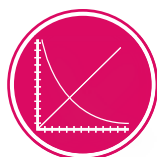




# CONTEÚDO

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>4 Novos produtos</b>                                    | <b>96 Ondas e som</b>                    | 184 Física laser para corpos sólidos                       |
| <b>6 Experiências didáticas</b>                            | 96 Óptica ondulatória                    | 188 Conjuntos de aparelhos                                 |
| 6 3B Student Kit   | 98 Ondas na água                         |  |
| 13 Aparelho didático para acústica                         | 99 Ondas mecânicas                       | <b>190 Eletricidade e magnetismo</b>                       |
| 14 Sistema de aparelhos para experimentação didática (SED) | 103 Som                                  | 190 Eletrostática  |
| 32 Óptica de Kröncke em exercícios didáticos e na prática  | 111 Ultra-som                            | 196 Circuito elétrico                                      |
| 34 Experiências didáticas fundamentais                     | <b>120 Energia e meio ambiente</b>       | 206 3B Sistema de elementos para encaixe                   |
| 35 Caixa de luz  | 120 Energia solar                        | 210 Aparelho de carga e descarga                           |
| 36 Energias regenerativas                                  | 121 Células combustíveis / Efeito estufa | 211 Eletroquímica  |
|  | 122 Clima                                | 214 Magnetismo   |
|  | 123 Ruído                                | 216 Campo magnético  |
| <b>37 Experimentos apoiados por computador</b>             | <b>124 Calor e termodinâmica</b>         | 222 Condutor em campo magnético                            |
| 37 Software Coach 7  | 124 Termômetros                          | 224 Indução  |
| 40 Interfaces laboratoriais                                | 128 Equivalente térmico                  | 228 Transformador desmontável                              |
| 42 Sensores  | 129 Calorímetros                         | 231 Transformador Tesla                                    |
|  | 130 Dilatação térmica                    | 232 Elétrons livres em gases e no vácuo                    |
| <b>50 Mecânica</b>   | 133 Condução de calor / Fluxo térmico    |  |
| 50 Mecânica no quadro branco de parede                     | 134 Radiação térmica                     | <b>246 Física atômica e nuclear</b>                        |
| 51 Medição de tempo  | 136 Condução de calor                    | 246 Sistema periódico dos elementos                        |
| 52 Medição de comprimentos                                 | 137 Ciclos                               | 247 Experiência de Millikan                                |
| 53 Medição de volume                                       | 138 Lei dos gases                        | 248 Conjunto de montagem de moléculas / Modelos de cristal |
| 54 Dinamômetros  | 141 Ciclos                               | 250 Fundamentos da física atômica                          |
| 55 Molas helicoidais                                       |  | 252 Efeito de Zeeman                                       |
| 56 Pesos de balança  | <b>146 Luz e óptica</b>                  | 254 Experiência de Franck-Hertz                            |
| 58 Gravitação / Astronomia                                 | 146 Óptica no quadro branco de parede    | 258 Fluorescência do sódio                                 |
| 59 Estática  | 149 Óptica geométrica                    | 258 Aparelho de raio X                                     |
| 60 Fricção   | 150 Óptica segundo Kröncke               | 259 Radioatividade   |
| 61 Máquinas simples  | 152 Sistema óptico NEVA                  | 262 ESR/NMR  |
| 63 Movimento linear  | 153 Óptica no banco óptico U             | 264 Efeito Hall  |
| 66 Movimento plano   | 154 Óptica no banco óptico D             |  |
| 68 Física com orçamento pequeno                            | 155 Lâmpadas para óptica sobre haste     | <b>267 Neurofisiologia</b>                                 |
| 69 Queda livre / Aceleração uniforme                       | 157 Elementos de arranjo sobre haste     |  |
| 70 Lançamento horizontal e vertical                        | 160 Anéis de Newton / Espelho de Fresnel | <b>270 Instrumentos</b>                                    |
| 72 Movimentos de rotação                                   | 161 Objetos geométricos                  | 270 Aparelhos de rede                                      |
| 74 Giroscópio  | 162 Objetos de difração                  | 276 Geradores de função                                    |
| 75 Oscilações  | 165 Filtros                              | 278 Osciloscópios digitais                                 |
| 83 Flutuação   | 166 Prismas / Cristais ópticos           | 280 Aparelhos manuais analógicos de medição                |
| 84 Densidade e volume                                      | 168 Sensor CCD HD                        | 282 Aparelhos manuais digitais de medição                  |
| 86 Pressão   | 169 Óptica de ondas com o laser          | 286 Contadores digitais                                    |
| 88 Viscosidade / Tensão de superfície                      | 170 Teoria da cor                        | 287 Amplificadores   |
| 89 Deformações elásticas                                   | 172 Velocidade da luz / Folha espelhada  | 288 Campo magnético  |
| 90 Vácuo   | 173 Efeito de Faraday                    | 289 Misturadores magnéticos / Fontes de calor              |
| 92 Bombas de vácuo com conexão para mangueira              | 174 Efeito Pockels                       | 290 Refratômetros  |
| 93 Bombas de vácuo com conexão KF                          | 175 Polarização                          | 291 Microscópios   |
| 94 Aerodinâmica  | 176 Tubos e lâmpadas espectrais          | 292 Câmeras de vídeo                                       |
| 95 Corrente laminar  | 178 Espectrômetros                       | 294 Balanças de laboratório                                |
|  | 182 Interferômetro de Mach-Zehnder       |  |
|  | 183 Interferômetro de Michelson          | <b>296 Equipamento de laboratório</b>                      |
|  |  | 296 Material de apoio                                      |
|  |  | 299 Cabos para experiências                                |
|  |  | 302 Vidrarias  |
|  |  | 303 Diversos   |



## LEGENDA

Este aviso lista os experimentos relacionados aos produtos do nosso catálogo de experimentos da física. Você também pode encontrar estes experimentos em nosso site [3bscientific.com](http://3bscientific.com), procurando pelo número informado.

UE2020200

## 304 Índice alfabético

## 315 Índice numérico



## [> Página 20](#)

SED Eletrônica  
P-1021672



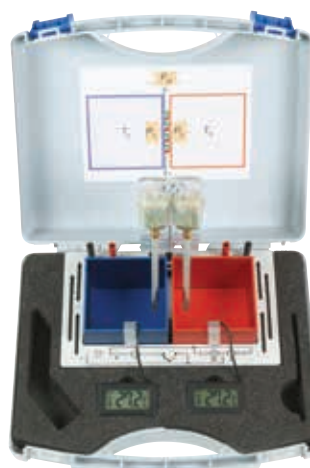
## [> Página 40](#)

VinciLab  
P-1021477



## [> Página 66](#)

Mesa de ar com discos de jato de tinta  
P-1021623



## [> Página 145](#)

Bomba térmica Peltier  
P-1020769



#### Vantagens:

- Design prático, modelo robusto
- Medição rápida e precisa
- LCD grande, de 3,5 posições



#### Medidor de pH

Medidor de valores de pH digital para medição do valor de pH de líquidos aquosos e sua pela diferença galvânica de tensão entre líquidos ácidos, neutros e alcalinos na ponta da sonda de imersão. O aparelho possui uma carcaça robusta de dimensões compactas e é fácil de operar. Ele está equipado com uma grande tela de LCD com iluminação traseira permanente, 2 potenciômetros de ajuste para calibragem para valores de pH = 4 a pH = 7 com a chave de fenda apropriada. Inclui solução de calibragem, chave de fenda, bateria e instruções de uso.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Faixa pH:                   | 0 – 14 pH                                |
| Resolução:                  | 0,01 pH                                  |
| Precisão:                   | ± 0,05 pH                                |
| Compensação de temperatura: | 0 - 50°C                                 |
| Tensão de operação:         | pilha de 9 V (NEDA 1604)                 |
| Tela:                       | LCD de 3,5 posições,<br>18 mm, máx. 1999 |
| Dimensões:                  | aprox. 150x70x25 mm <sup>3</sup>         |
| Peso:                       | aprox. 230 g                             |

**P-1020915**



#### Vantagens:

- Design prático do invólucro com sonda substituível
- Representação simultânea de valor de pH e temperatura
- Prática operação com uma mão de todas as funções de medição

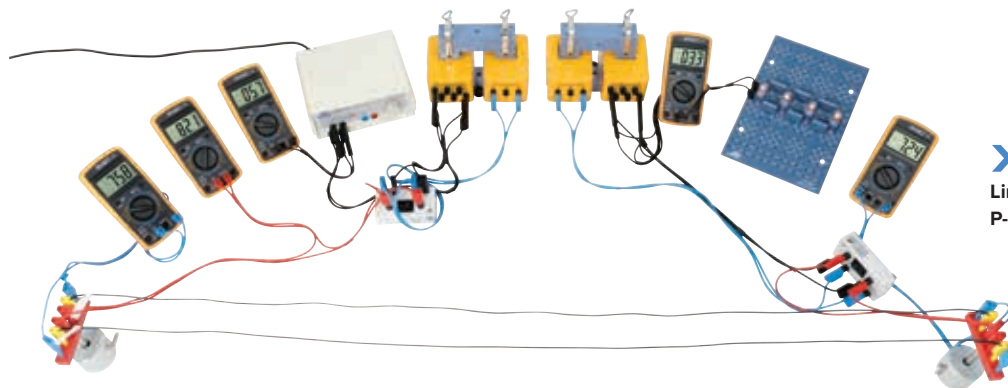


#### Medidor de pH (2 em 1)

Medidor de pH digital para medição simultânea do valor de pH de líquidos aquosos e sua temperatura. A medição do pH se dá pela diferença galvânica de tensão entre líquidos ácidos, neutros e alcalinos. Carcaça robusta à prova d'água, grande tela de LCD com iluminação traseira permanente, fácil de usar. Inclui solução de calibragem, baterias e instruções de uso.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Faixa pH:                   | 0 – 14 pH                                |
| Resolução:                  | 0,01 pH                                  |
| Precisão:                   | ± 0,05 pH                                |
| Compensação de temperatura: | 0 - 50°C                                 |
| Medição de temperatura:     | 0 - 50°C                                 |
| Resolução:                  | 0,1°C                                    |
| Precisão:                   | ± 1°C                                    |
| Tensão de operação:         | 4 x 1,5 V pilhas (AG-13)                 |
| Tipo de proteção:           | IP 65 à prova de água                    |
| Tela:                       | LCD de 3,5 posições,<br>11 mm, máx. 1999 |
| Dimensões:                  | aprox. 190x35x35 mm <sup>3</sup>         |
| Peso:                       | aprox. 100 g                             |

**P-1020914**



#### ➤ Página 202

Linha aérea de modelo, par  
**P-1020769**

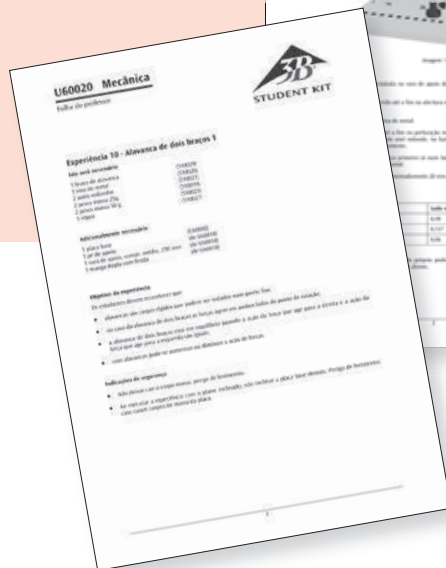
# EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS

## 3B STUDENT Kit

### Experiências didáticas para o nível secundário 1

Com o versátil 3B STUDENT Kits os estudantes do ensino médio poderão montar e realizar de forma autônoma uma ampla seleção de experiências fundamentais no âmbito da mecânica, da térmica, da óptica, da eletrostática e da elétrica. Um manual detalhado de experiências, dividido e folhas de aluno e de professor, ajudam o aluno na execução e facilitam a preparação para o professor. Para cada arranjo experimental, no qual, por exemplo, dois alunos podem trabalhar juntos, só são necessários aproximadamente 400x250 mm<sup>2</sup>. Mesmo assim, está garantida uma montagem, clara e estável. Os componentes robustos são feitos de alumínio anodizado, plástico ou vidro.

Inclui CD com instruções das experiências!



## STUDENT Kit conjunto básico

Aparelho básico para o STUDENT Kits mecânica (P-1000731) e térmica (P-1000732). Consistindo numa robusta placa base de matéria plástica, material de apoio de alumínio anodizado e outros componentes que podem ser utilizados tanto na mecânica como também na térmica. Em sólida caixa de matéria plástica com recheio de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com manual para experiências.

