-1012838	250
Sammellinse K, f = 300 mm	P-1009866	150 – 151	Satz 7 Würfel zur Dichtebestimmung	P-1000766	85
Sammellinse K, f = 50 mm	P-1000869	150 – 151	Satz Aufzeichnungspapier	P-1003361	65
Sammellinse K, f = 500 mm	P-1009863	150 – 151	Satz Bauelemente für Elektronikexperimente	P-1018532	209
Sammellinse N, f = +100 mm	P-1000842	152	Satz Dichteparadoxon	P-1003498	84
Sammellinse N, f = +300 mm	P-1000841	152	Satz Doppler-Prismen und Strömungsrohre	P-1002572	118
Sammellinse N, f = +50 mm	P-1000843	152	Satz drei Thermopaare	P-1017904	295
Satz „Leiter und Nichtleiter“	P-1000948	199	Satz Elektroden für EKG / EMG	P-5006578	44
Satz 10 Abgreifklemmen 4 mm, blank	P-1019219	299	Satz Experimentierkabel für		
Satz 10 Aluminiumplatten	P-1002716	213	Röhrenexperimente	P-1002847	299
Satz 10 Bechergläser, hohe Form	P-1002873	302	Satz Faden und Hakengewichte	P-1019180	63, 295
Satz 10 Bechergläser, niedrige Form	P-1002872	302	Satz Füße für Optische Bank D	P-1012399	155
Satz 10 Brückenstecker, P2W19	P-1012985	209	Satz Massestücke mit Haken	P-1010168	55
Satz 10 CO <sub>2</sub> -Prüfrohrrchen 0,03 – 1,00 %	P-1012524	37	Satz optische Komponenten	P-1002993	149
Satz 10 CO <sub>2</sub> -Prüfrohrrchen 0,5 – 8,0 %	P-1012526	37	Satz Probekörper zur Drillachse	P-1008663	82
Satz 10 Eisenplatten	P-1002714	213	Satz Spezialkohlepapier	P-1003366	65
Satz 10 Gusseisenbolzen	P-1000827	130	Satz Wandtafel-Zeichengeräte	P-1002593	295
Satz 10 Holzmaßstäbe 0,5 m	P-1003234	51	Satz Widerstands- und Auftriebskörper	P-1000760	94
Satz 10 Holzmaßstäbe 1 m	P-1003233	51	Satz Zeiger für Maßstäbe	P-1006494	50
Satz 10 Kupferplatten	P-1002712	213	<b>Schall</b>	–	103 – 110
Satz 10 Lampen E10, 1,3 V, 60 mA	P-1010199	199	<b>Schallausbreitung in Festkörpern</b>	–	107
Satz 10 Lampen E10, 12 V, 100 mA	P-1010140	199	<b>Schallgeschwindigkeit in Festkörpern</b>	–	107
Satz 10 Lampen E10, 12 V, 500 mA	P-1010141	199	<b>Schallgeschwindigkeit in Luft</b>	–	103
Satz 10 Lampen E10, 3,5 V, 150 mA	P-1010142	199	Schallpegelindikator SPL	P-1012741	123
Satz 10 Lampen E10, 3,5 V, 200 mA	P-1010143	199	Schallpegelmessers P5055	P-1002778	283
Satz 10 Lampen E10, 3,8 V, 300 mA	P-1010195	199	Schallpegelmessers P8005	P-1002780	283
Satz 10 Lampen E10, 4 V, 40 mA	P-1010196	199	Schaltbox	P-1019301	62 – 63
Satz 10 Lampen E10, 6 V, 100 mA	P-1010145	199	Schalter auf 3B-Box	P-1010139	200 – 201
Satz 10 Lampen E10, 6 V, 1000 mA	P-1010198	199	Schalter, einpolig, P4W50	P-1012993	208
Satz 10 Lampen E10, 6 V, 350 mA	P-1010144	199	Schattenkörper	P-1002992	146
Satz 10 Lampen E10, 6 V, 50 mA	P-1010197	199	Schattenkreuzröhre D	P-1000649	233
Satz 10 Lampenfassungen E10	P-1010137	199	Schattenkreuzröhre S	P-1000011	238
Satz 10 Massestücke, 10 g	P-1000770	54	<b>Schermodul</b>	–	89
Satz 10 Massestücke, 20 g	P-1000769	54	Schiebewiderstand 1 kΩ	P-1003068	203
Satz 10 Massestücke, 50 g	P-1000771	54	Schiebewiderstand 1 Ω	P-1003062	203
Satz 10 O <sub>2</sub> -Prüfrohrrchen 6 – 24 %	P-1012527	37	Schiebewiderstand 10 Ω	P-1003064	203
Satz 10 Paar Gummistopfen	P-1012528	37	Schiebewiderstand 100 Ω	P-1003066	203
Satz 10 Uhrglasschalen, 120 mm	P-1002869	302	Schiebewiderstand 3,3 kΩ	P-1003069	203
Satz 10 Uhrglasschalen, 80 mm	P-1002868	302	Schiebewiderstand 3,3 Ω	P-1003063	203
Satz 10 Zeichenkompass	P-1003095	217	Schiebewiderstand 33 Ω	P-1003065	203
Satz 10 Zinkplatten	P-1002713	213	Schiebewiderstand 330 Ω	P-1003067	203
Satz 100 Küvetten, 4 ml	P-1018106	181	Schienenfüße, Paar	P-1003044	153
Satz 100 Luftballons	P-1010125	90	Schienenverbinder mit Skala	P-1003043	153
Satz 12 Materialien mit je 4 Massen	P-1003500	85	Schirm K, transparent	P-1000878	150 – 151
Satz 14 Bravais-Gitter	P-1012837	248 – 249	Schirm K, weiß	P-1000879	150 – 151
Satz 15 Experimentierkabel 1 mm <sup>2</sup>	P-1002840	299	<b>Schlüchse</b>	–	298
Satz 15 Experimentierkabel 2,5 mm <sup>2</sup>	P-1002841	299	Schlitzgewichtsatz, 10 x 10 g	P-1003227	54
Satz 15 Körper mit 2 Dichten	P-1003501	85	Schlitzgewichtsatz, 10 x 10 g, rot-grau	P-1000773	54
Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm	P-1002843	300	Schlitzgewichtsatz, 20 – 100 g	P-1003226	54
Satz 1-Liter-Körper	P-1012882	51	Schlitzgewichtsatz, 4 x 100 g, rot-grau	P-1000777	54
Satz 2 Kondensatorplatten, 125 cm <sup>2</sup>	P-1000934	197	Schlitzgewichtsatz, 5 x 100 g	P-1003228	54
Satz 2 Kondensatorplatten, 250 cm <sup>2</sup>	P-1000933	197	Schlitzgewichtsatz, 5 x 50 g	P-1003229	54
Satz 2 Kondensatorplatten, 500 cm <sup>2</sup>	P-1000932	197	Schlitzgewichtsatz, 8 x 50 g, rot-grau	P-1000775	54
Satz 2 Materialien mit je 4 Massen	P-1003499	85	Schmelzrinne	P-1000980	229
Satz 20 Nägel für Schmelzexperiment	P-1000983	229	Schnur 100 m	P-1007112	295
Satz 3 Dichte-Aräometer	P-1003012	84	Schraubenfeder 1,5 N/m	P-1000786	53
Satz 3 Farbfilter Primärfarben	P-1003185	165	Schraubenfeder 100 N/m	P-1002704	53
Satz 3 Farbfilter Sekundärfarben	P-1003186	165	Schraubenfeder 2,5 N/m	P-1003515	53
Satz 3 Halter mit Schlitzgewichten	P-1000676	55	Schraubenfeder 20 N/m, 110 mm	P-1002703	53
Satz 3 Induktionsspulen	P-1000590	226	Schraubenfeder 20 N/m, 180 mm	P-1002946	53
Satz 3 Kohlenstoffkonfigurationen	P-1012836	248 – 249	Schraubenfeder 3,0 N/m	P-1002945	53
Satz 3 Leitfähigkeitsstandards	P-1000552	45	Schraubenfeder 5 N/m	P-1000741	53
Satz 3 Monochordsaiten	P-1002960	110	Schraubenfeder 6,0 N/m	P-1002702	53
Satz 3 p-Orbitale	P-1012841	250	Schraubenfeder Slinky	P-1003516	99
Satz 3 Prismen	P-1002863	166	Schraubenfeder Snakey	P-1008687	99
Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel zum			<b>Schraubenfedern</b>	–	53
Freier-Fall-Gerät	P-1002848	300	Schraubenfedern zum Hooke'schen Gesetz	P-1003376	53
Satz 3 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	P-1017719	300	Schreibstimmgabel 21 Hz	P-1000805	108
Satz 3 Stahlkugeln	P-4003748	67	Schreibstimmgabel C 128 Hz	P-1002606	108
Satz 3 Zylinder	P-1002588	115	<b>Schubmodul</b>	–	89
Satz 3 Zylinder mit gleichem Volumen	P-1000752	84	<b>Schülerexperimente</b>	–	8 – 37
Satz 3 Zylinder mit gleicher Masse	P-1000754	84	<b>Schüler-Experimentier-Gerätesystem SEG</b>	–	16 – 31
Satz 4 Abbildungsobjekte	P-1000886	161	Schülergerät „Additive Farbmischung“	P-1012821	171
Satz 4 Gitter	P-1003081	163	Schüler-Vakuum-Set	P-1003494	34
Satz 4 Kalorimeterzylinder	P-1003253	129	Schutzadapter, 2-polig	P-1009961	236
Satz 4 Pendelkugeln	P-1003230	75	Schutzadapter, 3-polig	P-1009960	236
Satz 4 Stromleiter für Biot-Savart	P-1018478	221	Schwebender Magnet	P-1000943	214
Satz 5 Blechstreifen	P-1000982	229	Schwerpunktplatte	P-1008513	57
Satz 5 Dichtekörper	P-1000768	83	<b>Schwingungen</b>	–	75 – 82
Satz 5 d-Orbitale	P-1012840	250	Schwingungsröhre	P-1002895	140
Satz 5 Einfachspalte	P-1000846	162	SEG Elektrik und Magnetik	P-1008532	20 – 21
Satz 5 Kohleplatten	P-1002717	213	SEG Kalorik	P-1008528	18 – 19