### Fornecimento:

- 1 placa base
  - 2 pés de apoio
  - 2 varas de apoio de 360 mm
  - 1 vara de apoio de 250 mm
  - 2 varas de apoio de 100 mm
  - 2 mangas duplas com fenda
  - 1 clipe de fixação de 8 mm Ø
  - 1 clipe de fixação de 22 mm Ø
  - 1 clipe de fixação de 27 mm Ø
  - 1 copo de 500 ml
  - 1 proveta
  - 1 tubo de vidro de 50 mm
  - 1 tubo de vidro de 250 mm
  - 1 mangueira de silicone 500 mm x 6 mm Ø
  - 4 g de glicerina
  - 1 CD com Manuais de Experimentos
- P-1000730**

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



### STUDENT Kit mecânica

Conjunto de aparelhos para a realização de 25 experiências didáticas fundamentais no âmbito da mecânica dos corpos sólidos, líquidos e gasosos. Em sólida caixa de matéria plástica com recheio de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim de forma clara. Montadas e executadas sobre a placa base do Student Kit conjunto básico (P-1000730).

**P-1000731**

#### Exigência complementar:

**P-1000730 STUDENT Kit conjunto básico**

#### Fornecimento:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1 tira de aço de mola       | 1 massa de alumínio                        |
| 1 alavanca                  | 1 massa de madeira                         |
| 1 régua                     | 1 mangueira de silicone de 500 mm x 3 mm Ø |
| 1 roldana                   | 1 conector de mangueira                    |
| 1 roldana com gancho        | 1 clipe de fixação de 8 mm Ø               |
| 1 massa de 100 g            | 1 clipe de fixação de 14 mm Ø              |
| 3 massas de 50 g            | 1 seringa de 60 ml                         |
| 2 massas de 25 g            | 1 seringa de 30 ml                         |
| 1 dinamômetro de 2 N        | 1 bola de plástico                         |
| 1 eixo de metal             | 1 tampa de borracha (30 mm x 31/25 mm Ø)   |
| 4 aros para o eixo de metal | 1 funil de 40 mm Ø                         |
| 1 roldana com corda         | 1 manômetro de tubo em U                   |
| 1 carro                     | 1 cilindro de medição                      |
| 1 bloco de atrito           | 100 g de massa de modelar                  |
| 1 mola em espiral           |  |
| 1 massa de aço              |  |



#### Incluso 25 instruções de experiências para mecânica:

- Ação da força
- Ação e reação
- Deformação por ação de forças (2 experiências)
- Massa e densidade de corpos
- Atrito (2 experiências)
- Alavanca de um braço
- Alavanca de dois braços (2 experiências)
- Roldana fixa
- Roldana livre
- Roldanas fixas e livres
- Plano inclinado (2 experiências)
- Vasos comunicantes
- Pressão em líquidos
- Princípios do manômetro de tubo em U
- Pressão do peso em líquidos
- Flutuação em líquidos
- Boiar e afundar
- Ar como corpo
- Pressão e volume
- Temperatura e volume
- Ação da pressão do ar ambiente

#### Equipamento em aparelhos mecânica :

**P-1000731 STUDENT Kit mecânica**

**P-1000730 STUDENT Kit conjunto básico**



**Alavanca de dois braços**

### STUDENT Kit térmica

Conjunto de aparelhos para a realização de 10 experiências didáticas fundamentais no âmbito da térmica. Em sólida caixa de matéria plástica com recheio de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim de forma clara. Montadas e executadas sobre a placa base do Student Kit conjunto básico (P-1000730).

#### Fornecimento:

1 seringa de Erlenmeyer de 100 ml  
1 tira de bimetálica  
1 espelho côncavo sobre haste  
1 bastão de alumínio de 200 mm  
1 termômetro -10 – +100°C  
1 tubo de vidro com ângulo de 90°  
1 tampa de borracha de 25 mmx24/19 mm Ø  
1 queimador a álcool  
1 base de cerâmica

**P-1000732**

#### Exigência complementar:

**P-1000730 STUDENT Kit conjunto básico**

Inclui CD com  
instruções das  
experiências!

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



#### Incluso 10 instruções de experiências para térmica:

- Princípio de funcionamento do termômetro
- Aquecimento de corpos sólidos
- Aquecimento de corpos líquidos
- Aquecimento de corpos gasosos
- Comportamento de bimetálicos
- Condução de calor
- Radiação térmica
- Condensar
- Destilar
- Temperatura de mistura

#### Equipamento em aparelhos térmica :

**P-1000732 STUDENT Kit térmica**

**P-1000730 STUDENT Kit conjunto básico**



Princípio de funcionamento do termômetro

### STUDENT Kit óptica

Conjunto de aparelhos para a realização de 23 experiências didáticas fundamentais no âmbito da óptica. Em sólida caixa de matéria plástica com recheio de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com manual para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim de forma clara. Montadas e executadas sobre o banco óptico.

#### Fornecimento:

- 2 lentes,  $f = +100$  mm
- 1 lente,  $f = +50$  mm
- 1 lente,  $f = -100$  mm
- 1 lente,  $f = +300$  mm
- 1 suporte de diafragma
- 1 fonte de alimentação para lâmpada óptica
- 1 lâmpada óptica
- 1 máscara de apoio com transferidor
- 1 tela de projeção/ mesa de experiências
- 1 banco óptico
- 2 velas
- 1 corpo opaco
- 1 diafragma de fenda individual
- 1 diafragma de fenda tripla
- 1 diapositivo (slide) colorido M-Y-C
- 1 diafragma F
- 1 espelho flexível
- 1 placa paralelamente plana
- 1 corpo semicircular
- 1 lente convergente
- 1 lente divergente
- 1 prisma retangular
- 2 folhas de papel milimetrado, transparente DIN A5
- 1 régua



### STUDENT Kit óptica (230 V, 50/60 Hz) P-1000734

### STUDENT Kit óptica (115 V, 50/60 Hz) P-1000733

#### Incluso 23 instruções de experiências para óptica:

- Propagação da luz
- Luz e sombra
- Reflexão em espelho plano
- Espelho côncavo e espelho convexo
- Refração da luz (2 experiências)
- Índice de refração
- Lentes ópticas (percurso de feixe)
- Ponto focal de lentes convergentes
- Distância focal de lentes convergentes
- Formação de imagem em lentes convergentes
- Leis da projeção
- Lupa
- Funcionamento do olho
- Funcionamento dos óculos (2 experiências)
- Princípio de funcionamento do aparelho fotográfico
- Princípio de funcionamento do projetor de slide
- Princípio de funcionamento do telescópio segundo Galileu
- Princípio de funcionamento do telescópio astronômico
- Princípio de funcionamento do microscópio
- Decomposição da luz
- Mistura cromática

#### Equipamento em aparelhos óptica:

P-1000734 STUDENT Kit óptica (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1000733 STUDENT Kit óptica (115 V, 50/60 Hz)



Princípio de funcionamento do projetor de slide

## STUDENT Kit elétrica

Conjunto de aparelhos para execução de 28 experiências fundamentais do estudante da área da elétrica. Em caixa resistente de plástico com espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente. As ligações são construídas com componentes na caixa de conexões sobre placa de conexões. A alimentação de energia ocorre por uma ou duas monocélulas tipo D, LR20, 1,5 V (baterias não incluídas no material fornecido) ou por fonte externa. Inclui CD com manual para experiências.

**P-1017213**



## Fornecimento:

- 1 placa de conectores para componentes
- 2 suportes de monocélula
- 1 conjunto de condutores e nãocondutores
- 1 conjunto de 10 lâmpadas E10, 1,3 V; 60 mA
- 1 conjunto de 10 lâmpadas E10, 3,8 V; 300 mA
- 3 soquetes de lâmpada E10
- 2 interruptores
- 1 interruptor basculante, um polo
- 1 interruptor de tecla (NO), um polo
- 1 rolo de arame de cromo-níquel
- 1 rolo de arame de Constantan
- 1 rolo de arame de ferro
- 1 conjunto de 10 pontes
- 6 conectores de ligação, 4 mm
- 6 prendedores
- 1 potenciômetro, 220  $\Omega$
- 1 resistor de 47  $\Omega$ , 2 W
- 2 resistores de 100  $\Omega$ , 2 W
- 2 placas de zinco
- 2 placas de cobre
- 2 placas de carbono
- 1 calha de vidro
- 1 conjunto de 3 cabos de experiência, vermelhos
- 1 conjunto de 3 cabos de experiência, azuis
- 1 corda de experiência
- 1 corpo de massa, 50 g
- 1 vela

## Inclui 28 instruções de experiências de elétrica:

- O circuito elétrico simples (2x)
- Condutores e isoladores elétricos
- Efeitos do calor e da luz
- Diferentes fontes de eletricidade \*
- Condução de eletricidade em líquidos \*
- Interruptor de um polo
- Interruptor alternado
- Medição de corrente no circuito simples \*\*
- Medição de tensão no circuito simples \*\*
- Ligação em série de lâmpadas
- Ligação em paralelo de lâmpadas
- Tensão terminal e tensão de carga \*\*
- Ligação em paralelo e em série de baterias \*\*
- Bateria de limão \*\*
- Relação entre tensão e corrente por variação da tensão \* / \*\*
- Dependência da potência elétrica de grandezas no circuito \* / \*\*
- Dependência do trabalho elétrico de grandezas no circuito \* / \*\*
- Resistência ôhmica\* / \*\*
- Dependência da temperatura da resistência elétrica (2x) \* / \*\*
- Dependência da resistência do comprimento do fio \* / \*\*
- Dependência da resistência do perfil do fio \* / \*\*
- Dependência da resistência do material do fio \* / \*\*
- Resistência específica \* / \*\*
- Ligação em série de resistores \* / \*\*
- Ligação em paralelo de resistores \* / \*\*
- Resistência variável
- Potenciômetro \* / \*\*

## Equipamento em aparelhos para elétrica:

**P-1017213 STUDENT Kit Elétrica**

**P-1021091 Fonte AC/DC 0 – 12 V, 3 A**  
(230 V; 50/60 Hz)

ou

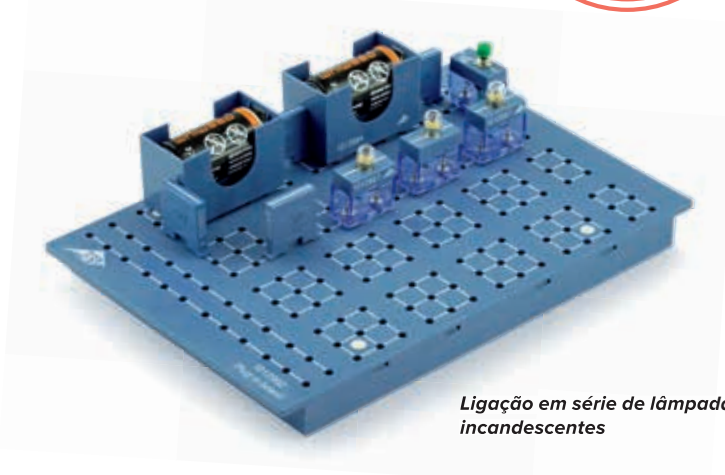
**P-1021092 Fonte AC/DC 0 - 12 V, 3 A**  
(115 V; 50/60 Hz)

(para experiências marcadas com \*)

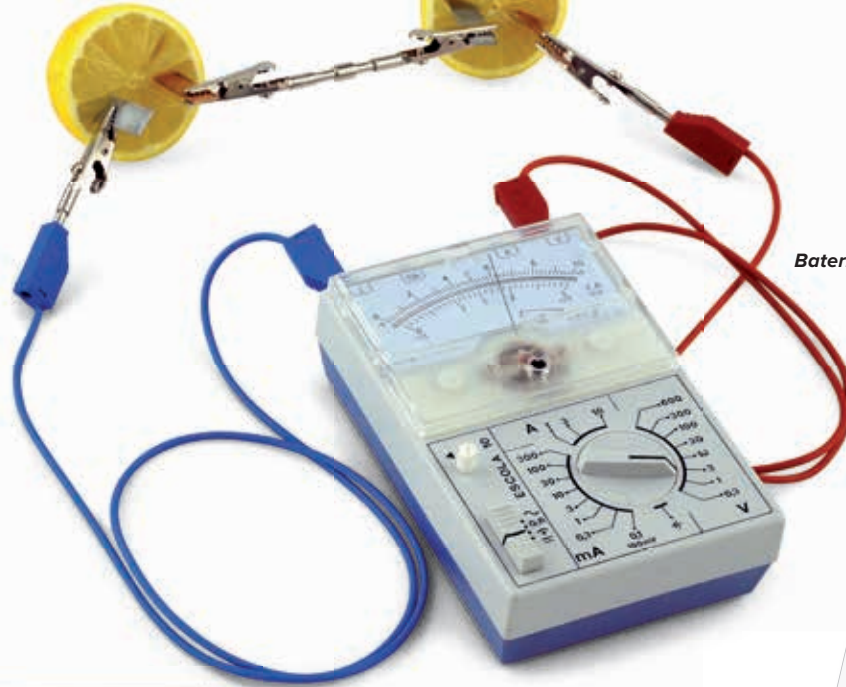
**P-1013526 Multímetro analógico**  
**ESCOLA 30**

(para experiências marcadas com \*\*)

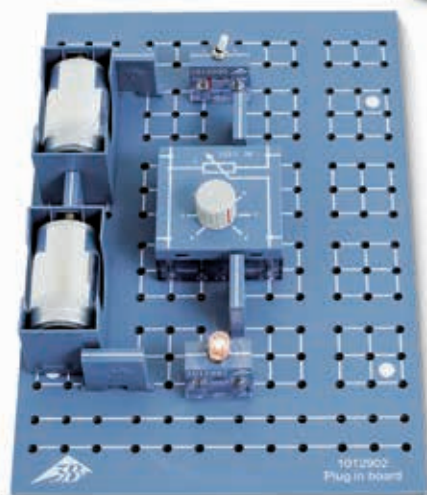
Inclui CD com  
instruções das  
experiências!