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite	Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
SEG Mechanik	P-1008527	16	Spule D 6000 Windungen	P-1000990	228
SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (115 V, 50/60 Hz)	P-1018476	24 – 25	Spule mit 600 Windungen auf 3B-Box	P-1011346	200 – 201
SEG Mechanische Schwingungen und Wellen (230 V, 50/60 Hz)	P-1016652	24 – 25	Spule veränderlicher Induktivität	P-1003194	226
SEG Optik (115 V, 50/60 Hz)	P-1008530	22 – 23	Spule veränderlicher Windungsdichte	P-1000965	220
SEG Optik (230 V, 50/60 Hz)	P-1008531	22 – 23	Stabiles Stabthermometer -1 – 101°C	P-1003013	124 – 125
SEG Radioaktivität	P-1006804	28 – 29	Stabmagnet AlNiCo 70 mm	P-1003554	214
SEG Solarenergie (115 V, 50/60 Hz)	P-1017731	30 – 31	Stabmagnete 80 mm, Paar	P-1003085	214
SEG Solarenergie (230 V, 50/60 Hz)	P-1017732	30 – 31	Stabmagnete AlNiCo 60 mm, Paar mit 2 Eisenjochen	P-1003086	214
SEG Ultraschallwellen (115 V, 50/60 Hz)	P-1014529	26 – 27	Stabpendel	P-1000764	75
SEG Ultraschallwellen (230 V, 50/60 Hz)	P-1016651	26 – 27	Stabpendel mit Winkelaufnehmer (115 V, 50/60 Hz)	P-1000762	75
SEG-Grundplatte	P-1000789	17	Stabpendel mit Winkelaufnehmer (230 V, 50/60 Hz)	P-1000763	75
SEG-Netzgerät (115 V, 50/60 Hz)	P-1000997	21	Stabthermometer graduiert -10 – 110°C	P-1002879	124 – 125
SEG-Netzgerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1000998	21	Stabthermometer ungraduiert	P-1002880	124 – 125
Seilwellengerät	P-1000808	101	Stahlkugeln, Satz 3	P-4003748	67
<b>Sensoren</b>	–	40 – 47	Stahlkugeln, Satz 6	P-1002939	68
Sensorenhalter zum Stirling-Motor G	P-1008500	141	Stahlschrank für radioaktive Präparate	P-1000920	261
Sicherheits-Abgreifklemmen, Satz 6	P-1019218	300	Ständer für Zylinderspulen	P-1000964	220
Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm, Satz 15	P-1002843	300	Standfestigkeitsgerät	P-1002950	57
Sicherheitsexperimentierkabel zum Freier-Fall-Gerät, Satz 3	P-1002848	300	Standgefäß mit zwei Glasröhren	P-1002891	87
Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot, Paar	P-1017716	300	Standzylinder	P-1002871	302
Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot/blau, Paar	P-1017718	300	<b>Statik</b>	–	57
Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, Satz 3	P-1017719	300	Stativfuß H-Form	P-1018874	296
Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, schwarz, Paar	P-1002849	300	Stativfuß, 3-Bein, 150 mm	P-1002835	296
Sicherungshalter auf 3B-Box	P-1010154	200 – 201	Stativfuß, 3-Bein, 185 mm	P-1002836	296
Sicherungssortiment	P-1012873	300	Stativfuß, A-Form, 200 mm	P-1001044	296
Si-Diode 1N 4007, P2W19	P-1012964	207	Stativfuß, A-Form, 280 mm	P-1001043	296
Si-Diode BY 255, P2W19	P-1012961	207	Stativklemme mit Muffe	P-1002829	297
Silikonschlauch, 6 mm	P-1002622	298	Stativlochstab	P-1002710	298
Silizium-Fotoelement BY47P	P-1018844	207	<b>Stativmaterial</b>	–	296 – 298
Sinusgenerator	P-1001038	273	Stativstange, 100 mm	P-1002932	298
Software zur Fourier-Analyse	P-1012587	47	Stativstange, 1000 mm	P-1002936	298
<b>Solarenergie</b>	–	30, 120	Stativstange, 1500 mm	P-1002937	298
Solar-Grundlagenset	P-1000839	120	Stativstange, 250 mm	P-1002933	298
s-Orbital	P-1012842	250	Stativstange, 280 mm, 10 mm Ø	P-1012848	298
Spalt- und Lochblenden, Satz 5	P-1000607	161	Stativstange, 400 mm, 10 mm Ø	P-1012847	298
Spalte und Stege auf Glasträger	P-1008665	164	Stativstange, 470 mm	P-1002934	298
Spannbügel D, Paar	P-1000977	230	Stativstange, 750 mm	P-1002935	298
Spannring DN 10/16 KF	P-1002930	93	Staubmarkenregistrierung, Gerätesatz	P-1000739	66
Spektrallampe Cd	P-1003537	176	<b>Steckelemente-System</b>	–	206 – 209
Spektrallampe He	P-1003539	176	Steckernetzgerät 12 V AC , 2000 mA (115 V, 50/60 Hz)	P-1012899	266
Spektrallampe Hg 100	P-1003545	176	Steckernetzgerät 12 V AC , 2000 mA (230 V, 50/60 Hz)	P-1012900	266
Spektrallampe Hg/Cd	P-1003546	176	Steckernetzgerät 12 V AC , 500 mA (115 V, 50/60 Hz)	P-1009545	266
Spektrallampe Na	P-1003541	176	Steckernetzgerät 12 V AC , 700 mA (230 V, 50/60 Hz)	P-1001014	266
Spektrallampe Ne	P-1003543	176	Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1000680	81, 266
Spektrallampe Tl	P-1003544	176	Steckernetzgerät 24 V, 0,7 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1000681	81, 266
Spektralröhre Ar	P-1003403	176	Steckernetzgerät 3 V DC (100-240 V, 50/60 Hz)	P-1008659	160
Spektralröhre Br	P-1003404	176	Steckplatte für Bauelemente	P-1012902	206
Spektralröhre Cl	P-1003406	176	Stefan-Boltzmann-Lampe	P-1008523	135
Spektralröhre CO <sub>2</sub>	P-1003405	176	Steigrohre zur Druckmessung	P-1002573	118
Spektralröhre D <sub>2</sub>	P-1003407	176	Stell-Transformator (230 V, 50/60 Hz)	P-1002772	267
Spektralröhre H <sub>2</sub>	P-1003409	176	Steuereinheit für Kritisches Potenzial-Röhren (230 V, 50/60 Hz)	P-1008506	256 – 257
Spektralröhre He	P-1003408	176	Steuereinheit für Kritisches Potenzial-Röhren (115 V, 50/60 Hz)	P-1000633	256 – 257
Spektralröhre Hg	P-1003412	176	Stielklemme mit Isolator	P-1001054	199
Spektralröhre J	P-1003410	176	Stimmgabel 2000 Hz	P-1002609	108
Spektralröhre Kr	P-1003411	176	Stimmgabel 440 Hz auf Resonanzkasten	P-1002613	108
Spektralröhre Luft	P-1003402	176	Stimmgabelpaar 440 Hz auf Resonanzkästen	P-1002612	109
Spektralröhre N <sub>2</sub>	P-1003414	176	Stimmgabelsatz C-Dur-Akkord auf Resonanzkästen	P-1002615	109
Spektralröhre Ne	P-1003413	176	Stimmgabelsatz C-Dur-Tonleiter	P-1002605	109
Spektralröhre O <sub>2</sub>	P-1003415	176	Stirling-Motor D	P-1000817	142
Spektralröhre Wasserdampf	P-1003416	176	Stirling-Motor G	P-1002594	141
Spektralröhre Xe	P-1003417	176	Stirling-Motor S	P-1003505	143
<b>Spektralröhren und -lampen</b>	–	176 – 177	Stock-Thermometer -10 – 100°C	P-1003526	124 – 125
Spektralröhren-Netzgerät (115 V, 50/60 Hz)	P-1000683	176	Strahlerstift Ra-226 4 kBq	P-1006797	29, 260
Spektralröhren-Netzgerät (230 V, 50/60 Hz)	P-1000684	176	Streuer	P-1000581	218
<b>Spektrometer</b>	–	178 – 181	Strichgitter	P-1000600	163
Spektrometer-Goniometer	P-1002912	179	Strichgitter 1000/mm	P-1003181	163
Spektrometer-Goniometer S	P-1008673	179	Strichgitter 140/mm	P-1003178	163
Spektrophotometer S	P-1003061	181	Strichgitter 530/mm	P-1003179	163
Spektroskop im Metallgehäuse	P-1003184	178	Strichgitter 600/mm	P-1003180	163
Spektroskop in Karton	P-1003183	178	Stroboskop, digital (115 V, 50/60 Hz)	P-1003330	285
Spektroskop nach Kirchhoff-Bunsen	P-1002911	179	Stroboskop, digital (230 V, 50/60 Hz)	P-1003331	285
Spezialkohlepapier, Satz	P-1003366	65	Stromleiter für Biot-Savart, Satz 4	P-1018478	221
Spiegelmodell, konvex-konkav	P-1002985	146	Stromrichtungsindikator in 3B-Box	P-1012697	200 – 201
Spintharoskop	P-1000918	260	Stromwaage, Gerätesatz	P-1019188	222
Spirituslampe	P-1003565	291	Student Kit Basissatz	P-1000730	8
Spule 10 mH, P2W19	P-1012983	207	Student Kit Elektrik	P-1017213	12 – 14
Spule 1200 Windungen	P-1001002	230			
Spule 2400 Windungen	P-1001003	230			
Spule 600 Windungen	P-1001000	230			
Spule 800 Windungen	P-1001001	230			
Spule 900 Windungen	P-1012859	229			
Spule auf Acrylsockel	P-1000928	219			
Spule D 1200 Windungen	P-1000989	228			
Spule D 600 Windungen	P-1000988	228			



Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Student <i>Kit</i> Elektrostatik	P-1009883	14
Student <i>Kit</i> Mechanik	P-1000731	9
Student <i>Kit</i> Optik (115 V, 50/60 Hz)	P-1000733	11
Student <i>Kit</i> Optik (230 V, 50/60 Hz)	P-1000734	11
Student <i>Kit</i> Wärme	P-1000732	10
SW-Paket Fadenpendel	P-1012854	78 – 79
SW-Paket Physikalisches Pendel	P-1012853	78 – 79
SW-Paket Sensorik (115 V, 50/60 Hz)	P-1012851	78 – 79
SW-Paket Sensorik (230 V, 50/60 Hz)	P-1012850	78 – 79
SW-Paket Stativmaterial	P-1012849	298
SW-Paket Wilberforce-Pendel	P-1012844	78 – 79
<b>– T –</b>		
Tafel zur Laserraybox	P-1003056	148
Tafelwaage	P-1012872	55
TaS <sub>2</sub> -Probe	P-1012876	247
Taschenbandmaß, 2 m	P-1002603	50
Taschenspektroskop	P-1003078	178
Taschenthermometer -10 – 110°C	P-1002881	124 – 125
TaSe <sub>2</sub> -Probe	P-1012875	247
Taster auf 3B-Box	P-1010146	200 – 201
Tastkopf 100 MHz	P-1002777	274
Tastschalter (NC), einpolig, P2W19	P-1012989	207
Tastschalter (NO), einpolig, P2W19	P-1012988	207
Tastschalter-Ein auf Acrylglassockel	P-1000962	198
Tauchfühler NiCr-Ni Typ K -200 – 1150°C	P-1002805	124 – 125
Tauchfühler NiCr-Ni Typ K -65 – 550°C	P-1002804	124 – 125
Tauchkörper Al 100 cm <sup>3</sup>	P-1002953	84
Tauchkörper Al 50 cm <sup>3</sup>	P-1002952	84
Tauchkörper Fe 100 cm <sup>3</sup>	P-1002955	84
Tauchkörper Fe 50 cm <sup>3</sup>	P-1002954	84
Tauchsieder 300 W	P-1003566	291
<b>TELTRON®</b>	–	232 – 242
Temperaturelement, TC-K	P-1000551	42, 124 – 125
Temperaturfühler	P-1017898	128
Temperatursensor Pt100	P-1000550	42, 124 – 125
Temperatursensor Pt100 mit Messklemme	P-1009922	42, 144
Teslameter (115 V, 50/60 Hz)	P-1003313	286
Teslameter (230 V, 50/60 Hz)	P-1003314	286
Teslameter E	P-1008537	286
Tesla-Transformator	P-1000966	231
<b>Thermische Ausdehnung</b>	–	130 – 132
<b>Thermometer</b>	–	124 – 127
Thermometer +10 – 30°C	P-1003527	124 – 125
Thermometer -10 – 150°C	P-1003385	124 – 125
Thermometer -10 – 200°C	P-1003525	124 – 125
Thermometer -20 – 110°C	P-1003384	124 – 125
Thermometer -20 – 110°C / 0 – 230°F	P-1003386	124 – 125
Thermometer -20 – 150°C / 0 – 300°F	P-1003387	124 – 125
Thermometerclip	P-1003528	124 – 125
Thermopaare, Satz 3	P-1017904	295
Thermosäule nach Moll	P-1000824	121, 134
Thomson-Röhre S	P-1000617	237
Thyristor TYN 1012, P4W50	P-1012979	208
Timer	P-1003009	49
Tischklemme	P-1002832	297
Tischnetzgerät	P-1017579	136, 267
Tischstoppuhr	P-1002809	49
Tonnenfuß, 1000 g	P-1002834	296
Tonnenfuß, 500 g	P-1001046	296
Tonnenfuß, 900 g	P-1001045	296
Torsionsgerät	P-1018550	89
Totalreflexionsapparat auf Stiel	P-1000857	158
Trägheitswaage	P-1003235	77
<b>Transformator</b>	–	228 – 231
Transformator 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)	P-1000865	266
Transformator 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)	P-1000866	266
Transformator 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)	P-1006780	266
Transformator 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)	P-1000593	266
Transformator mit Gleichrichter 2/4/6/8/10/12/14 V AC/DC 5 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003557	267
Transformator mit Gleichrichter 2/4/6/8/10/12/14 V AC/DC 5 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003558	267
Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)	P-1003316	267
Transformator mit Gleichrichter 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)	P-1003315	267
<b>Transformator, zerlegbar</b>	–	228 – 230
Transformatorkern D	P-1000976	228
Transformatorkern S	P-1001004	230
Transmissionsgitter 300 Linien/mm	P-1003080	162
Transmissionsgitter 600 Linien/mm	P-1003079	162
Transportkoffer KL	P-1008651	184 – 187
<b>Treibhauseffekt</b>	–	121
Treibhauseffekt, Gerätesatz (115 V, 50/60 Hz)	P-1009764	121
Treibhauseffekt, Gerätesatz (230 V, 50/60 Hz)	P-1000837	121
Triac BT 137/800, P4W50	P-1012980	208

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Triode D	P-1000647	234
Triode S	P-1000614	239
Trockenbrennstoff für Dampfmaschine B	P-1012886	145
T-Stück, BNC	P-1002752	301
T-Stück, DN 16 KF	P-1002925	93
<b>– U –</b>		
Übergangsflansch DN16 KF – NS 19/26	P-1002929	93
Übergangsflansch DN16 KF-Welle	P-1002928	93
Überlaufgefäß, Metall	P-1009713	51
Überlaufgefäß, transparent	P-1003518	51
Uhrglasschalen, 120 mm, Satz 10	P-1002869	302
Uhrglasschalen, 80 mm, Satz 10	P-1002868	302
U-Kern D	P-1000979	230
<b>Ultraschall</b>	–	111 – 119
Ultraschall-Bewegungssensor	P-1000559	41
Ultraschall-cw-Generator mit Sonde	P-1002576	112
Ultraschall-Dopplengerät	P-1002571	117
Ultraschall-Echoskop GS200	P-1018616	113
Ultraschall-Koppelgel	P-1008575	116
Ultraschallsonde 1 MHz, GS200	P-1018617	114
Ultraschallsonde 2 MHz	P-1002582	118
Ultraschallsonde 2 MHz, GS200	P-1018618	114
Ultraschallsonde 4 MHz, GS200	P-1018619	114
Ultraschallwandler 40 kHz, Gerätesatz	P-1009888	111
Umkehrbrille	P-1000895	167
Umschalter auf 3B-Box	P-1012694	200 – 201
Umschalter, zweipolig, P4W50	P-1012991	208
Unbekannte Widerstände in 3B-Box	P-1012699	200 – 201
Universal-Aräometer	P-1002876	84
Universalhalter auf 3B-Box	P-1010156	200 – 201
Universalklemme	P-1002833	297
Universalmuffe	P-1002830	297
Universalwasserwaage	P-1002604	57
U-Rohr-Manometer D	P-1009714	86
U-Rohr-Manometer S	P-1000792	86
USB-Oszilloskop 2x50 MHz	P-1017264	276 – 277
USB-Schnittstellenkabel	P-1003431	289
UV A/B-Sensor	P-1000567	42
<b>– V –</b>		
<b>Vakuum</b>	–	90 – 91
Vakuum-Experimentierteller	P-1003166	91
Vakuum-Fotozelle	P-1000915	253
Vakuumglocke	P-1003167	91
Vakuumkammer mit Handpumpe	P-1010126	90
<b>Vakuumpumpen</b>	–	92 – 93
Vakuumpumpe	P-1009943	91
Vakuumschlauch, 10 mm	P-1002620	92, 298
Vakuumschlauch, 4 mm	P-1012831	92, 298
Vakuumschlauch, 6 mm	P-1012830	92, 298
Vakuumschlauch, 8 mm	P-1002619	92, 298
Variables-g-Pendel	P-1000755	76
VDR-Widerstand	P-1018841	207
Verlängerungsarm D	P-1002646	155
Verschiebereiter D	P-1002644	154
<b>Verstärker</b>	–	287
Verstellbare Doppelmuffe	P-1017870	297
Verstellbarer Spalt auf Stiel	P-1000856	158
Verstellbarer Spalt K	P-10008519	150 – 151
<b>Vertikaler und Horizontaler Wurf</b>	–	68 – 70
Vibrationsgenerator	P-1000701	100
<b>Videokameras</b>	–	292 – 293
Vielstrahlleuchte	P-1003321	146
Vision Viewer	P-1003436	292 – 293
Vision Viewer Autofocus	P-1012834	292 – 293
<b>Viskosität</b>	–	88
Volta'sche Säule auf 3B-Box	P-1010132	200 – 201
Volumendilatometer	P-1018001	132
<b>Volumenmessung</b>	–	51
<b>– W –</b>		
Wägesatz 1 g bis 1000 g	P-1003212	54
Wägesatz 1 g bis 50 g	P-1003210	54
Wägesatz 1 g bis 500 g	P-1010189	55
Wägesatz 1 g bis 500 g, geschlitzt, mit Aufhänger	P-1018597	54
Wägesatz 1 mg bis 500 mg	P-1010234	55
Wägesatz 10 g bis 1000 g	P-1003214	54
Wägesatz 100 g bis 2000 g	P-1001052	54
<b>Wägestücke</b>	–	54
Waltenhofen'sches Pendel	P-1000993	226
Wandtafel-Zeichengeräte, Satz	P-1002593	295
<b>Wärme und Thermodynamik</b>	–	124 – 145
<b>Wärmeäquivalent</b>	–	128
Wärmeäquivalentgerät	P-1002658	128
Wärmeleitfähigkeit, Gerätesatz	P-1003497	133
Wärmeleitstab Aluminium	P-1017331	136
Wärmeleitstab Kupfer	P-1017330	136

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
<b>Wärmeleitung</b>	–	136
Wärmepumpe D (115 V, 60 Hz)	P-1000819	144
Wärmepumpe D (230 V, 50 Hz)	P-1000820	144
<b>Wärmequellen</b>	–	291
<b>Wärmestrahlung</b>	–	134 – 135
<b>Wärmeströmung</b>	–	133
Wärmeströmungsgerät	P-1002903	133
Wärmeströmungsgerät S	P-1003512	133
Warnschild „Radioaktivität“	P-1000919	261
Wasserstrahlpumpe	P-1003008	92
Wasserstromliniengerät	P-1006784	95
<b>Wasserwellen</b>	–	98
Wasserwellenkanal	P-1000807	99
Watt'sches Pendel	P-1009695	73
Wegaufnehmer	P-1000568	41
Weicheisenstäbe	P-1003090	215
<b>Weißwandtafel</b>	–	295
Weißwandtafel 600x900mm <sup>2</sup>	P-1002591	147, 295
Weißwandtafel 900x1200mm <sup>2</sup>	P-1002592	147, 295
<b>Welle und Teilchen</b>	–	232, 240
<b>Wellen und Schall</b>	–	96 – 119
Wellenmaschine, Handgerät	P-1003524	102
<b>Wellenoptik</b>	–	96 – 97
Wellenwanne PM02	P-1017591	98
<b>Wetter</b>	–	122
Wetterstation, drahtlos	P-1010248	123
Widerstand 1 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012916	206
Widerstand 1 M $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012932	206
Widerstand 1 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012903	206
Widerstand 1,5 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012917	206
Widerstand 10 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012922	206
Widerstand 10 M $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012933	206
Widerstand 10 $\Omega$ , 10 W, P2W19	P-1012905	206
Widerstand 10 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012904	206
Widerstand 100 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012928	206
Widerstand 100 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012910	206
Widerstand 15 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012923	206
Widerstand 150 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012911	206
Widerstand 2,2 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012918	206
Widerstand 22 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012924	206
Widerstand 22 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012907	206
Widerstand 220 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012929	206
Widerstand 220 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012912	206
Widerstand 3,3 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012919	206
Widerstand 33 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012925	206
Widerstand 330 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012930	206
Widerstand 330 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012913	206
Widerstand 4,7 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012920	206
Widerstand 47 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012926	206
Widerstand 47 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012908	206
Widerstand 470 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012931	206
Widerstand 470 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012914	206
Widerstand 5,1 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012906	206
Widerstand 6,8 k $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012921	206
Widerstand 68 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	P-1012927	206
Widerstand 68 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012909	206
Widerstand 680 $\Omega$ , 2 W, P2W19	P-1012915	206