**Ligação em série de lâmpadas  
incandescentes**



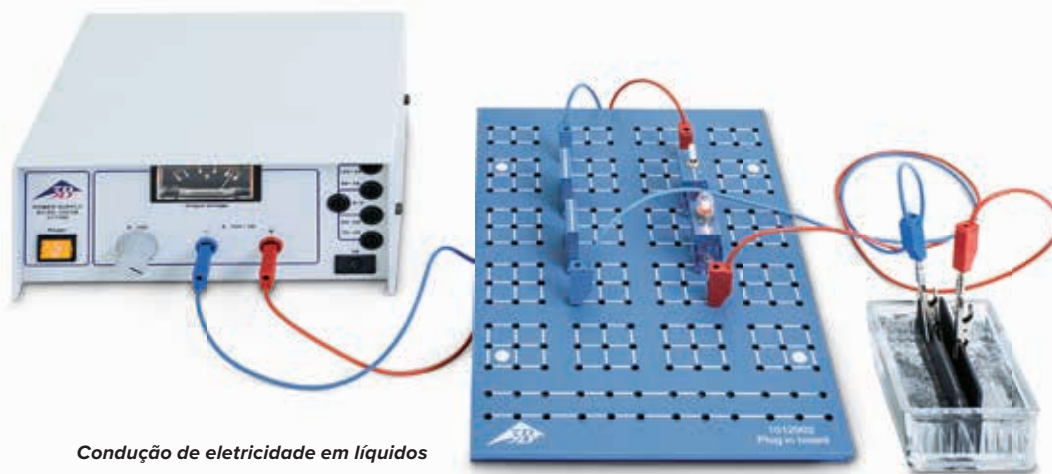
Bateria de limão



Resistor variável



➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



Condução de eletricidade em líquidos

Conjunto de aparelhos para a realização de 15 experiências didáticas fundamentais no âmbito da eletrostática. Incluso eletroscópio, indicador de carga, armazenador de carga e separador de carga piezelétrico. Em sólida caixa de matéria plástica com recheio de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com manual para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim de forma clara. Montadas e executadas na estrutura de montagem fornecida.

**Inclui CD com instruções das experiências!**

- 1 Pé de apoio
- 1 Estrutura de montagem
- 2 Bastões de alumínio
- 1 Bastão de alumínio com ímã
- 1 Eletroscópio
- 1 Placa de material plástico, angulada
- 1 Bastão de plástico
- 1 Bastão de vidro
- 1 Corpo condutor
- 1 Conjunto de agulhas
- 1 Roda de aspersão
- 1 Corpo de pêndulo  
(Esfera de Styropor®)
- 1 Agulha com rosca
- 1 Conjunto de plastilina
- 2 Cabos de experiência
- 1 Conjunto de bexigas de ar
- 1 Conjunto de papel e 1 pano  
de material sintético
- 1 Conjunto de tiras de metal
- 1 Fonte de carga piezelétrica
- 1 Gaiola de Faraday
- 1 Copo de Faraday
- 1 Indicador de carga
- 1 Acumulador de carga
- 2 Placas capacitores
- 1 Dielétrico

- Carregamento eletrostático de cabelos
- Os efeitos de força sobre partículas sem carga
- Indicador de carga
- O efeito de força entre dois corpos carregados
- Eletroscópio de construção própria
- O eletroscópio
- A “cabeleira”
- Comprovação de carga no capacitor
- O “pêndulo de carga”
- A “roda de aspersão”
- Separação de cargas por meio da indução eletrostática
- Transferência de carga com uma colher de cargas
- Copo de Faraday
- Gaiola de Faraday
- Capacitor de placas



A “cabeleira”

12 EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS | STUDENT Kit electrostática

### Aparelho didático para a acústica

Conjunto completo para a realização de mais de 30 experiências didáticas no âmbito da acústica. Em tablete de plástico com estofamento de espuma.

Dimensões: aprox. 530x375x155 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 4,5 kg

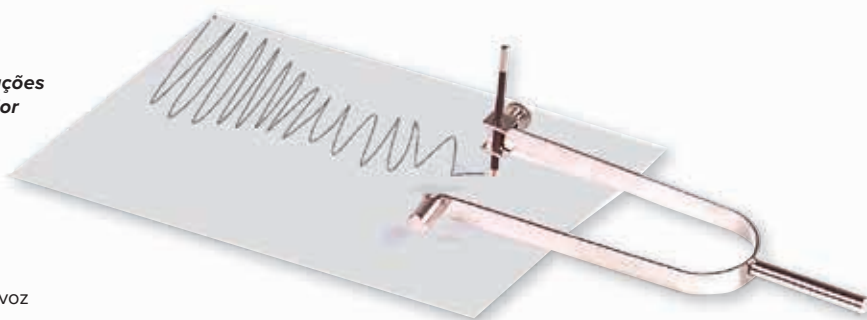
**Fornecimento:**

- 1 monocorde com escala de tamanho e tonal
- 1 corda de aço
- 1 corda de perlon
- 1 balança de mola sobre elemento de suporte
- 1 órgão de sopro com 8 válvulas
- 1 diapasão riscador de 21 Hz
- 1 diapasão de 440 Hz
- 1 diapasão de metal leve de 1700 Hz
- 1 órgão de sopro
- 1 coluna de ar fechada e afinável
- 1 coluna de ar afinada aberta
- 1 placa de Chladni com haste
- 1 sino em concha
- 1 apito de Galton
- 1 tubo de Kundt com pinça suporte
- 5 g de pó de licopódio em lata para espalhar
- 1 metalofone com martelo
- 1 corda para ondas
- 1 ressonador de Helmholtz, 70 mm Ø
- 1 ressonador de Helmholtz, 52 mm Ø
- 1 ressonador de Helmholtz, 40 mm Ø
- 1 ressonador de Helmholtz, 32 mm Ø
- 1 sargento
- 1 bloco de plástico
- 1 sintonizador

P-1000816



### Representação de oscilações com um diapasão riscador



**Temas para experiências:**

- Ruído, estalo e tom puro
- Colunas de ar oscilantes
- Órgão de sopro
- Varas, placas e sinos vibrantes
- Infra-som
- Ultra-som
- Diapasão riscador
- Ondas avançando na corda
- Velocidade de propagação do som
- Fontes sonoras em movimento (efeito Doppler)
- Vibração de placas (figuras sonoras de Chladni)
- Vibração de sinos
- Ondas estacionárias na corda, sobretons
- Coloração sonora de instrumentos musicais
- Representação de oscilações com um diapasão riscador

- Coloração sonora da voz humana
- Medição do comprimento de onda (figuras no pó de Kundt)
- Ressonância
- Ressonadores esféricos de Helmholtz
- Análise do som
- Volume
- Altura de tom em instrumentos de corda
- Altura de tom em instrumentos de sopro
- Órgão de sopro
- Escala tonal dó maior e seus intervalos
- Acorde, Harmonia
- Meio-tons, maior e menor

Com o aparelho didático para acústica os alunos podem executar de modo autônomo numerosas experiências no âmbito da acústica. Primeiro serão pesquisadas as diferentes fontes sonoras e os termos ruído, estalo e tom, assim como altura de tom e volume. As ondas numa corda visualizam oscilações harmônicas e sobretoms. A pesquisa nos mais diversos tipos de instrumentos musicais ocupa um lugar importante. Tons de diferentes alturas são gerados no monocorde e os intervalos resultantes são determinados experimentalmente. Essas pesquisas ganham com os outros instrumentos um complemento interessante e levam naturalmente para a teoria tonal musical.

### Sistema de aparelhos para experimentação didática (SED)

Com o sistema abrangente e prático de aparelhos para a experimentação didática (SED) os estudantes podem executar numerosas experiências de forma autônoma no âmbito da mecânica, da térmica, da óptica, da eletricidade e do magnetismo, da energia solar, de oscilações e ondas, bem como da radioatividade. Para tanto, eles são auxiliados pelas instruções detalhadas das experiências. Para cada montagem de experiência, é necessária somente uma área pequena. Porém, uma montagem simples de compreender e estável é sempre garantida. As instruções dadas para a montagem da experiência permite ao professor o monitoramento rápido do progresso e do sucesso nas experiências de cada estudante.

### SED mecânica

Abrangente conjunto de aparelhos para a realização de 23 experiências didáticas fundamentais da mecânica dos corpos sólidos. Em caixa de plástico estável com estofamento de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim são claramente visíveis quando montadas e executadas sobre a SED placa base (P-1000789).

**P-1008527**



### Incluso 23 instruções de experiências para mecânica:

- Lei de Hooke
- Calibragem de um dinamômetro de mola
- Deformação de uma mola plana
- Adição de forças de mesma linha de força
- Dissociação de forças em dois componentes
- Pesquisas de firmeza
- Tipos de atrito
- Leis para forças de atrito de aderência e de deslizamento
- Condições de equilíbrio na alavanca de dois lados
- Condições de equilíbrio na alavanca de um lado
- Forças, linhas e trabalhos na roldana fixa
- Forças, linhas e trabalhos na roldana solta
- Forças, linhas e trabalhos numa polia
- Forças, linhas e trabalhos numa roldana de níveis
- Forças no plano inclinado
- Determinação de volume de corpos sólidos

- Determinação de massa em corpos sólidos (balança de travessa)
- Determinação de densidade
- Determinação do material (matéria) sobre determinação de densidade
- Gravidade específica e impulso
- Duração do período de um pêndulo de linha
- Determinação da aceleração de queda com ajuda de um pêndulo de linha
- Duração do período de um pêndulo de mola

### Equipamento em aparelhos para mecânica:

**P-1008527 SED mecânica**

**P-1000789 SED placa base**

### Fornecimento:

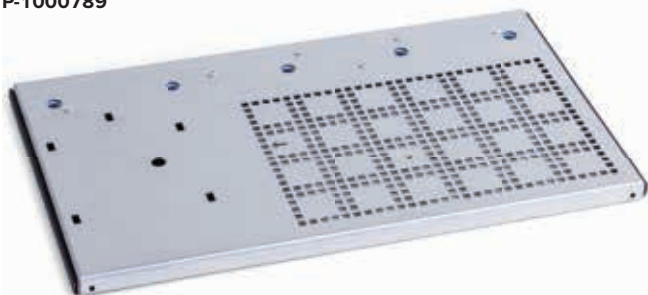
- 2 Varas de apoio com rosas externas e internas, 400 mm
- 1 Vara de apoio com rosca externa, 400 mm
- 2 Varas de apoio, 110 mm
- 2 Mangas duplas
- 1 Travessão de balança
- 2 Pratos de balança com arco
- 1 Escala para balança
- 1 Encaixe de eixo para polias
- 1 Corpo cilíndrico com massas de pregar
- 1 Polia com duas roldanas e dois ganchos
- 1 Polia com duas roldanas e um gancho
- 1 Roldana de níveis
- 1 Roldana de matéria plástica, 40 mm
- 4 Pesos, 25 g
- 1 Peso, 50 g
- 1 Peso, 100 g
- 1 Pé magnético
- 1 Ângulo ajustável
- 2 Ganchos S, 1 g
- 2 Ganchos S, 2 g
- 2 Ganchos S, 5 g
- 4 anéis em O (elásticos)
- 1 Corpo de atrito e estabilidade
- 1 Conjunto de coberturas de plástico para experiências de atrito
- 1 Dinamômetro de 1 N
- 1 Dinamômetro de 2 N
- 1 Mola plana, 330 mm
- 1 Mola parafuso com 2 argolas, aprox. 5 N/m
- 100 m de linhas de cânhamo
- 2 Indicadores
- 1 Cilindro de medição
- 1 Pé de apoio para o cilindro de medição
- 3 Tiras de papel veludo
- 1 Triângulo de geometria
- 1 Régua

➤ **Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades**

## SED placa base

Base estável de aço nobre com cinco roscas especiais para a recepção estável de varas de apoio, rosas para a fixação do transformador desmontável e numerosos pontos de inserção para a recepção de elementos de montagem da elétrica. Com pés de borracha estáveis e antideslizantes.

Dimensões: aprox. 400x245x15 mm<sup>3</sup>  
P-1000789



Inclui CD com instruções das experiências!



Polia



Lei de Hooke



Alavanca de um braço

### SED térmica

Conjunto de aparelhos para a realização de 22 experiências didáticas fundamentais da térmica. Em caixa de plástico estável com estofamento de espuma no perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim são claramente visíveis quando montadas e executadas sobre a SED placa base (P-1000789).

**P-1008528**



#### As 22 experiências para o SED térmica são:

- Variação de volume de líquidos no aquecimento
- Calibração de um termômetro
- Variação de volume do ar em variações de temperatura
- Variações das condições numa quantidade de ar fechado
- Variações de comprimento de corpos sólidos no aquecimento
- Coeficiente de dilatação linear
- Pesquisas na tira bimetálica
- Fluxo de calor em corpos sólidos
- Fluxo de calor em líquidos
- Fluxo de calor em gases
- Radiação térmica
- Repressão do fluxo de calor
- Evolução da temperatura no aquecimento de líquidos
- Equação básica da termologia
- Mistura de água de diferentes temperaturas, temperatura de equilíbrio
- Capacidade térmica de um calorímetro
- Capacidade térmica específica dos metais
- Temperatura inicial de um corpo metálico aquecido numa chama
- Transformação de energia elétrica em energia térmica
- Evolução da temperatura no derretimento de gelo
- Calor específico para o degelo
- Ebulição e condensação da água
- Destilação
- Evaporação de líquidos (dependências, resfriamento de evaporação)

#### Equipamento em aparelhos para térmica:

**P-1008528 SED térmica**

**P-1000789 SED placa base**

#### Fornecimento:

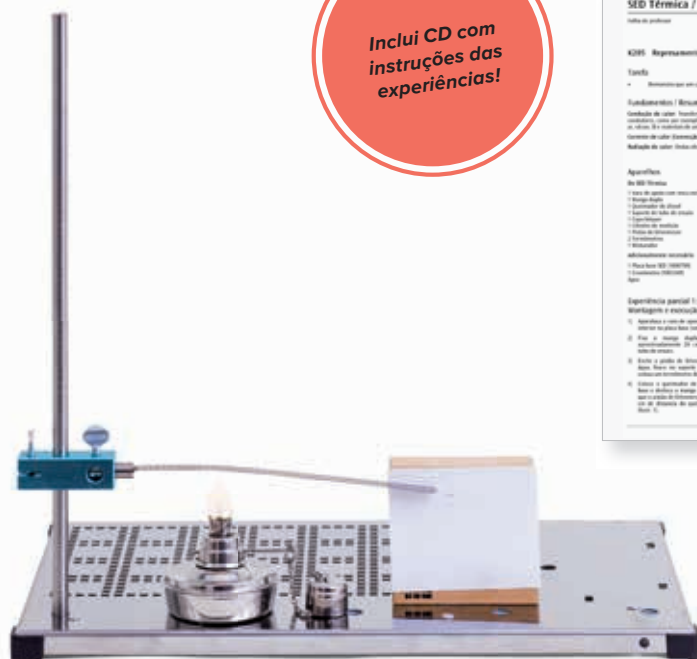
- 1 Vara de apoio com rosas externas e internas, 400 mm
- 4 Varinhas de madeira
- 1 Tubo de metal, curto
- 1 Indicador / Gancho
- 1 Misturador
- 1 Tubo de aço
- 1 Tubo de latão
- 1 Tubo de alumínio
- 1 Termômetro sem escala, preenchimento vermelho
- 2 Termômetros -10 ~ 110°C, 1 K, preenchimento vermelho
- 1 Capilar
- 1 Tira de bimetálica com ponta de 10 mm
- 10 Folhas de filtro circular
- 10 Folhas de papel térmico
- 1 Corpo de aço
- 1 Corpo de chumbo
- 1 Queimador de álcool
- 1 Copo, 100 ml
- 1 Êmbolo de Erlenmeyer, 100 ml
- 1 Suporte tubo de ensaio com calha para vara
- 1 Tubo de ensaio
- 1 Cilindro de medição, 50 ml
- 1 Calorímetro com espiral térmica, 200 ml
- 1 Tampa de borracha com duas perfurações
- 2 Tampas de borracha com uma perfuração
- 1 Unidade de massa 10 g com gancho
- 2 Mangas duplas
- 1 Frasco de corante alimentício e pipeta
- 10 g Sal de cozinha
- 1 Suporte para copo de metal
- 1 Copo de metal, preto
- 1 Copo de metal, alumínio
- 4 g Glicerina
- 1 Mangueira
- 2 Anéis em O
- 1 Escala angular
- 10 Folhas para anotar
- 5 Folhas de Alumínio

➤ **Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades**



*Variação de largura de corpos sólidos no aquecimento*

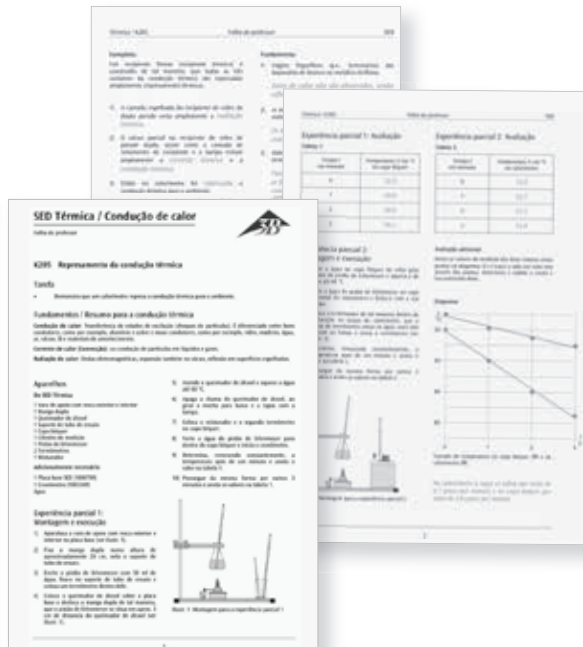
Inclui CD com instruções das experiências!



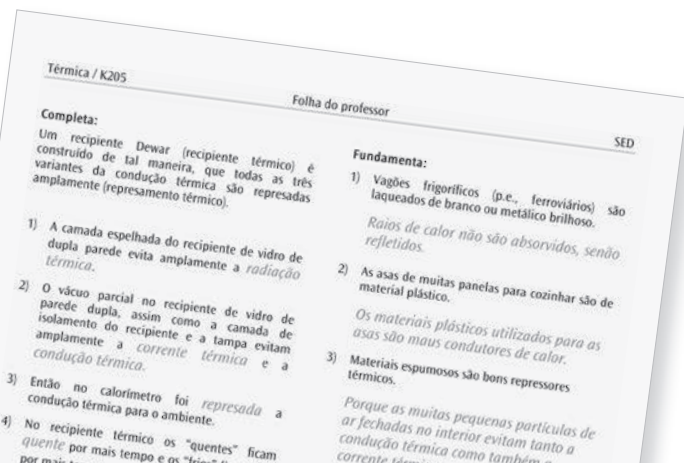
Análises na tira de bimetal



Condução de calor em corpos sólidos



Capacidade térmica específica dos metais



## SED eletricidade e magnetismo

Versátil conjunto de aparelhos para a realização de 41 experiências didáticas na eletricidade e magnetismo. Em caixa de plástico estável com estofo de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim são claramente visíveis quando montadas e executadas sobre a SED placa base (P-1000789).

**P-1008532**



➤ **Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades**

### **Incluso 38 instruções de experiências para a eletricidade e magnetismo**

- Circuito elétrico fechado
- Condutor e não condutor
- Circuito elétrico sem ramificação
- Circuito elétrico ramificado
- Potência da corrente no circuito não ramificado
- Potência da corrente no circuito ramificado
- Tensão de fonte e voltagem terminal
- Tensão no circuito sem ramificação
- Tensão no circuito ramificado
- Divisor de tensão
- Lei de Ohm
- Dependência da temperatura da resistência (arame de ferro)
- Diagrama de corrente-tensão de uma lâmpada incandescente
- Diagrama de corrente-tensão de um condutor quente
- Lei da resistência
- Resistência no circuito sem ramificação
- Resistência no circuito ramificado
- Resistência e tensão no circuito não ramificado
- Resistência e potência de corrente no circuito ramificado
- Divisor de tensão com e sem carga
- Diagrama de tensão-tempo na carga e descarga de um condensador
- Diagrama de potência de corrente-tempo na carga e descarga de um condensador
- Relação entre Carga e tensão
- Condensador no circuito de corrente contínua e alternada (comportamento)
- Corpo de provas no campo magnético
- Pólo magnético
- Campo magnético de um ímã de ferradura e de um ímã de bastão
- Dipolos magnéticos

### **Fornecimento:**

- |  |  |
|--|--|
| 1 Conjunto de cabos experimentais                  | 1 Resistência 33 $\Omega$ (elemento de encaixe)  |
| 1 Ímã de bastão, aprox. 65x16x5 mm <sup>3</sup>    | 1 Resistência 47 $\Omega$ (elemento de encaixe)  |
| 1 Ímã de ferradura, ALNICO, plano                  | 1 Resistência 1 k $\Omega$ (elemento de encaixe)   |
| 1 Tábua de resistência                             | 1 Resistência NTC 100 $\Omega$ (elemento de encaixe)   |
| 1 Núcleo de transformador 20x20 mm <sup>2</sup>    | 2 Roscas E10 (elemento de encaixe)   |
| 1 Parafuso tensor                                  | 2 Lâmpadas incandescentes E10, 7 V   |
| 1 Bobina 200/400/600 espiras                       | 1 Caixa de conservação com 1 jogo de linhas com anel em O,                                   |
| 1 Bobina 400/400/800 espiras                       | 2 Tomadas de rosca, 2 Pinos de rosca, 2 Clipes, 2 Eletrodos de alumínio, Arame de constância |
| 2 Ramificações de corrente (elemento de encaixe)   | 50 g Limadura de ferro   |
| 1 Potenciômetro 100 $\Omega$ (elemento de encaixe) | 50 m Arame de níquel cromado, 0,2 mm   |
| 1 Comutador (elemento de encaixe)                  | 50 m Arame de ferro, 0,2 mm  |
| 1 Capacitor 4700 $\mu$ F (elemento de encaixe)     | 1 Vela de Réchaud  |
| 1 Capacitor 10 $\mu$ F (elemento de encaixe)       |  |



### **Transformador carregado**

- Bobina como ímã
- Forças no campo magnético de uma bobina
- Indução por movimento relativo
- Indução por mudança do campo magnético
- Lei de indução
- Resistência de Ohm no circuito de corrente contínua e alternada
- Condensador no circuito de corrente contínua e alternada (Resistência)
- Bobina no circuito de corrente contínua e alternada
- Eficiência de um transformador
- Tensão e número de espiras no transformador sem carga
- Transformador com carga
- Transformador muito carregado
- Eletricidade térmica

### **Equipamento em aparelhos para eletricidade e magnetismo:**

**P-1008532 SED eletricidade e magnetismo**

**P-1000789 SED placa base**

**P-1013526 Multímetro analógico ESCOLA 30**

**P-1021686 SED alimentação elétrica (230 V, 50/60 Hz)**

ou

**P-1021687 SED alimentação elétrica (115 V, 50/60 Hz)**

### SED alimentação elétrica

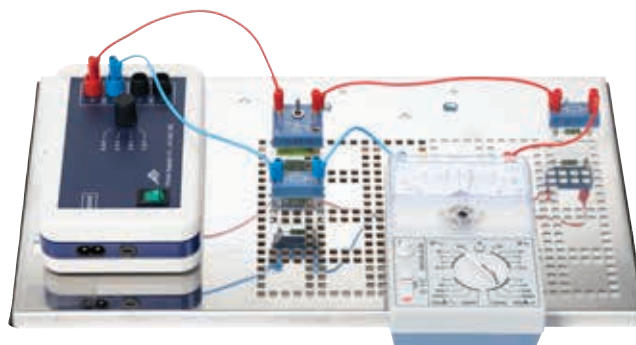
Aparelho de alimentação elétrica AC/DC para SED eletricidade e magnetismo (P-1008532).