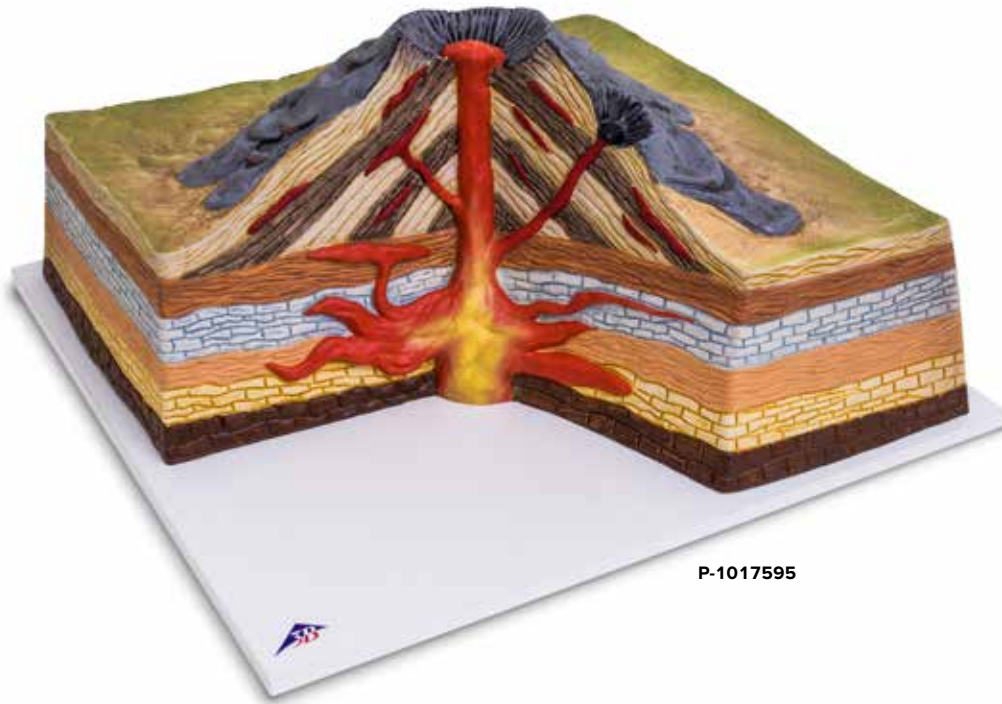
Bezeichnung	Artikel-Nr.	Seite
Widerstands- und Auftriebskörper, Satz	P-1000760	94
Widerstandsdekade 1 k $\Omega$	P-1002733	203
Widerstandsdekade 1 $\Omega$	P-1002730	203
Widerstandsdekade 1 $\Omega$ bis 10 k $\Omega$	P-1002735	203
Widerstandsdekade 10 k $\Omega$	P-1002734	203
Widerstandsdekade 10 $\Omega$	P-1002731	203
Widerstandsdekade 100 $\Omega$	P-1002732	203
Widerstandsgerät	P-1009949	202
Widerstandsmessbrücke	P-1009885	202
Wimshurst-Maschine	P-1002967	192
Wolframdraht, 25 $\mu$ m	P-1009718	56
WSe <sub>2</sub> -Probe	P-1012874	247
Würfel zur Dichtebestimmung, Satz 7	P-1000766	85
Wurfgerät	P-1002654	68
Wurfgerät S	P-1000740	69
<b>– Y –</b>		
Yi-Glocke	P-1003207	303
<b>– Z –</b>		
Z-Diode ZPD 18, P2W19	P-1012970	207
Z-Diode ZPD 3,3, P2W19	P-1012965	207
Z-Diode ZPD 6,2, P2W19	P-1012967	207
Z-Diode ZPD 9,1, P2W19	P-1012966	207
Z-Diode ZPY 5,6, P2W19	P-1012968	207
Z-Diode ZPY 8,2, P2W19	P-1012969	207
<b>Zeichengeräte</b>	–	291
Zeichenkompass, Satz 10	P-1003095	217
Zeiger für Maßstäbe, Satz	P-1006494	50
<b>Zeitmessung</b>	–	49
Zentrifugalpumpe	P-1002575	117
<b>Zerlegbarer Transformator</b>	–	228 – 230
Zerstreuungslinse f = -100 mm	P-1003027	157
Zerstreuungslinse f = -200 mm	P-1003028	157
Zerstreuungslinse K, f = -100 mm	P-1009864	150 – 151
Zerstreuungslinse K, f = -500 mm	P-1009865	150 – 151
Zerstreuungslinse N, f = -100 mm	P-1000844	152
Zinkplatten, Satz 10	P-1002713	213
Zinkprobe für Hall-Effekt	P-1018752	265
Zubehör Federschwingungen	P-1000703	100
Zubehör Gyroskop	P-1000698	74
Zubehör Seilwellen	P-1008540	100
Zubehör zum Elektrometer	P-1006813	194
Zubehör zur kinetischen Gastheorie	P-1000704	139
Zubehör zur Verbrennung von Metallpulver	P-1010256	291
Zubehörsatz für Faraday-Effekt	P-1012861	168
Zungenpfeife	P-1012893	110
Zusatzgewichte für Laborwaage	P-1014616	288
Zusätzlicher Kraftarm	P-1000699	57
Zusatzspule	P-1000645	236
Zusatzspule zum Tesla-Transformator	P-1000967	231
Zweikanal-Funktionsgenerator 20 MHz	P-1008677	274
Zweipoliger Umschalter	P-1018439	295
Zylinder mit gleichem Volumen, Satz 3	P-1000752	84
Zylinder mit gleicher Masse, Satz 3	P-1000754	84
Zylinder, Satz 3	P-1002588	115

Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite
P-1000009	39	P-1000558	42	P-1000593	266	P-1000622	240	P-1000683	176
P-1000011	238	P-1000559	41	P-1000596	163	P-1013889	240	P-1000684	176
P-1000259	191	P-1000560	41	P-1000597	163	P-1000624	242	P-1000685	202
P-1000345	116	P-1000561	41	P-1000598	163	P-1000633	256 – 257	P-1000686	202
P-1000536	252	P-1000562	44	P-1000599	163	P-1000637	262 – 263	P-1000687	202
P-1000537	252	P-1000563	40,49	P-1000600	163	P-1000638	262 – 263	P-1000688	202
P-1000539	39	P-1000564	40	P-1000601	163	P-1000640	262 – 263	P-1000689	202
P-1000540	39	P-1000565	41	P-1000602	162	P-1000642	262 – 263	P-1000690	202
P-1000541	39	P-1000566	46	P-1000603	163	P-1000644	236	P-1000694	57
P-1000542	46	P-1000567	42	P-1000604	146	P-1000645	236	P-1000695	74
P-1000543	46	P-1000568	41	P-1000605	63,94	P-1000646	234	P-1000698	74
P-1000544	38	P-1000569	43	P-1000606	63,94	P-1000647	234	P-1000699	57
P-1000545	43	P-1000570	46	P-1000607	161	P-1000648	233	P-1000700	108
P-1000546	43	P-1000571	46	P-1000608	159	P-1000649	233	P-1000701	100
P-1000547	43	P-1000572	205	P-1014525	241	P-1000650	233	P-1000702	100
P-1000548	43	P-1000573	205	P-1000611	241	P-1000651	232	P-1000703	100
P-1000549	43	P-1000575	44	P-1000613	239	P-1000653	234	P-1000704	139
P-1000550	42,124 – 125	P-1000576	44	P-1000614	239	P-1000654	235	P-1000705	101
P-1000551	42,124 – 125	P-1000579	44	P-1000615	238	P-1000656	236	P-1000706	101
P-1000552	45	P-1000580	218	P-1000616	238	P-1000674	217	P-1000707	100
P-1000553	45	P-1000581	218	P-1000617	237	P-1000675	156	P-1000730	8
P-1000554	43	P-1000588	70	P-1000618	239	P-1000676	55	P-1000731	9
P-1000555	46	P-1000590	226	P-1000619	239	P-1000680	81,266	P-1000732	10
P-1000556	45	P-1000591	220	P-1000620	256 – 257	P-1000681	81,266	P-1000733	11
P-1000557	41	P-1000592	220	P-1000621	256 – 257	P-1000682	147	P-1000734	11

Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite
P-1000735	48	P-1000865	266	P-1001000	230	P-1002635	154	P-1002794	127
P-1000738	67	P-1000866	266	P-1001001	230	P-1002637	154	P-1002795	122
P-1000739	66	P-1000868	150 – 151	P-1001002	230	P-1002639	154	P-1002799	127
P-1000740	69	P-1000869	150 – 151	P-1001003	230	P-1002644	154	P-1002802	283
P-1000741	53	P-1000871	150 – 151	P-1001004	230	P-1002646	155	P-1002803	124 – 125
P-1000742	50	P-1000876	150 – 151	P-1001005	225	P-1002649	160	P-1002804	124 – 125
P-1000743	50	P-1000878	150 – 151	P-1001006	268	P-1002651	183	P-1002805	124 – 125
P-1000747	80	P-1000879	150 – 151	P-1001007	268	P-1002652	183	P-1002806	290
P-1000748	80	P-1000880	197	P-1001011	271	P-1002653	86	P-1002807	290
P-1000752	84	P-1000881	190	P-1001012	271	P-1002654	68	P-1002808	290
P-1000754	84	P-1000882	190	P-1001014	266	P-1002655	68	P-1002809	49
P-1000755	76	P-1000885	162	P-1001015	287	P-1002656	69	P-1002810	49
P-1000756	76	P-1000886	161	P-1001016	287	P-1002657	69	P-1002811	49
P-1000758	94	P-1000887	150 – 151	P-1001021	287	P-1002658	128	P-1002827	297
P-1000760	94	P-1000889	163	P-1001022	287	P-1002659	128	P-1002828	297
P-1000761	94	P-1000891	163	P-1001024	194	P-1002660	222 – 223	P-1002829	297
P-1000762	75	P-1000894	120	P-1001025	194	P-1002661	222 – 223	P-1002830	297
P-1000763	75	P-1000895	167	P-1001026	194	P-1002662	222 – 223	P-1002831	297
P-1000764	75	P-1000901	243	P-1001027	193	P-1002663	227	P-1002832	297
P-1000765	95	P-1000902	243	P-1001028	287	P-1002670	138	P-1002833	297
P-1000766	85	P-1000904	244	P-1001029	196	P-1002671	139	P-1002834	296
P-1000768	83	P-1000906	225,244	P-1001030	196	P-1002672	139	P-1002835	296
P-1000769	54	P-1000912	254 – 255	P-1001032	49,259,284	P-1002689	120	P-1002836	296
P-1000770	54	P-1000913	258	P-1001033	49,259,284	P-1002698	52	P-1002837	155
P-1000771	54	P-1000915	253	P-1001034	40,49	P-1002699	52	P-1002838	299
P-1000773	54	P-1000916	253	P-1001035	259	P-1002700	52	P-1002839	299
P-1000775	54	P-1000917	252	P-1001036	272	P-1002701	52	P-1002840	299
P-1000777	54	P-1000918	260	P-1001037	272	P-1002702	53	P-1002841	299
P-1000779	66	P-1000919	261	P-1001038	273	P-1002703	53	P-1002843	300
P-1000780	66	P-1000920	261	P-1001040	286	P-1002704	53	P-1002847	299
P-1000781	72	P-1000921	260	P-1001041	101	P-1002705	170	P-1002848	300
P-1000782	72	P-1000923	193	P-1001043	296	P-1002707	194	P-1002849	300
P-1000783	72	P-1000924	192	P-1001044	296	P-1002708	194	P-1002850	299
P-1000786	53	P-1000925	219	P-1001045	296	P-1002709	194	P-1002851	300
P-1000789	17	P-1000926	219	P-1001046	296	P-1002710	298	P-1002858	166
P-1000790	70	P-1000927	219	P-1001048	291	P-1002711	213	P-1002859	166
P-1000791	83	P-1000928	219	P-1001049	131	P-1002712	213	P-1002860	166
P-1000792	86	P-1000929	214	P-1001052	54	P-1002713	213	P-1002861	166
P-1000793	87,301	P-1000932	197	P-1001054	199	P-1002714	213	P-1002862	167
P-1000794	87	P-1000933	197	P-1001055	295	P-1002715	213	P-1002863	166
P-1000796	85	P-1000934	197	P-1001056	174	P-1002716	213	P-1002864	166
P-1000797	87	P-1000936	197	P-1001057	174	P-1002717	213	P-1002865	166
P-1000798	92	P-1000938	194	P-1002571	117	P-1002719	211	P-1002866	184
P-1000801	67	P-1000942	218	P-1002572	118	P-1002720	211	P-1002867	83
P-1000804	110	P-1000943	214	P-1002573	118	P-1002721	175	P-1002868	302
P-1000805	108	P-1000946	198	P-1002574	116	P-1002722	29,259	P-1002869	302
P-1000806	110	P-1000947	198	P-1002575	117	P-1002726	279	P-1002870	301,302
P-1000807	99	P-1000948	199	P-1002576	112	P-1002727	275	P-1002871	302
P-1000808	101	P-1000949	198	P-1002577	112	P-1002730	203	P-1002872	302
P-1000811	111	P-1000950	198	P-1002578	112	P-1002731	203	P-1002873	302
P-1000812	111	P-1000951	198	P-1002579	112	P-1002732	203	P-1002874	84
P-1000814	103	P-1000953	198	P-1002582	118	P-1002733	203	P-1002875	84
P-1000815	103	P-1000954	198	P-1002584	114	P-1002734	203	P-1002876	84
P-1000816	15	P-1000955	198	P-1002585	114	P-1002735	203	P-1002877	122
P-1000817	142	P-1000956	198	P-1002586	114	P-1002736	203	P-1002879	124 – 125
P-1000819	144	P-1000957	198	P-1002587	114	P-1002737	203	P-1002880	124 – 125
P-1000820	144	P-1000958	198	P-1002588	115	P-1002744	274	P-1002881	124 – 125
P-1000821	129	P-1000959	198	P-1002589	115	P-1002745	275	P-1002882	135
P-1000822	129	P-1000960	198	P-1002590	115	P-1002746	301	P-1002884	175
P-1000823	128	P-1000961	198	P-1002591	147,295	P-1002748	301	P-1002885	175
P-1000824	121,134	P-1000962	198	P-1002592	147,295	P-1002749	301	P-1002889	132
P-1000827	130	P-1000964	220	P-1002593	295	P-1002750	301	P-1002891	87
P-1000828	130	P-1000965	220	P-1002594	141	P-1002751	301	P-1002892	86
P-1000829	130	P-1000966	231	P-1002597	145	P-1002752	301	P-1002894	140
P-1000830	131	P-1000967	231	P-1002598	143	P-1002753	45	P-1002895	140
P-1000831	130	P-1000968	224	P-1002599	143	P-1002754	45	P-1002897	213
P-1000832	301	P-1000972	194	P-1002600	50	P-1002760	270	P-1002898	212
P-1000833	301	P-1000976	228	P-1002601	50	P-1002761	270	P-1002899	212
P-1000834	301	P-1000977	230	P-1002602	50	P-1002762	270	P-1002903	133
P-1000835	134	P-1000978	230	P-1002603	50	P-1002763	270	P-1002904	303
P-1000837	121	P-1000979	230	P-1002604	57	P-1002769	268	P-1002905	242
P-1000839	120	P-1000980	229	P-1002605	109	P-1002771	270	P-1002906	174
P-1000840	121	P-1000981	229	P-1002606	108	P-1002772	267	P-1002911	179
P-1000841	152	P-1000982	229	P-1002607	108	P-1002775	268	P-1002912	179
P-1000842	152	P-1000983	229	P-1002608	108	P-1002776	268	P-1002917	162
P-1000843	152	P-1000984	228	P-1002609	108	P-1002777	274	P-1002919	93
P-1000844	152	P-1000985	228	P-1002610	109	P-1002778	283	P-1002923	93
P-1000845	152	P-1000986	228	P-1002611	109	P-1002779	283	P-1002924	93
P-1000846	162	P-1000987	228	P-1002612	109	P-1002780	283	P-1002925	93
P-1000848	161	P-1000988	228	P-1002613	108	P-1002781	280	P-1002926	93
P-1000850	150 – 151	P-1000989	228	P-1002614	109	P-1002783	280	P-1002927	93
P-1000851	174	P-1000990	228	P-1002615	109	P-1002784	281	P-1002928	93
P-1000852	177,253	P-1000991	228	P-1002619	92,298	P-1002785	280	P-1002929	93
P-1000853	156	P-1000992	229	P-1002620	92,298	P-1002786	278	P-1002930	93
P-1000854	156	P-1000993	226	P-1002622	298	P-1002787	278	P-1002931	93
P-1000855	158	P-1000994	204	P-1002627	122	P-1002788	278	P-1002932	298
P-1000856	158	P-1000995	199	P-1002628	154	P-1002789	278	P-1002933	298
P-1000857	158	P-1000997	21	P-1002629	154	P-1002790	278	P-1002934	298
P-1000862	150 – 151	P-1000998	21	P-1002630	154	P-1002791	127	P-1002935	298
P-1000863	150 – 151	P-1000999	230	P-1002632	155	P-1002793	127	P-1002936	298

Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite
P-1002937	298	P-1003068	203	P-1003230	75	P-1003494	34	P-1008518	150 – 151
P-1002939	68	P-1003069	203	P-1003231	35	P-1003495	86	P-1008519	150 – 151
P-1002940	57	P-1003073	278	P-1003232	197	P-1003496	90	P-1008522	264 – 265
P-1002941	296	P-1003074	278	P-1003233	51	P-1003497	133	P-1008523	135
P-1002942	296	P-1003078	178	P-1003234	51	P-1003498	84	P-1008524	198
P-1002943	296	P-1003079	162	P-1003235	77	P-1003499	85	P-1008525	230
P-1002944	58	P-1003080	162	P-1003237	220	P-1003500	85	P-1008527	16
P-1002945	53	P-1003081	163	P-1003251	222	P-1003501	85	P-1008528	18 – 19
P-1002946	53	P-1003082	162	P-1003252	225	P-1003502	34	P-1008530	22 – 23
P-1002947	50	P-1003083	162	P-1003253	129	P-1003505	143	P-1008531	22 – 23
P-1002950	57	P-1003084	165	P-1003254	129	P-1003507	212	P-1008532	20 – 21
P-1002951	51	P-1003085	214	P-1003255	129	P-1003508	212	P-1008534	269
P-1002952	84	P-1003086	214	P-1003256	129	P-1003509	87	P-1008535	269
P-1002953	84	P-1003088	214	P-1003257	129	P-1003510	87	P-1008537	286
P-1002954	84	P-1003089	214	P-1003258	129	P-1003511	132	P-1008539	60
P-1002955	84	P-1003090	215	P-1003307	271	P-1003512	133	P-1008540	100
P-1002956	81	P-1003091	215	P-1003308	271	P-1003515	53	P-1008575	116
P-1002957	86	P-1003092	218	P-1003309	271	P-1003516	99	P-1008630	127
P-1002959	110	P-1003093	217	P-1003310	271	P-1003518	51	P-1008631	281
P-1002960	110	P-1003095	217	P-1003311	270	P-1003519	85	P-1008632	184 – 187
P-1002963	192	P-1003096	215	P-1003312	270	P-1003520	110	P-1008634	184 – 187
P-1002964	192	P-1003P-101	133	P-1003313	286	P-1003521	110	P-1008635	184 – 187
P-1002965	192	P-1003102	52	P-1003314	286	P-1003522	110	P-1008636	184 – 187
P-1002967	192	P-1003103	52	P-1003315	267	P-1003523	110	P-1008637	184 – 187
P-1002970	199	P-1003104	53,58	P-1003316	267	P-1003524	102	P-1008638	184 – 187
P-1002975	218	P-1003105	53,58	P-1003317	92	P-1003525	124 – 125	P-1008639	184 – 187
P-1002976	218	P-1003106	52	P-1003321	146	P-1003526	124 – 125	P-1008640	184 – 187
P-1002977	131	P-1003107	53,58	P-1003322	146	P-1003527	124 – 125	P-1008641	184 – 187
P-1002978	131	P-1003108	52	P-1003323	147	P-1003528	124 – 125	P-1008642	184 – 187
P-1002981	137	P-1003109	53	P-1003324	147	P-1003531	178	P-1008646	184 – 187
P-1002983	170	P-1003110	52	P-1003328	162	P-1003532	150 – 151	P-1008648	184 – 187
P-1002984	146	P-1003112	214	P-1003330	285	P-1003533	150 – 151	P-1008651	184 – 187
P-1002985	146	P-1003114	214	P-1003331	285	P-1003534	302	P-1008652	167
P-1002986	146	P-1003122	285	P-1003332	285	P-1003536	120	P-1008653	139
P-1002987	146	P-1003123	285	P-1003334	126	P-1003537	176	P-1008654	139
P-1002988	146	P-1003157	177	P-1003335	126	P-1003539	176	P-1008659	160
P-1002989	146	P-1003158	177	P-1003337	56	P-1003541	176	P-1008661	56
P-1002990	146	P-1003159	177	P-1003338	190	P-1003543	176	P-1008662	82
P-1002992	146	P-1003161	177	P-1003339	190	P-1003544	176	P-1008663	82
P-1002993	149	P-1003162	177	P-1003359	65	P-1003545	176	P-1008664	164
P-1003008	92	P-1003163	177	P-1003361	65	P-1003546	176	P-1008665	164
P-1003009	49	P-1003164	159	P-1003362	65	P-1003549	254 – 255	P-1008666	164
P-1003010	126	P-1003165	156	P-1003363	65	P-1003550	254 – 255	P-1008668	158
P-1003011	122	P-1003166	91	P-1003364	65	P-1003554	214	P-1008669	160
P-1003012	84	P-1003167	91	P-1003366	65	P-1003555	216	P-1008670	165
P-1003013	124 – 125	P-1003169	91	P-1003367	70	P-1003556	214	P-1008671	165
P-1003014	124 – 125	P-1003170	91	P-1003368	49	P-1003557	267	P-1008672	165
P-1003016	158	P-1003177	162	P-1003369	49	P-1003558	267	P-1008673	179
P-1003017	159	P-1003178	163	P-1003370	52	P-1003560	269	P-1008674	188
P-1003019	159	P-1003179	163	P-1003371	52	P-1003561	268	P-1008675	188
P-1003022	157	P-1003180	163	P-1003372	52	P-1003562	268	P-1008676	276 – 277
P-1003023	157	P-1003181	163	P-1003373	52	P-1003565	291	P-1008677	274
P-1003024	157	P-1003183	178	P-1003374	52	P-1003566	291	P-1008686	303
P-1003025	157	P-1003184	178	P-1003375	52	P-1003569	140	P-1008687	99
P-1003026	157	P-1003185	165	P-1003376	53	P-1003570	140	P-1008690	269
P-1003027	157	P-1003186	165	P-1003378	83	P-1003571	150 – 151	P-1008691	269
P-1003028	157	P-1003187	149	P-1003382	130	P-1003593	231,269	P-1008692	231,269
P-1003029	157	P-1003188	155	P-1003383	133	P-1003806	191	P-1008695	275
P-1003030	157	P-1003189	171	P-1003384	124 – 125	P-1005047	191	P-1008696	175
P-1003031	157	P-1003190	302	P-1003385	124 – 125	P-1005278	248 – 249	P-1008707	261
P-1003032	157	P-1003191	149	P-1003386	124 – 125	P-1005279	248 – 249	P-1008708	261
P-1003033	157	P-1003192	217	P-1003387	124 – 125	P-1005290	248 – 249	P-1009497	184 – 187
P-1003034	159	P-1003193	220	P-1003402	176	P-1005291	248 – 249	P-1009545	266
P-1003036	153	P-1003194	226	P-1003403	176	P-1005402	294	P-1009695	73
P-1003038	155	P-1003195	176	P-1003404	176	P-1005408	156	P-1009696	150 – 151
P-1003039	153	P-1003196	176	P-1003405	176	P-1006494	50	P-1009699	150 – 151
P-1003040	153	P-1003197	176	P-1003406	176	P-1006769	131	P-1009700	32 – 33
P-1003041	153	P-1003201	156	P-1003407	176	P-1006780	266	P-1009701	32 – 33
P-1003042	153	P-1003202	156	P-1003408	176	P-1006784	95	P-1009710	215
P-1003043	153	P-1003203	158	P-1003409	176	P-1006785	73	P-1009713	51
P-1003044	153	P-1003204	164	P-1003410	176	P-1006790	152	P-1009714	86
P-1003048	193	P-1003206	303	P-1003411	176	P-1006791	152	P-1009715	87
P-1003049	148	P-1003207	303	P-1003412	176	P-1006794	254 – 255	P-1009716	227
P-1003050	148	P-1003208	90	P-1003413	176	P-1006795	254 – 255	P-1009718	56
P-1003051	148	P-1003209	35	P-1003414	176	P-1006796	258	P-1009733	155
P-1003052	148	P-1003210	54	P-1003415	176	P-1006797	29,260	P-1009738	52
P-1003053	169	P-1003212	54	P-1003416	176	P-1006798	197	P-1009739	52
P-1003054	189	P-1003213	60	P-1003417	176	P-1006799	217	P-1009740	52
P-1003055	189	P-1003214	54	P-1003419	288	P-1006804	28 – 29	P-1009741	52
P-1003056	148	P-1003216	60	P-1003421	288	P-1006809	281	P-1009760	264 – 265
P-1003057	149	P-1003217	60	P-1003428	289	P-1006813	194	P-1009764	121
P-1003058	149	P-1003218	60	P-1003429	289	P-1006889	51	P-1009765	218
P-1003059	160	P-1003221	60	P-1003431	289	P-1007027	88,301	P-1009772	289
P-1003061	181	P-1003222	60	P-1003433	288	P-1007112	295	P-1009810	264 – 265
P-1003062	203	P-1003223	60	P-1003434	288	P-1008500	141	P-1009843	202
P-1003063	203	P-1003224	59	P-1003436	292 – 293	P-1008505	245	P-1009844	202
P-1003064	203	P-1003226	54	P-1003489	74	P-1008506	256 – 257	P-1009861	150 – 151
P-1003065	203	P-1003227	54	P-1003490	74	P-1008507	236	P-1009863	150 – 151
P-1003066	203	P-1003228	54	P-1003491	102	P-1008513	57	P-1009864	150 – 151
P-1003067	203	P-1003229	54	P-1003492	102	P-1008516	142	P-1009865	150 – 151

Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite	Artikel-Nr.	Seite
P-1009866	150 – 151	P-1011769	302	P-1012907	206	P-1013131	225	P-1018476	24
P-1009883	14	P-1012399	155	P-1012908	206	P-1013210	64	P-1018478	221
P-1009884	195	P-1012400	154	P-1012909	206	P-1013228	74	P-1018527	89
P-1009885	202	P-1012401	154	P-1012910	206	P-1013318	251	P-1018528	89
P-1009886	202	P-1012402	154	P-1012911	206	P-1013393	173	P-1018532	209
P-1009887	202	P-1012404	294	P-1012912	206	P-1013412	271	P-1018550	89
P-1009888	111	P-1012467	154	P-1012913	206	P-1013526	279	P-1018551	107
P-1009922	42,144	P-1012504	37	P-1012914	206	P-1013527	279	P-1018581	276 – 277
P-1009924	110	P-1012514	93	P-1012915	206	P-1013825	200 – 201	P-1018582	276 – 277
P-1009925	150 – 151	P-1012524	37	P-1012916	206	P-1013843	245	P-1018583	276 – 277
P-1009926	150 – 151	P-1012526	37	P-1012917	206	P-1013885	232	P-1018597	54
P-1009927	150 – 151	P-1012527	37	P-1012918	206	P-1013904	36	P-1018616	113
P-1009929	150 – 151	P-1012528	37	P-1012919	206	P-1013905	204	P-1018617	114
P-1009931	32 – 33	P-1012569	64	P-1012920	206	P-1013906	204	P-1018618	114
P-1009932	32 – 33	P-1012587	47	P-1012921	206	P-1013907	246	P-1018619	114
P-1009934	264 – 265	P-1012694	200 – 201	P-1012922	206	P-1014520	106	P-1018624	34
P-1009935	230	P-1012695	200 – 201	P-1012923	206	P-1014521	106	P-1018750	301
P-1009941	42	P-1012696	200 – 201	P-1012924	206	P-1014529	26	P-1018751	265
P-1009942	58	P-1012697	200 – 201	P-1012925	206	P-1014616	288	P-1018752	265
P-1009943	91	P-1012698	200 – 201	P-1012926	206	P-1014617	182	P-1018753	265
P-1009945	152	P-1012699	200 – 201	P-1012927	206	P-1014618	166	P-1018787	89
P-1009946	152	P-1012741	123	P-1012928	206	P-1014620	164	P-1018820	172 – 173
P-1009948	245	P-1012782	247	P-1012929	206	P-1014621	164	P-1018822	93
P-1009949	202	P-1012801	145	P-1012930	206	P-1014622	161	P-1018834	55
P-1009950	96 – 97	P-1012816	282	P-1012931	206	P-1016651	26	P-1018835	83
P-1009951	96 – 97	P-1012817	282	P-1012932	206	P-1016652	24	P-1018836	83
P-1009954	40	P-1012818	254 – 257	P-1012933	206	P-1017213	12 – 14	P-1018837	207
P-1009955	40	P-1012819	254 – 257	P-1012934	208	P-1017264	276 – 277	P-1018839	207
P-1009956	272	P-1012820	258	P-1012935	208	P-1017284	182	P-1018841	207
P-1009957	272	P-1012821	171	P-1012936	208	P-1017329	136	P-1018842	207
P-1009959	227	P-1012827	88	P-1012937	208	P-1017330	136	P-1018844	207
P-1009960	236	P-1012830	92,298	P-1012938	208	P-1017331	136	P-1018845	208
P-1009961	236	P-1012831	92,298	P-1012939	208	P-1017332	71	P-1018846	208
P-1009962	193	P-1012832	285	P-1012940	207	P-1017333	106	P-1018847	209
P-1009963	193	P-1012833	285	P-1012941	207	P-1017334	106	P-1018874	296
P-1009964	193	P-1012834	292 – 293	P-1012942	207	P-1017337	273	P-1018889	215
P-1010030	161	P-1012835	292 – 293	P-1012943	206	P-1017338	273	P-1019180	63,295
P-1010031	161	P-1012836	248 – 249	P-1012944	206	P-1017339	104 – 105	P-1019188	222
P-1010114	302	P-1012837	248 – 249	P-1012945	206	P-1017340	104 – 105	P-1019212	221
P-1010121	51	P-1012838	250	P-1012946	206	P-1017341	106	P-1019213	251
P-1010125	90	P-1012840	250	P-1012947	206	P-1017342	104 – 105	P-1019214	251
P-1010126	90	P-1012841	250	P-1012948	206	P-1017344	106	P-1019218	300
P-1010132	200 – 201	P-1012842	250	P-1012949	206	P-1017366	140	P-1019219	299
P-1010137	199	P-1012844	78 – 79	P-1012950	206	P-1017531	76	P-1019299	62 – 63
P-1010138	200 – 201	P-1012847	298	P-1012951	206	P-1017579	136,267	P-1019300	62 – 63
P-1010139	200 – 201	P-1012848	298	P-1012952	206	P-1017591	98	P-1019301	62 – 63
P-1010140	199	P-1012849	298	P-1012953	206	P-1017655	246	P-4000036	132,302
P-1010141	199	P-1012850	78 – 79	P-1012954	206	P-1017716	300	P-4003748	67
P-1010142	199	P-1012851	78 – 79	P-1012955	206	P-1017718	300	P-4003876	58
P-1010143	199	P-1012853	78 – 79	P-1012956	206	P-1017719	300	P-4003987	152
P-1010144	199	P-1012854	78 – 79	P-1012957	206	P-1017725	271	P-4004002	152
P-1010145	199	P-1012855	92	P-1012958	206	P-1017729	135	P-4004057	152
P-1010146	200 – 201	P-1012856	92	P-1012959	206	P-1017730	134	P-4008112	97
P-1010152	200 – 201	P-1012857	270	P-1012960	206	P-1017731	30 – 31	P-4008308	104 – 105
P-1010154	200 – 201	P-1012858	270	P-1012961	207	P-1017732	30 – 31	P-4008573	241
P-1010155	200 – 201	P-1012859	229	P-1012962	207	P-1017734	31	P-4009036	295
P-1010156	200 – 201	P-1012860	168	P-1012963	207	P-1017735	31	P-5006578	44
P-1010157	200 – 201	P-1012861	168	P-1012964	207	P-1017780	210	P-5006663	167
P-1010158	200 – 201	P-1012862	131	P-1012965	207	P-1017781	210		
P-1010164	227	P-1012863	159	P-1012966	207	P-1017782	119		
P-1010168	55	P-1012865	282	P-1012967	207	P-1017783	119		
P-1010175	170	P-1012869	116	P-1012968	207	P-1017784	119		
P-1010181	301	P-1012870	140	P-1012969	207	P-1017785	119		
P-1010189	55	P-1012872	55	P-1012970	207	P-1017789	292 – 293		
P-1010190	200 – 201	P-1012873	300	P-1012971	207	P-1017801	224		
P-1010191	200 – 201	P-1012874	247	P-1012972	207	P-1017806	206		
P-1010192	200 – 201	P-1012875	247	P-1012973	207	P-1017870	297		
P-1010194	170	P-1012876	247	P-1012974	208	P-1017874	184 – 187		
P-1010195	199	P-1012877	247	P-1012975	208	P-1017875	134		
P-1010196	199	P-1012878	247	P-1012976	208	P-1017879	184		
P-1010197	199	P-1012880	118	P-1012977	208	P-1017897	128		
P-1010198	199	P-1012882	51	P-1012978	208	P-1017898	128		
P-1010199	199	P-1012883	175	P-1012979	208	P-1017899	128		
P-1010214	51	P-1012884	175	P-1012980	208	P-1017904	295		
P-1010217	50	P-1012885	175	P-1012981	208	P-1018001	132		
P-1010219	126	P-1012886	145	P-1012982	208	P-1018065	195,302		
P-1010232	123	P-1012887	145	P-1012983	207	P-1018075	70		
P-1010234	55	P-1012889	213	P-1012984	207	P-1018102	61		
P-1010248	123	P-1012890	213	P-1012985	209	P-1018103	180 – 181		
P-1010250	123	P-1012891	152	P-1012986	209	P-1018104	180 – 181		
P-1010252	291	P-1012892	286	P-1012987	209	P-1019196	180 – 181		
P-1010253	291	P-1012893	110	P-1012988	207	P-1018106	181		
P-1010254	291	P-1012894	260	P-1012989	207	P-1018347	289		
P-1010255	291	P-1012899	266	P-1012990	207	P-1018439	295		
P-1010256	291	P-1012900	266	P-1012991	208	P-1018448	67		
P-1010300	150 – 151	P-1012902	206	P-1012992	208	P-1018449	298		
P-1011346	200 – 201	P-1012903	206	P-1012993	208	P-1018466	77		
P-1011450	122	P-1012904	206	P-1012994	209	P-1018468	107		
P-1011739	290	P-1012905	206	P-1012995	207	P-1018469	107		
P-1011768	302	P-1012906	206	P-1013123	216	P-1018475	103		



P-1017595

**Schichtvulkan**

Das handbemalte Modell eines Schichtvulkans veranschaulicht durch einen Anschnitt den Weg des flüssigen Magmas durch das Erdinnere ans Erdäußere.

Material: PVC  
 Maße: 47x35x19 cm  
 Gewicht: 2,40 kg

P-1017595

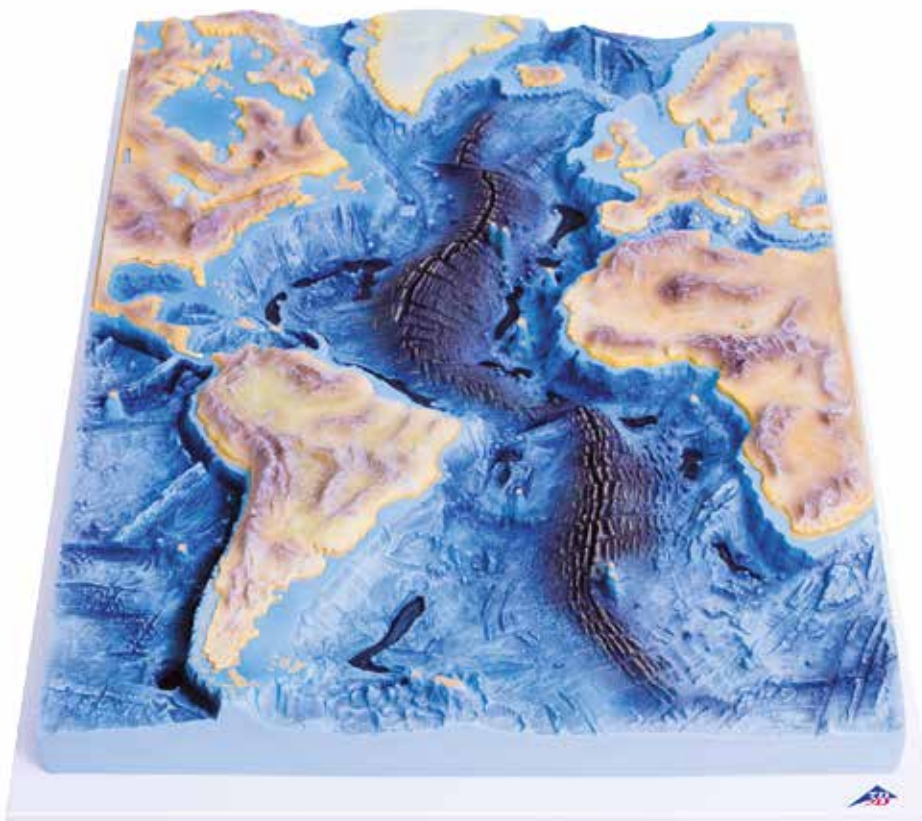
**Satz drei Vulkangesteine**

Satz drei Vulkanite bestehend aus drei Säckchen zu je zehn walnussgroßen Einzelsteinen Lavagestein, Obsidian und Bims.

P-1018462



P-1018462



**Mittelatlantischer Rücken**

Das Modell veranschaulicht dreidimensional den s-förmigen Verlauf des durch Plattenverschiebung entstandenen Vulkangebirges im Atlantischen Ozean.

Maßstab  
 am Äquator: 1:320.000.000  
 Material: PVC  
 Maße: 64x48x8 cm  
 Gewicht: 6,5 kg

P-1017594

P-1017594



### Sammlung 24 Gesteine

Die Sammlungen enthalten 24 häufig vorkommende Vertreter unterschiedlicher Gesteins- und Mineraliengruppen. Die darin enthaltenen Exemplare sind ca. 3x3x3 cm<sup>3</sup> bis 5x5x5 cm<sup>3</sup> groß und werden in einem robusten Sortimentskasten inklusive Nummerierung, Bezeichnung und Begleitheft geliefert.