- Limitação da tensão de 25 V AC e 60 V DC
  - Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
  - Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída
- Tensão: 1,5/ 3,0/ 4,5/ 6,0 V AC/DC

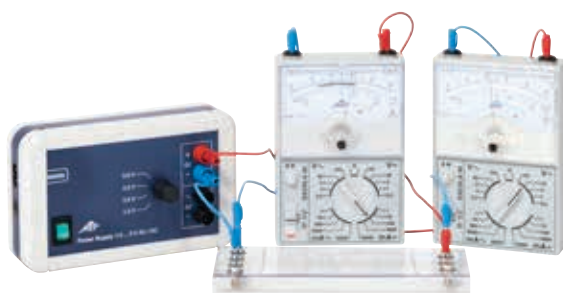


### SED alimentação elétrica (230 V, 50/60 Hz) P-1021686

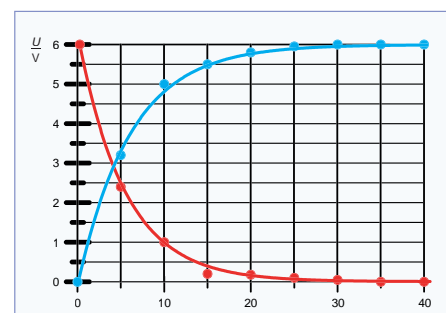
### SED alimentação elétrica (115 V, 50/60 Hz) P-1021687



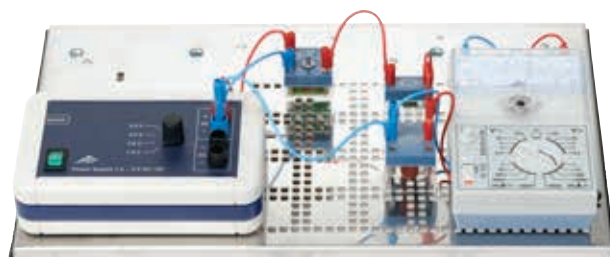
*A força elétrica num circuito elétrico fechado*



*Lei de resistência*



*Capacitor: carregado (azul) e descarregado (vermelho)*



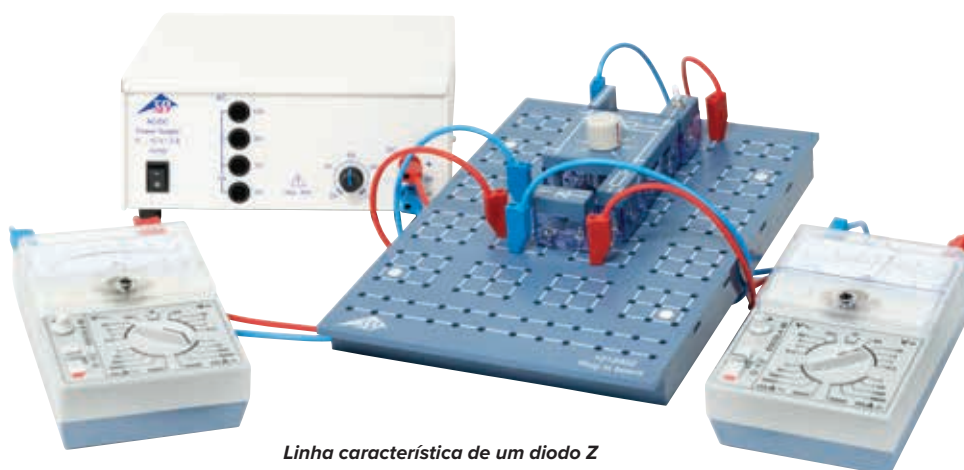
*Carga e descarga de um capacitor (tensão)*

**Inclui CD com instruções das experiências!**



Conjunto de aparelhos para execução de 11 experiências fundamentais do estudante da área da eletrônica. Em caixa resistente de plástico com espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente. As ligações são construídas com componentes na caixa de conexões sobre placa de conexões. A alimentação de energia ocorre por fonte externa. Inclui CD com manual para experiências.

**P-1002840** Conjunto de cabos para experiências,  
75 cm



*Linha característica de um diodo Z*



*Verificação do fluxo de corrente em um transistor*



*Tiristor em um circuito de corrente contínua*

### SED óptica

Versátil conjunto de aparelhos para a realização de 38 experiências didáticas fundamentais da óptica geométrica. Em caixa de plástico estável com estofamento de espuma no perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções para experiências. As experiências são montadas e executadas economizando espaço e mesmo assim claramente visível sobre no banco óptico fornecido ou na placa base SED (P-1000789). Em ambos os casos os componentes ópticos são alinhados através de fixação magnética para não escorregar. Máscaras de cobertura fornecidas indicam as posições dos componentes.

#### SED óptica (230 V, 50/60 Hz) P-1008531

#### SED óptica (115 V, 50/60 Hz) P-1008530

### Fornecimento:

- |   |   |
|---|---|
| 1 Banco óptico                                | 1 Lente divergente, modelo plano            |
| 1 Luminária óptica, 5 V, 2 W                  | 1 Lente convergente, modelo plano           |
| 1 Fonte de alimentação, 100 – 240 V, 50/60 Hz | 1 Prisma retangular                         |
| 4 Velas de Réchaud                            | 1 Placa plano-paralela                      |
| 1 Caixa plástica                              | 1 Corpo de sombra                           |
| 1 Suporte de diafragma, magnético             | 1 Espelho flexível, magnético               |
| 1 Diafragma F                                 | 1 Tela de projeção/<br>Mesa de experiências |
| 1 Diafragma de fendas triplas /<br>quíntuplas | 2 Lentes, $f = +50$ mm                      |
| 1 Diafragma de uma fenda                      | 1 Lente, $f = +100$ mm                      |
| 1 Objeto de representação                     | 1 Lente, $f = +300$ mm                      |
| 1 Filtro cromático, vermelho                  | 1 Lente, $f = -100$ mm                      |
| 1 Filtro cromático, azul                      | 1 Conjunto de máscaras de<br>cobertura      |
| 1 Placa de acrílico com suporte               |   |
| 1 Corpo semicircular                          |   |



### Incluso 38 instruções de experiências para óptica:

- Propagação da luz, feixe luminoso e raio luminoso
- Permeabilidade da luz
- Luz e sombras
- Sombra do núcleo e penumbra
- Reflexão no espelho plano
- Convergência de luz no espelho côncavo
- Reflexão e percurso de feixes no espelho côncavo
- Reflexão e percurso de feixes no espelho convexo
- Propriedades de imagem no espelho plano
- Percurso luminoso do ar para vidro /  
Determinação do índice de refração
- Percurso luminoso de vidro para ar /  
Determinação do índice de refração
- Determinação do ângulo limite da reflexão total (vidro para ar)
- Percurso do feixe numa placa de vidro plano-paralela
- Percurso do feixe no prisma de vidro
- Reflexão total no prisma
- Passagem da luz por uma lente convergente
- Determinação da distância focal (lente convergente)
- Feixes assinalados (lente convergente)
- Passagem da luz por uma lente divergente
- Determinação da distância focal (lente divergente)
- Feixes assinalados (lente divergente)

- Passagem de luz através de sistemas de lentes
- Características de imagem (lente convergente)
- Escala de reprodução e equação de lentes
- Falha de reprodução em lentes convergentes
- Formação da imagem no olho
- Miopia
- Presbiopia
- Astigmatismo
- Aparelho fotográfico
- Projetor de transparências
- Microscópio
- Telescópio de Galiléu
- Telescópio de Kepler
- Telescópio terrestre
- Decomposição espectral da luz
- Reunificação do espectro de cores
- Mistura aditiva de cores, cores complementares

### Equipamento em aparelhos para óptica:

P-1008531 SED óptica (230 V, 50/60 Hz)  
ou

P-1008530 SED óptica (115 V, 50/60 Hz)

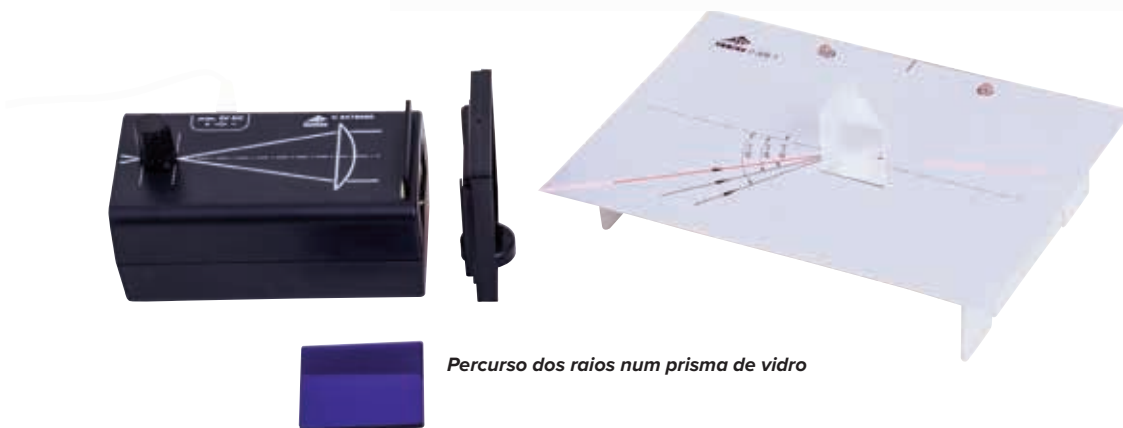


*Reflexão e percursos de feixes no espelho convexo*

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



*Reflexão no espelho plano*



*Percurso dos raios num prisma de vidro*



*Modelo de un microscopio*

### SED oscilações e ondas mecânicas

Conjunto abrangente de aparelhos para a realização de 23 experiências fundamentais relativas às características de oscilações e ondas mecânicas. Em caixa resistente de plástico com espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções de experiências.

#### SED oscilações e ondas mecânicas (230 V, 50/60 Hz) P-1016652

#### SED oscilações e ondas mecânicas (115 V, 50/60 Hz) P-1018476

#### Fornecimento:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 Aparelho de operação MEC                      | 2 Luvas duplas               |
| 1 Fonte de alimentação                          | 1 Gancho magnético           |
| 2 Dinamômetros                                  | 1 Barra de ímã               |
| 1 Motor excêntrico                              | 1 Corda elástica             |
| 1 Bobina de indução                             | 1 Rolo com barbante de sisal |
| 1 Cronômetro                                    | 1 Olhal de fio               |
| 4 Molas helicoidais                             | 1 Anel de curto circuito     |
| 1 Conjunto de 10 corpos de massa de 50 g        | 1 Metro articulado           |
| 1 Placa de base                                 | 2 Cabos BNC, 1 m             |
| 1 Haste transversal                             | 1 Cabo BNC/ 4 mm             |
| 2 Hastes de suporte com rosca externa           |                              |
| 2 Hastes de suporte com rosca interna e externa |                              |

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



#### Inclui 23 instruções de experiências para oscilações e ondas mecânicas:

- Determinação de constantes de mola (2x)
- Oscilações de um pêndulo de mola \*
- Oscilações de dois pêndulos "iguais" de mola \* / \*\*
- Oscilações de fase igual e contrária de dois pêndulos "iguais" de mola \* / \*\*
- Impulsão de um pêndulo de mola em repouso por um pêndulo de mola em oscilação \* / \*\*
- Sobreposição das oscilações de dois pêndulos de mola \* / \*\*
- Pêndulos de mola com disposição de molas em série \* / \*\*
- Pêndulos de mola com disposição de molas em paralelo \* / \*\*
- Oscilação própria de um pêndulo de mola \*
- Formas de oscilação de uma mola helicoidal \*
- Pêndulo suspenso (2x)
- Pêndulo de segundos
- Pêndulo de abafamento de Galileu
- Oscilações abafadas de um pêndulo de mola (2x) \*
- Ondas estáticas em corda (2x) \*
- Reflexão de ondas em corda \*
- Velocidade de propagação de ondas em corda (2x) \*
- Oscilações de cordas musicais \*

#### Equipamento em aparelhos para oscilações e ondas mecânicas:

P-1016652 SED Oscilações e ondas mecânicas (230 V, 50/60 Hz)  
ou

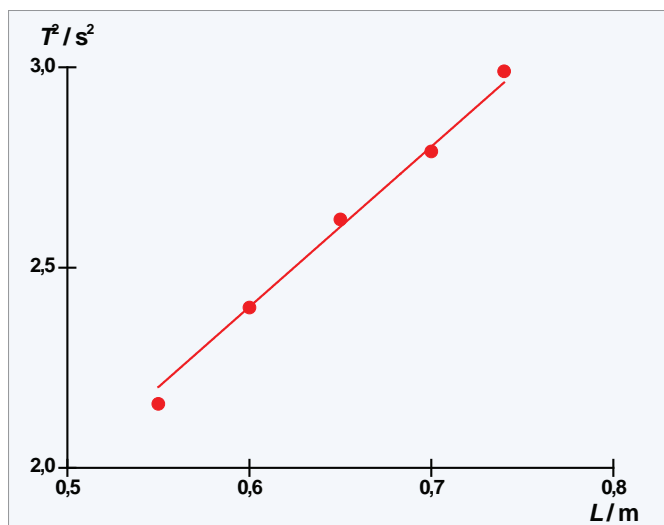
P-1018476 SED Oscilações e ondas mecânicas (115 V, 50/60 Hz)

#### Osciloscópio de dois canais, p.e.

P1020910 Osciloscópio digital 2x30 MHz  
(para experiências marcadas com \*)

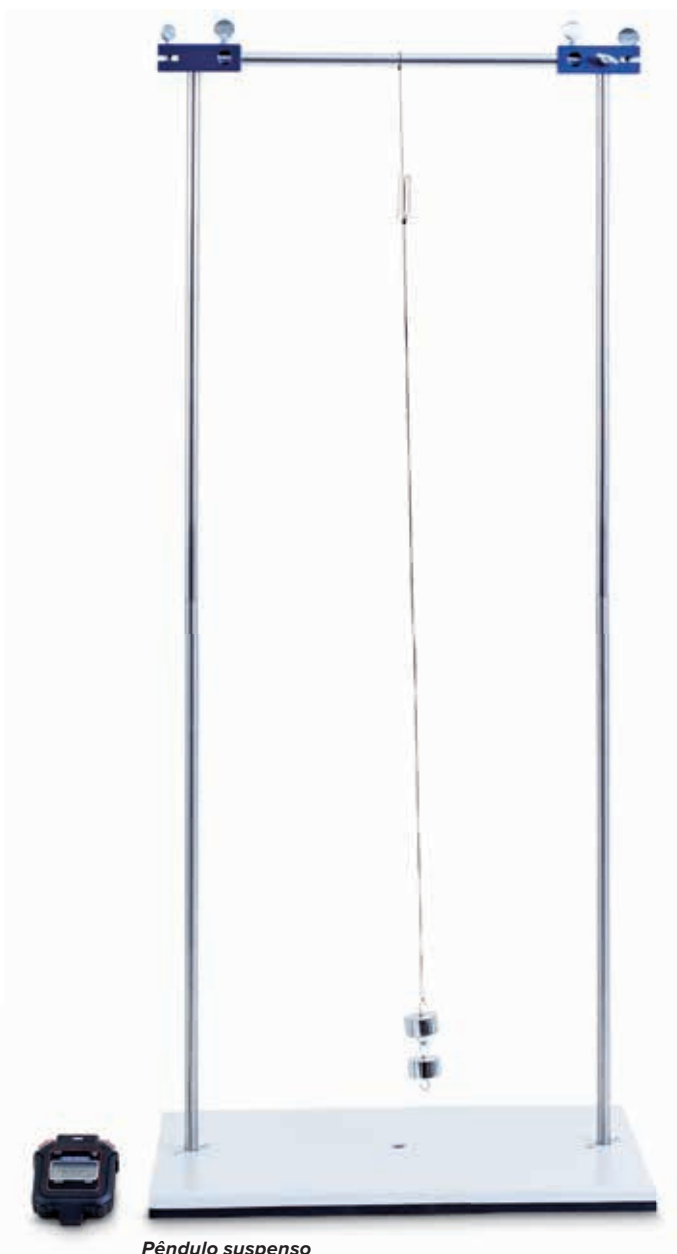
#### P-1013526 Multímetro analógico ESCOLA 30

(para experiências marcadas com \*\*)

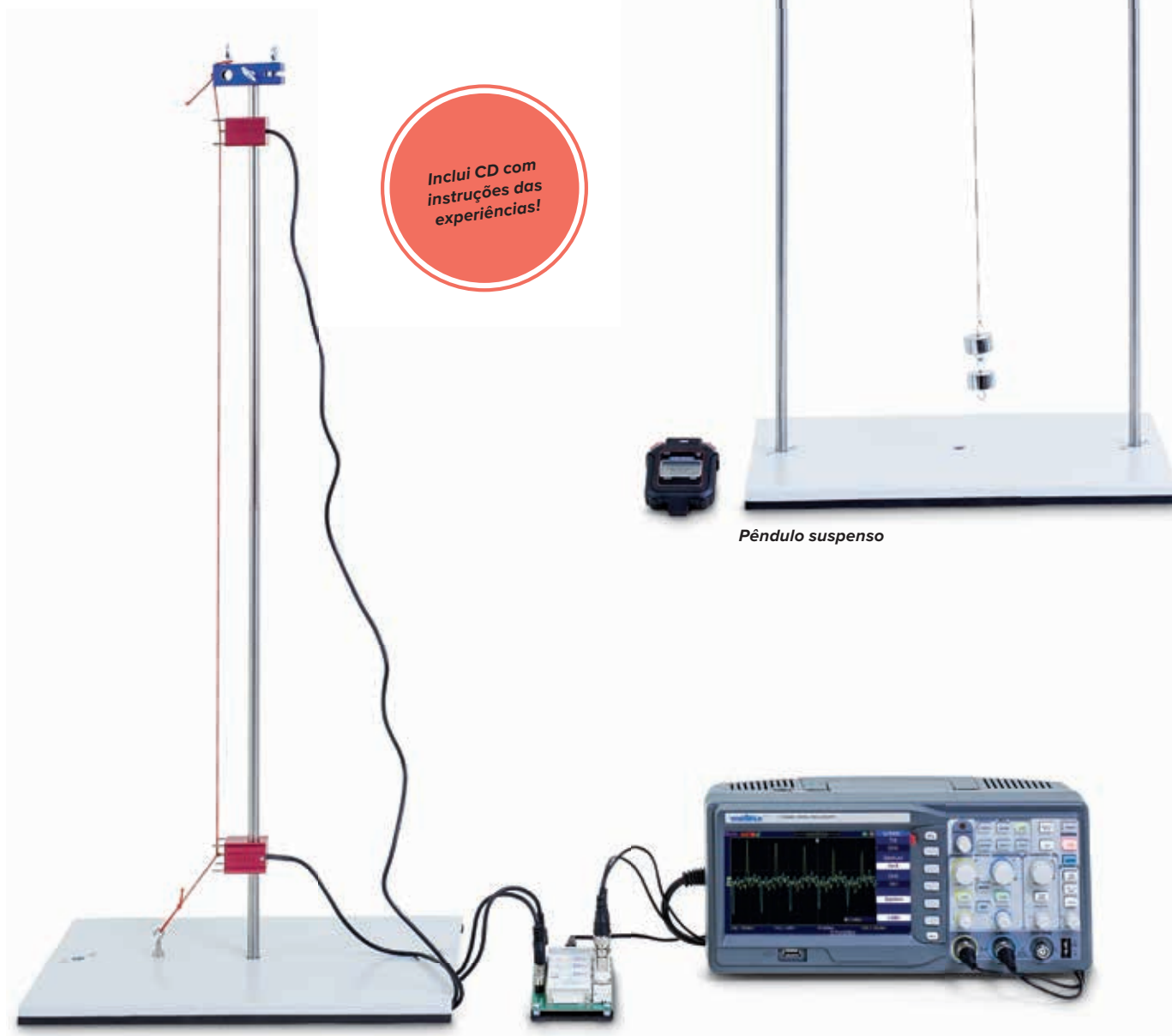


Quadrado do seu período, como função do comprimento do pêndulo

Inclui CD com instruções das experiências!



Pêndulo suspenso



Reflexão de ondas em corda

### SED ondas ultrassônicas

Conjunto abrangente de aparelhos para representação das características básicas de ondas no exemplo de ondas ultrassônicas de 40 kHz em 30 experiências do estudante. Em caixa resistente de plástico com espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções de experiências. Com dois emissores de ultrassom, uma sonda microfone de haste para o registro e a análise das oscilações com osciloscópio padrão e caneta de ultrassom para registro das frentes de onda no plano da mesa como linhas de fase igual (isofases). Muitas experiências também podem ser executadas sem osciloscópio. Para a medição das amplitudes ultrassônicas, basta, em muitos casos, um voltímetro analógico para tensões alternadas com resposta de frequência suficiente.

#### Fornecimento:

- 1 unidade operacional de US
- 2 emissores de ultrassom 40 kHz
- 1 caneta de US
- 1 suporte para caneta de US
- 1 pé para suporte para caneta de US
- 1 sonda microfone
- 2 divisores de feixe
- 3 prendedores para divisor de feixes
- 1 placa de zona de Fresnel
- 1 espelho côncavo
- 2 peças laterais para fenda dupla / refletores
- 1 barra central para fenda dupla
- 1 prendedor para fenda dupla
- 1 absorvedor de ultrassom
- 2 cabos BNC, 1 m
- 1 cabo BNC/ 4 mm
- 1 fonte de alimentação de energia

**SED ondas ultrassônicas (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1016651**

**SED ondas ultrassônicas (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1014529**

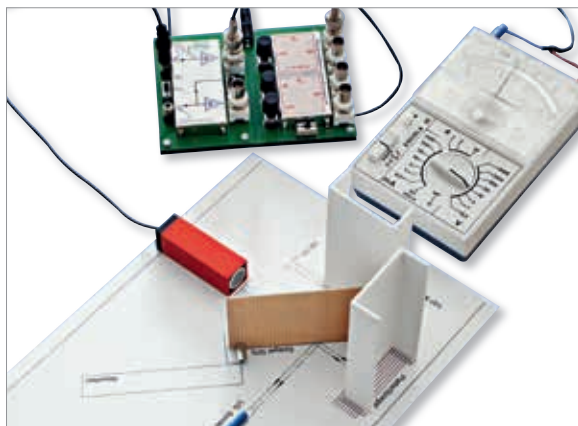
Inclui CD com  
instruções das  
experiências!

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades

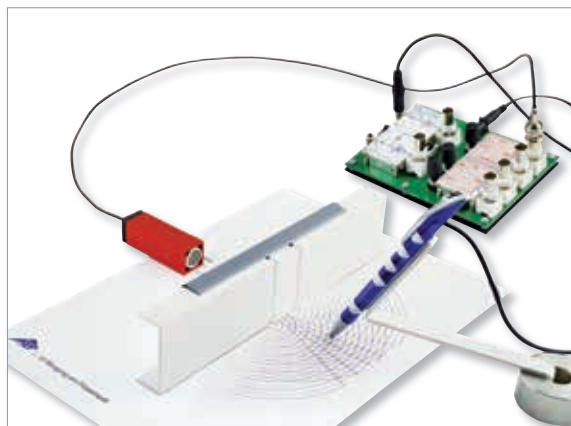
#### Incluso 30 instruções de experiências para ultrassom:

- Representação de oscilações sonoras no osciloscópio \*
- Relação entre oscilações e ondas \*
- Comparação das oscilações em dois pontos em uma onda \*
- Análise das relações entre fases com a caneta de US \*
- Determinação de comprimento de onda e velocidade do som
- Dependência de temperatura da velocidade do som
- Característica de emissão dos emissores de ultrassom \*\*
- Curva de ressonância do transformador de ultrassom \*
- Transmissão e reflexão de ondas ultrassônicas \*\*
- Absorção de ondas ultrassônicas \*\*
- Sobreposição de oscilações de seno \*
- Amplificação e anulação na sobreposição de oscilações de seno \*
- Registro de frentes de ondas com a caneta de US
- Geração e comprovação de frentes de onda retilíneas
- Difração de ondas ultrassônicas em saliência
- Difração de ondas ultrassônicas em fenda única
- Interferência de dois feixes \*\*
- Lei de reciprocidade na interferência de dois feixes \*\*
- Difração em fenda dupla \*\*

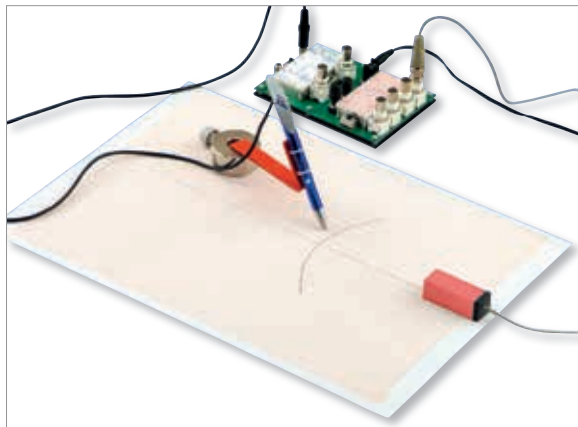
- Relações entre fases na difração em fenda dupla I \*
- Relações entre fases na difração em fenda dupla I \*\*
- Geração de imagem com espelho côncavo esférico \*\*
- Construção de zonas de Fresnel \*\*
- Geração de imagem com placa de zona de Fresnel \*\*
- Interferência de ondas ultrassônicas em espelho de Lloyd \*\*
- Construção de interferômetro simples \*\*
- Construção de interferômetro de Michelson \*\*
- Anulação da interferência por interrupção de um trajeto \*
- Geração de ondas ultrassônicas estáticas \*\*
- Flutuação com ondas ultrassônicas \*
- Efeito Doppler com ondas ultrassônicas