### Sammlung 24 vulkanischer Gesteine und Mineralien

Die Sammlung enthält vulkanische Gesteine und Mineralien:

**Eruptivgesteine:** Basalt, Phonolit, Pechstein, Rhyolit

**Lava:** Lava vom Vesuv, basaltische Lava und rhyolitische Lava

**Pyroklasten:** Lapilli, vulkanische Asche, Bims

**Mineralien:** Anorthit, Anorthoclas, Augit, Cristobalit, Hauyn, Leucit, Natrolit, Nephelin, Pickeringit, Sanidin, Schwefel, Thaumassit, Tridymit, Obsidian

**P-1018442** .....



### Sammlung 24 Gesteine

Die Sammlung enthält häufig vorkommende Vertreter der metamorphen, sedimentären und magmatischen Gesteine sowie wichtige Vertreter von Industrie-Gesteinen:

**Magmatische Gesteine, Plutonite:** Foyait, Gabbro, Granit, Granodiorit, Larvikit und Monzonit

**Magmatische Gesteine, Vulkanite:** Basalt, Bimsstein, Phonolit, Rhyolit

**Sedimentäre Gesteine:** Brekzie, Dolomit, Gipsgestein, Kalkstein, Kreide, Quarzit und Sandstein

**Metamorphe Gesteine:** Amphibolit, Eklogit, Glimmerschiefer, Gneis, Marmor, Phyllit und Serpentin

**P-1018443** .....



### Sammlung 24 Minerale

Die Sammlung enthält Vertreter der zehn Mineralienklassen: Elemente, Sulfide, Halogenide, Oxide, Karbonate, Borate, Sulfat, Silikate, Phosphate und organischer Verbindungen:

**1. Elemente:** Graphit und Schwefel

**2. Sulfide:** Bournonit, Galenit und Pyrit

**3. Halogenide:** Fluorit und Halit

**4. Oxide:** Hematit, Quarz und Rutil

**5. Karbonate:** Calcit und Dolomit

**6. Borate:** Ludwigit

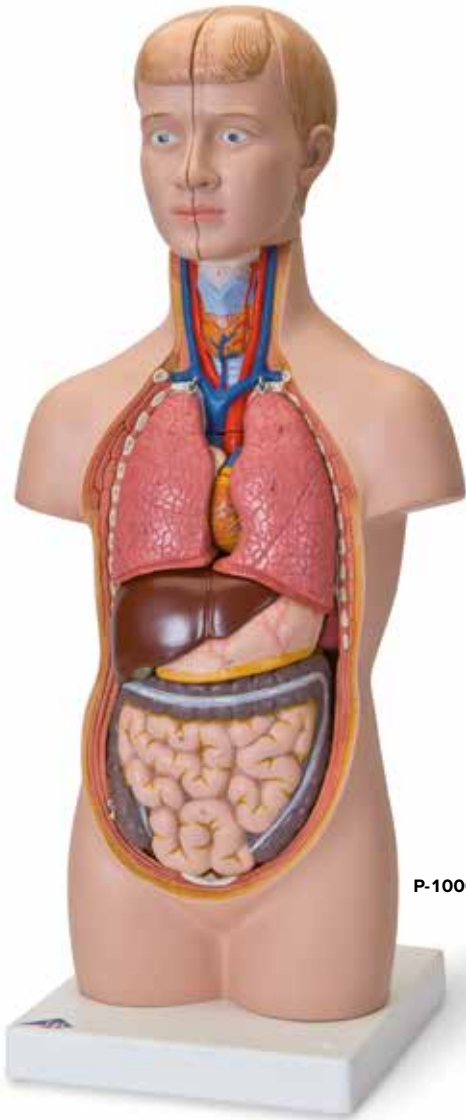
**7. Sulfate:** Barit, Coelestin und Gips

**8. Phosphate, Arsenate und Vanadate:** Apatit und Vanadit

**9. Silikate und Germanate:** Actinolit, Amazonit, Muscovit, Sodalit und Talk

**10. Organische Verbindung:** Copal

**P-1018444** .....



P-1000195

**Mini-Torso, 12-teilig**

Dieser Torso entspricht etwa der halben natürlichen Größe. Auch kleine Hände können ihn schnell zerlegen in:

- 2 Kopfhälften
- 1 Gehirnhälfte
- 2 Lungenflügel
- 2-teiliges Herz
- Magen
- Leber mit Gallenblase
- 2-teiliges Darmpaket

54x24x18 cm  
1,89 kg

P-1000195



P-1000259

**Auge, 5-fache Größe, 6-teilig**

Sie können unser Augenmodell in folgende Teile zerlegen:

- Beide Hälften der weißen Augenhaut mit Hornhaut und Augenmuskelansätzen
- Beide Hälften der Aderhaut mit Netzhaut und Iris
- Linse
- Glaskörper

Auf Sockel. 9x9x15 cm; 0,1 kg

P-1000259



P-1001294

**Anthropologischer Schädel La Chapelle-aux-Saints**

Abgegosen von der Rekonstruktion des La Chapelle-aux-Saints Schädels zeigt dieses akkurat ausgearbeitete Modell den Schädel eines männlichen, 50 bis 55 Jahre alten europäischen Neandertalers, des Homo (sapiens) neanderthalensis. Vertreter des Altmenschen. Fundort: Südfrankreich. Fundzeit: 1908; Alter: ca. 35.000 bis 45.000 Jahre

22x16x22,5 cm; 0,9 kg

P-1001294



P-1012829



**Druckausgleich im Mittelohr**

Dieses Funktionsmodell veranschaulicht den Druckausgleichsmechanismus des Mittelohres über die Ohrtrompete. Dabei ist das Auswölben oder Eindellen des Trommelfelles sowie der darauf erfolgende Druckausgleich darstellbar. Lieferung inklusive Ersatzmembran und Lehrer-Beschreibung.

16x13x12 cm; 0,2 kg

P-1012829



**Die pflanzliche Zelle,  
500.000 – 1.000.000-fache Vergrößerung**

Mit Hilfe dieses lange haltbaren Modells verstehen und merken sich Ihre Schüler den Aufbau der pflanzlichen Zelle – und das zu einem hervorragenden Preis-Leistungs-Verhältnis! Alle wichtigen Organellen sind zur besseren Veranschaulichung erhoben und farblich differenziert dargestellt, wie z.B.

- Zellwand
- Zellmembran
- Zellkern
- Glattes Endoplasmatisches Retikulum (ER)
- Raues Endoplasmatisches Retikulum (ER)
- Ribosomen
- Chloroplasten
- Mitochondrien
- Dictyosomen/Golgi-Apparat

**P-1000524** .....



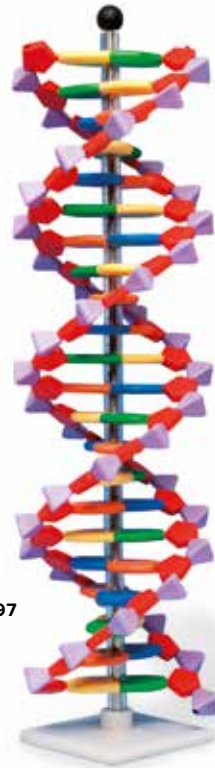
P-1000524

**miniDNA™ Modell, 22 Basenpaare**

Das miniDNA™-System enthält abstrakt geformte, farbcodierte Teile zum Darstellen der Stickstoffbasen, fünfeckigen Zucker und pyramidenförmigen Phosphatteile, die zum Herstellen der Doppelhelix notwendig sind.

Inhalt: 11 Thymin, 11 Adenin, 11 Guanin, 11 Cytosin, 44 Desoxyribose, 44 Phosphat, Anleitung, Ständer  
H.: 44cm; Ø: 11 cm

**P-1005297** .....



P-1005297



P-1005971

**Das Leben der Honigbiene – Apis cerana**

Mit diesen anschaulichen Einbettungen geben Sie Ihren Schülern einen hervorragenden Einblick in das Reich der Honigbiene. Zu sehen sind hochwertige Präparate von

1. Ei,
2. Larve,
3. Puppe,
4. Arbeiterin,
5. Drohne,
6. Königin,
7. Mittelwand,
8. Wabe der Arbeiterin,
9. Wabe der Königin,
10. Bienenpollen,
11. Honig,
12. Wachs

**P-1005971** .....



P-1000530

**Kirschblüte mit Frucht**

Dieses hochwertige Modell zeigt die Blüte der Süßkirsche (3-teilig) in 7-facher Vergrößerung sowie eine Kirschfrucht in 3-facher Vergrößerung. Die Kirschblüte lässt sich in 2 Hälften zerlegen, sodass Ihre Schüler den herausnehmbaren Fruchtknoten mit Griffel und Narbe sehen können.

32,5 cm; 0,6 kg  
**P-1000530** .....



P-1001267

**Feuersalamander (Salamandra salamandra)**

Ein Salamander, der vor allem jüngere Schüler begeistert. Die Bemalung unseres Feuersalamanders ist täuschend echt und die typischen Erkennungsmerkmale sind deutlich sichtbar. Er ist lebensgroß auf natürlichem Untergrund modelliert.

21x12x3 cm  
**P-1001267** .....



P-1010264



**Monokulares Kursmikroskop Modell 300 (230 V, 50/60 Hz)**

Das Kursmikroskop Modell 300 genügt allen Anforderungen, die ein anspruchsvoller Biologieunterricht stellt. Einfache Bedienung und gute mechanische und optische Qualität zeichnen dieses Mikroskop aus. Es ist ausgestattet mit Kreuztisch, 4-fach Objektivrevolver mit DIN achromatischen Objektiven 4x, 10x, 40x, 100x und Abbe-Kondensor.

P-1003271

**Einfaches Präparierbesteck**

Mit diesem erstklassigen Präparierbesteck erhalten Sie hochwertige Edelstahlinstrumente in einem ansprechenden Vinyltut.

- 1 Schere, spitz, 10 cm
- 1 Pinzette, spitz, 13 cm
- 1 Präpariernadel, 13,5 cm
- 1 Skalpellklingenhalter Nr. 4
- 5 Wechsel-Skalpell-Klingen Nr. 11 18x8x3 cm; 0,15 kg

P-1008710



P-1008710

**DNA-Extraktion aus der Zwiebel**

Mit diesem einfachen Versuch zum Thema Zellbiologie und Genetik können Sie ohne lange Vorbereitungszeit in einer Schulstunde chromosomale DNA aus einer Zwiebel isolieren. Dabei lernen Ihre Schülerinnen und Schüler der Sek I und Sek II ein grundlegendes Verfahren zur DNA-Extraktion kennen. In diesem Kit ist alles enthalten, um 5 Gruppen parallel arbeiten zu lassen. Ein effizientes Unterrichtsexperiment mit großer DNA-Ausbeute, das Ihren Schülern viel Spaß bereiten wird.

**Lieferumfang für 15 Versuche:**

- 80 ml Extraktionspuffer,
  - 500 mg Proteasemischung,
  - 15 Flachbodenröhrchen,
  - 15 Rundfilter aus Papier,
  - 5 Trichter,
  - 15 Holzstäbchen,
- Versuchsanleitung (mehrsprachig).

P-1010264



P-1003271



## ► Schattenkreuzröhre S

Hohevakuierete Elektronenröhre mit divergenter Elektronenkanone, Leuchtschirm und Malteserkreuz. Zum Nachweis der geradlinigen Ausbreitung von Elektronen im feldfreien Raum durch Schattenprojektion des Malteserkreuzes auf den Leuchtschirm und zur Einführung in die Elektronenoptik.

Siehe Seite 238