*Interferômetro de Michelson*



*Difração em fenda dupla*



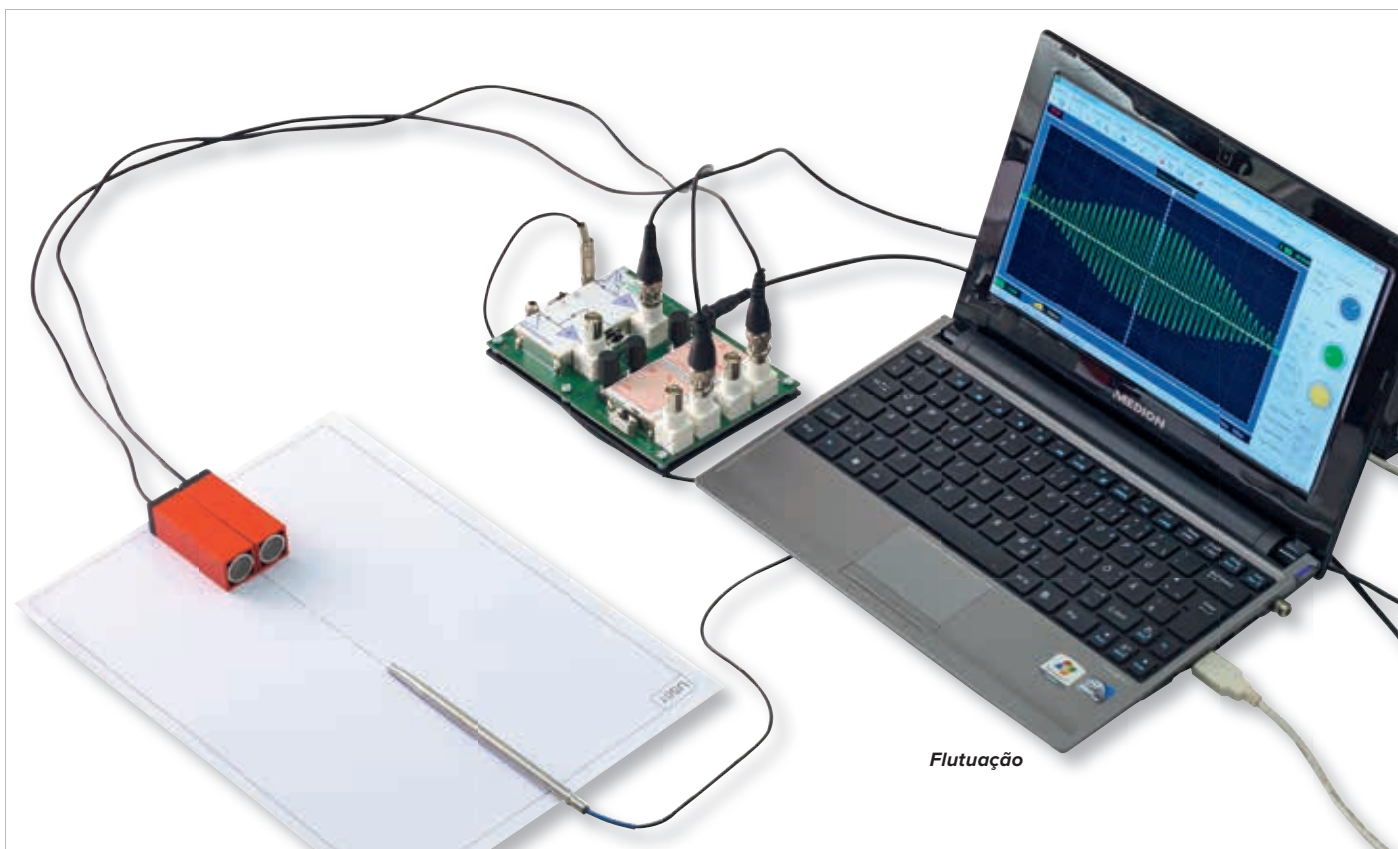
*Registro de frentes de ondas*

**Equipamento em aparelhos para ondas ultrassônicas:**  
**P-1016651** SED ondas ultrassônicas (230 V, 50/60 Hz)  
 ou  
**P-1014529** SED ondas ultrassônicas (115 V, 50/60 Hz)

**Osciloscópio de dois canais, p.e.**  
**P-1020857** Osciloscópio PC 2x25 MHz  
 (para experiências marcadas com \*)

**P-1013526** Multímetro analógico ESCOLA 30  
 (para experiências marcadas com \*\*)

**Adicionalmente necessário para a utilização de um voltímetro analógico inadequado para tensões alternadas de até 40 kHz:**  
**P-1018750** Fiação de adaptador US



*Flutuação*

### SED radioatividade

Conjunto de aparelhos para a realização de 10 experiências didáticas fundamentais da radioatividade. Em caixa de plástico estável com estofamento de espuma com o perfil dos aparelhos e tampa transparente. Inclui CD com instruções para experiências. As experiências são realizadas com economia de espaço e mesmo assim são claramente visíveis quando montadas e executadas sobre a placa de trabalho fornecida. Para a determinação da quota de impulsos por unidade de tempo é recomendável a utilização do contador Geiger GAMMASCOUT (P-1002722), que não está incluído no fornecimento.

**P-1006804**

### Fornecimento:

1 Placa de trabalho  
340x250 mm<sup>2</sup>  
3 Projetos de trabalho  
1 Suporte para ímãs de fonte  
e de desvio  
1 Ímã de desvio

1 Projetor de tório (arame de solda)  
2 Placas de alumínio, 0,5 mm  
1 Placa de alumínio, 1 mm  
1 Placa de chumbo, 2 mm, em  
cobertor de material plástico



### > Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades

#### Incluso 10 instruções de experiências para radioatividade:

- Determinação da quota zero
- Determinação de quotas de impulso de diferentes preparados radioativos
- Repartição estatística das quotas de impulso
- Determinação da força de doses equivalentes dos preparados radioativos
- Capacidade de penetração e alcance da radiação radioativa
- Desvio das radiações alfa e beta no campo magnético\*
- Absorção da radiação alfa\*
- Absorção da radiação beta\*
- Absorção da radiação gama\*
- Lei da inversa do quadrado

#### Equipamento em aparelhos para a radioatividade:

**P-1006804 SED Radioatividade**

**P-1002722 Contador Geiger GAMMASCOUT**

\* Exigência complementar:

**P-1006797 Pino radiativo <sup>226</sup>Ra, 4 kBq**



*Desvio das radiações alfa e beta no campo magnético*

## Contador Geiger

Aparelho de precisão compacto de fácil manuseio para a medição de radiação  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . Com comutador de seleção de diafragma anterior ao tubo contador Geiger-Müller para limitar o tipo de radiação ( $\gamma$ ;  $\beta$  e  $\gamma$ ;  $\alpha$ ,  $\beta$  e radiação  $\gamma$ ), display grande e conector USB. Inclui cabo USB, software para Windows e manual de instruções. Inclui o cabo para a interface, software para o Windows e manual de instruções. Para as medições, estão disponíveis as seguintes funções e modos de operação:

- Operação padrão para a exibição da carga radioativa atual. Exibição da dose equivalente como do valor numérico e do diagrama de barras, assim como do tempo até ter-se acumulado o valor limite pré-estabelecido (ajuste de fábrica: 5  $\mu\text{Sv/h}$ ). Adicionalmente, com sinal óptico de nível de alarme ajustável assim como exibição da radiação média acumulada do dia anterior.
- Contagem de pulso permanente ou com tempo de abertura de medição ajustável. Tempo de abertura da medição ajustável em segundos, minutos ou horas. Sinalização acústica do impulso pode ser conectada.
- Medição da quota de impulso. Os impulsos registrados são medidos de forma constante e convertidos numa quota (número por segundo) de impulso.
- Exibição da data e da hora integrada para poder protocolar de forma correta a radiação medida.
- O número de impulsos é arquivado na memória interna. Assim podem ser protocolados, por exemplo, valores semanais num período de até 10 anos.
- Conexão ao computador. O software permite a análise e o processamento dos dados sob Windows.

Tipos de radiação:

$\alpha$  a partir de 4 MeV,  $\beta$  a partir de 0,2 MeV,  $\gamma$  a partir de 0,02 MeV

Grandezas Dimensões:

dose equivalente em Sv/h, mSv/h,  $\mu\text{Sv/h}$  impulso/s, impulso/intervalo de tempo ajustável

Display:

LCD, de quatro dígitos, numérico com exibição dos valores medidos, diagrama de barras pseudo analógico, indicadores de modo de operação.

Detector de radiação:

tubo de contagem de janela final segundo Geiger-Müller, armação de aço fino com preenchimento neon-halogênio

Comprimento da medição:

38,1 mm

Diâmetro da medição:

9,1 mm

Janela de visualização:

1,5 – 2  $\text{mg/cm}^2$

Sensibilidade  $\gamma$ :

114 Imp/min com radiação  $^{60}\text{Co}$  = 1  $\mu\text{Sv/h}$  em banda de energia da radiação ambiente

Quota zero:

aprox. 10 impulsos por minuto

Memória interna:

2 kbyte

Duração da bateria:

aprox. 3 anos

Dimensões:

aprox. 163x72x30  $\text{mm}^3$

Massa:

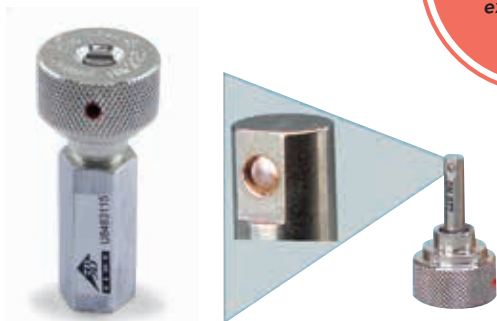
aprox. 155 g

**P-1002722**



**Absorção da radiação  $\beta$  do projetor de tório**

Inclui CD com instruções das experiências!



## Pino radiativo $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq

Preparação de utilização livre segundo a legislação alemã vigente com recipiente de latão com proteção contra radiação. Sulfato de Rádio envolto em folha de ouro e incrustado na extremidade plana de um pino de aço nobre fechado.

Atividade: aprox. 4 kBq

Tolerância: -10% / +40%

Massa: aprox. 400 g

**P-1006797**

## Observação:

Na Alemanha, o pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$  é um aparelho de limite livre. Sua atividade é de cerca de 4 kBq e pode variar em até 40% para cima ou em até 10% para baixo. O limite livre para  $^{226}\text{Ra}$  está ao redor de 10 kBq. Por conta das condições especiais de envio do pino radioativo, os custos de transporte incidentes são maiores.

### SED Energia solar

Conjunto abrangente de aparelhos para realização de 16 experiências sobre energia solar. Os parâmetros e características fundamentais de módulos solares e fatores de influência sobre sua eficiência energética podem ser comprovados por experiências. Em caixa metálica resistente com inserções de espuma na forma dos aparelhos. O sistema permite montagem simples e compacta de todas as experiências dentro ou na tampa do estojo. Inclui CD com instruções de experiências.

### SED Energia solar (230 V, 50/60 Hz) P-1017732

### SED Energia solar (115 V, 50/60 Hz) P-1017731

### Fornecimento:

- 1 Lâmpada halógena
- 2 Módulos solares
- 2 Multímetros digitais
- 1 Luxímetro
- 1 Termômetro digital
- 1 Placa de conexões com cascata de resistências
- 1 Controlador de potência
- 1 Jumper

- 1 Conjunto de cabos de experiência
- 1 Travessa
- 1 Arco de suporte
- 1 Conjunto de coberturas de módulo
- 1 Caso

Inclui CD com instruções das experiências!



### Inclui 16 instruções de experiências para energia solar:

- Intensidades de luz de diferentes fontes de luz
- Fatores que influenciam a potência de um módulo solar
- Cobertura por sombras de módulos solares ligados em série
- Influência da cobertura por sombras sobre a tensão entre bornes de um módulo solar
- Influência da intensidade da luz sobre a tensão de marcha em vazio e a corrente de curto-circuito de um módulo solar
- Influência do ângulo de incidência sobre a tensão de marcha em vazio e a corrente de curto-circuito de um módulo solar
- Tensão de marcha em vazio e corrente de curto-circuito de módulos solares com ligação em série e em paralelo
- Linha característica corrente-tensão de um módulo solar
- Linha característica corrente-tensão com ligação em série
- Linha característica corrente-tensão com ligação em paralelo
- Resistência de carga ideal com ângulo de incidência alterado

- Dependência da temperatura da tensão de marcha em vazio e da corrente de curto-circuito de um módulo solar
- Dependência da temperatura da potência de módulos solares
- Linha característica corrente-tensão do módulo solar iluminado e não iluminado \*
- Montagem de uma instalação fora de rede \*\*
- Transformação de energia \*\*\*

### Equipamento em aparelhos para energia solar:

P-1017731 SED Energia solar  
(115 V, 50/60 Hz)

P-1003312 Fonte de alimentação DC 0-20 V  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1003311 Fonte de alimentação DC 0-20 V  
(115 V, 50/60 Hz)

(para experiências marcadas com \*)

P-1017735 Motor de engrenagens com polia

P-1017734 Contador de carga com bloco  
de bateria de 8 V

P-1002811 Cronômetro digital  
(para experiências marcadas com \*\*)

P-1018597 Conjunto de pesos de 1 g até 500 g,  
de entalhe com suporte

P-1007112 Corda de experiências

P-1002811 Cronômetro digital  
(para experiências marcadas com \*\*\*)

### Contador de cargas com bateria

Contador de carga para medição de corrente elétrica com bateria para armazenamento de energia. É indicado, por meio de um voltímetro, carga ou consumo. Conforme a faixa de medição, 1 V no voltímetro corresponde a 0,1, 1 ou 10 As.

Faixa de medição: 1/10/100 As (carga máx. mensurável  $\pm 499$  As)

Alimentação elétrica: Bateria de 9 V sobre conector oco DC

Corrente de carga: máx. 500 mA

Corrente de carregamento da bateria: máx. 50 mA

Fonte externa de tensão: Painel solar ou fonte DC (máx. 12 V DC) com limitação de corrente de 50 mA sem carga no contador de carga

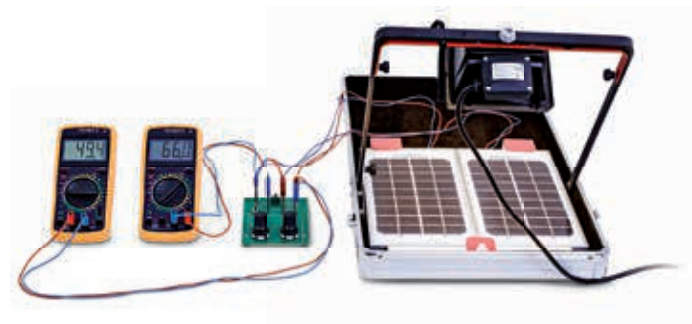
conectores de segurança de 4 mm

conectores de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 105x75x35 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 200 g incluindo bateria com invólucro

P-1017734



Resistência de carga ideal com ângulo de incidência alterado

### Motor de engrenagens com polia

O motor de engrenagens com polia se destina, em combinação com o sistema de aparelhos do estudante energia solar, como consumidor para a comprovação da transformação da energia. O motor está montado sobre uma placa de base e é equipado com uma polia. A ligação da energia elétrica ocorre por meio de conectores de segurança de 4 mm. Podem ser suspensas massas de até 1 kg, no máximo.

Alimentação elétrica: máx. 12 V DC

Corrente de carga: máx. 50 mA

Torque: 0,41 Nm

Número de giros: em marcha lenta 76,1 rpm.

Conectores: conectores de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 105x75x45 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 220 g

P-1017735



Linha característica corrente-tensão com ligação em série

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



Dependência da temperatura da potência de módulos solares

### Óptica de Kröncke em exercícios didáticos e na prática

O sistema óptico segundo Kröncke oferece a robusta confiabilidade já confirmada através das décadas com a precisão necessária para o uso didático e prático em numerosas experiências com a óptica geométrica e a ondulatória. As experiências são realizadas de modo clássico com uma lâmpada incandescente de luz branca, cuja espiral está representada numa fenda deslocável, isto é particularmente útil para a observação de interferências. Todos os componentes ópticos estão montados em telas diafragma sem haste, previstas para serem deslocadas e serem exatamente ajustadas no cavaleiro óptico com facilidade, mesmo perpendicularmente ao percurso dos raios. Os cavaletes ópticos podem ser levados ao perfil em U do banco óptico e fixados com um mínimo de esforço tensor.

#### Conjunto básico óptica de Kröncke

##### Fornecimento:

- 1 luminária óptica K
- 1 transformador 12 V, 25 VA
- 1 banco óptico K, 1000 mm
- 6 cavaletes ópticos K
- 2 pinças de fixação K
- 2 lentes convergentes K,  $f = 50$  mm
- 2 lentes convergentes K,  $f = 100$  mm
- 2 lentes convergentes K,  $f = 150$  mm
- 1 lente convergente K,  $f = 300$  mm
- 1 lente convergente K,  $f = 500$  mm
- 1 lente divergente K,  $f = -100$  mm
- 1 lente divergente K,  $f = -500$  mm
- 1 diafragma com 1 fenda
- 1 diafragma com 3 fendas
- 1 foto em quadro de slide
- 1 tela, transparente
- 1 tela, branca
- 1 conjunto de 4 filtros cromáticos
- 1 metro, 15 mm
- 1 traço de pontos luminosos
- 1 diafragma de orifício de 1 mm
- 1 diafragma de orifício de 6 mm

➤ Consulte descontos por quantidade para quantidades a partir de 8 unidades



Conjunto básico óptica de Kröncke (230 V, 50/60 Hz)  
P-1009932

Conjunto básico óptica de Kröncke (115 V, 50/60 Hz)  
P-1009931

#### Incluso 12 instruções de experiências para óptica geométrica:

- Câmera de orifício
- Reprodução através de lente convergente
- Erro de projeção
- Projeção no olho (modelo de olho)
- Correção dos defeitos da vista
- Lupa
- Microscópio
- Telescópio astronômico
- Luneta
- Projetor de slides

#### Equipamento em aparelhos para a óptica geométrica:

P-1009932 Conjunto básico óptica de Kröncke  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1009931 Conjunto básico óptica de Kröncke  
(115 V, 50/60 Hz)

Inclui CD com instruções das experiências!



Difração na fenda múltipla



Projetor de slide

2m



**Visibilidade da luz polarizada na água turva**

**Incluso 3 instruções de experiências para polarização:**

- Polarização de ondas transversais
- Polarizador e analisador
- Visibilidade da luz polarizada em água turva
- Dupla refração
- Rotação do nível de polarização numa solução de açúcar



**Equipamento em aparelhos para polarização:**

**P-1009932** Conjunto básico óptica de Kröncke (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1009931** Conjunto básico óptica de Kröncke (115 V, 50/60 Hz)

**P-1009701** Conjunto complementar para polarização

#### Conjunto complementar para polarização

Conjunto complementar para o conjunto básico para óptica de Kröncke (P-1009932 ou P-1009931) para a realização de experiências didáticas com a polarização de ondas luminosas.

##### Fornecimento:

- 1 par de filtros polarizadores K
- 1 diafragma de orifício de 10 mm
- 1 cuba, quadrada

**P-1009701**



#### Conjunto complementar para interferência

Conjunto complementar para o conjunto básico para óptica de Kröncke (P-1009932 ou P-1009931) para a realização de experiências didáticas com interferência de ondas luminosas.

##### Fornecimento:

- 1 banco óptico K, 500 mm
- 1 fenda móvel K
- 1 diafragma com 9 discos
- 1 diafragma com 9 orifícios circulares
- 1 diafragma com 3 fendas únicas e 1 fenda dupla
- 1 diafragma com 4 fendas múltiplas e grade
- 1 diafragma com 3 grades de linhas
- 1 parafuso micrométrico K
- 1 espelho de Fresnel K

**P-1009700**

**Incluso 10 instruções de experiências para interferência:**

- Espelho de Fresnel
- Difração em pequenas aberturas e discos
- Difração em fenda de ar
- Difração em fio
- Difração em fendas múltiplas
- Difração na grade
- Capacidade de resolução óptica
- Determinação do comprimento de onda da luz

**Equipamento em aparelhos para interferência:**

**P-1009932** Conjunto básico óptica de Kröncke (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1009931** Conjunto básico óptica de Kröncke (115 V, 50/60 Hz)

**P-1009700** Conjunto complementar para interferência



#### Temas para experiências:

- Diagrama espaço-tempo
- Ascensão retilínea
- Velocidade

#### Conjunto didático para velocidade constante

Conjunto de aparelhos para a dedução do conceito da velocidade em experiências didáticas. Consistindo em três tubos de plástico coloridos, do qual cada um possui uma bolha de ar ascendente em um líquido viscoso que adquire velocidade constante quando o tubo é levado à posição vertical. Sendo que as viscosidades se diferenciam, portanto as velocidades também se diferenciam. A posição da bolha de ar é inscrita num sistema de coordenadas em função do tempo. As três ascensões retilíneas resultantes levam à definição da velocidade.

Comprimento:

aprox. 500 mm

Diâmetro:

aprox. 13 mm

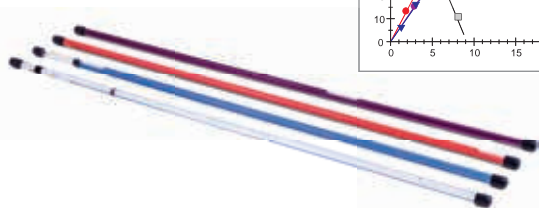
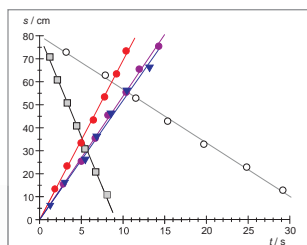
**P-1003502**

Exigência complementar:

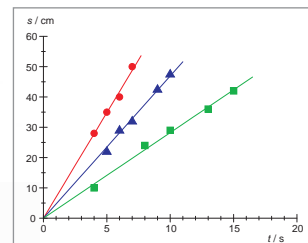
**P-1003369 Cronômetro mecânico, 15 min.**

**P-1002603 Fita métrica de bolso, 2 m**

#### Diagrama percurso-tempo das bolhas de ar e das esferas



#### Diagrama percurso-tempo das bolhas de ar



#### Vantagem

- Possibilidade de representação de velocidades positivas e negativas

#### Conjunto didático para velocidade constante, 4 tubos

Conjunto de aparelhos para a derivação do termo velocidade na experiência dos alunos. Constituído de três tubos de plástico coloridos e um transparente. Nos tubos coloridos, uma bolha de ar ascende com velocidade constante em líquido viscoso, assim que são dispostos verticalmente. Como as viscosidades são diferentes, as velocidades também se diferenciam entre si. O tubo transparente contém também uma esfera de plástico e uma de metal que caem. Assim, também é possível representar velocidades negativas. A posição da bolha de ar e das esferas é registrada em dependência do tempo em um sistema de coordenadas. As inclinações diferenciadas das retas resultantes levam à definição da velocidade.

Comprimento:

aprox. 830 mm

Diâmetro:

aprox. 13 mm

**P-1018624**

Exigência complementar:

**P-1003369 Cronômetro mecânico, 15 min.**

**P-1002603 Fita métrica de bolso, 2 m**

#### Temas para experiências:

- Determinação da massa do ar evacuado e da densidade do ar
- Ação da pressão atmosférica num balão de ar pouco cheio e sobre uma ventosa
- Redução do ponto de ebulição de líquidos por redução da pressão ambiente

#### Conjunto didático para vácuo

Conjunto de aparelhos para a introdução nos fundamentos da física do vácuo em experiências didáticas.

#### Fornecimento:

- 1 prato experimental com anel de estancamento
- 1 sino de vácuo
- 1 caneca
- 1 mangueira de vácuo com válvula de retorno
- 1 mangueira de vácuo com peça T e válvula de retorno
- 1 bomba manual simples em recipiente de armazenamento
- 1 ventosa
- 2 balões de ar

**P-1003494**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020859 Balança eletrônica Scout SKX 420 g**

#### Ação da pressão atmosférica sobre um balão de ar pouco cheio



### **Temas para experiências:**

#### **Cores:**

- Luz colorida e corpos coloridos
- Mistura de cores

#### **Sombras:**

- Projeção de sombra
- Sombras coloridas

#### **Reflexão:**

- Reflexão no espelho plano
- Imagens refletidas, inversão da imagem
- Reflexões múltiplas num espelho
- Reflexão no espelho côncavo (ponto focal e aberração esférica)
- Reflexão no espelho parabólico
- Reflexão no espelho convexo

#### **Refração:**

- Determinação do índice de refração com um perfil semicircular
- Determinação do índice de refração com uma placa planoparalela
- Ângulo de desvio mínimo em um prisma
- Reflexão total num perfil semicircular
- Reflexão total num prisma
- Ponto focal de uma lente convergente
- Ponto focal de uma lente divergente
- Aberração esférica



### **Caixa de luz P**

Conjunto de aparelhos para experiências na óptica sobre a mesa, consistindo numa caixa de luz em armação robusta e numerosos elementos ópticos.

Conjunto completo, fornecida em sólida caixa de armazenamento de isopor. A caixa de luz apresenta quatro orifícios de saída de luz, dos quais, os laterais estão equipados de dois espelhos dobráveis pendurados para experiências com a mistura de cores e com a projeção de sombra. Todos os orifícios estão equipados com suportes para componentes ópticos em quadro de slide de 50x50 mm<sup>2</sup>. Deslocando uma lente convergente instalada na frente da lâmpada pode ser produzida luz paralela, convergente, assim como divergente. Encontram-se dois diafragmas de fendas de dois lados, de modo que podem ser criadas quatro configurações de feixe diferentes.

Lâmpada : 12 V, 36 W

Conexões: conectores de 4 mm

Caixa de luz: aprox. 175x100x65 mm<sup>3</sup>

Caixa de armazenamento: aprox. 250x240x100 mm<sup>3</sup>

**P-1018471**

### **Exigência complementar:**

**P-1020595 Transformador 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

ou

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

### **Fornecimento:**

1 caixa de luz

8 cartelas de cores

1 espelho plano (vidro)

1 espelho côncavo (metal)

1 espelho convexo (metal)

1 lente biconvexa, grande

(acrílico transparente)

1 lente biconvexa, pequena

(acrílico transparente)

1 lente biconcava

(acrílico transparente)

1 placa planoparalela

(acrílico transparente)

1 perfil semicircular

(acrílico transparente)

1 prisma de 60°

(acrílico transparente)

1 prisma assimétrico de 90°

(acrílico transparente)

1 prisma simétrico de 90°

(acrílico transparente)

2 diafragmas de fenda

8 filtros cromáticos

(em quadro de slide)

1 par de cabos de conexão com conectores de 4 mm

1 lâmpada sobressalente

### **Lâmpada sobressalente para caixa de luz (sem foto)**

Lâmpada sobressalente para caixa de luz, 12 V, 36 W.

**P-1003231**

### **Modelo ocular físico**

Este modelo serve para demonstrar as funções ópticas do olho tais como a representação de um objeto na retina, a acomodação (aumento na convexidade do cristalino), a miopia e a hiperopia.

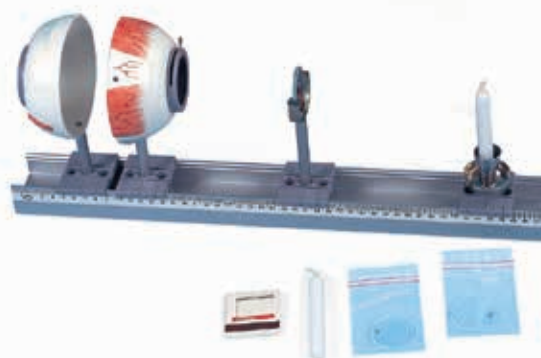
### **O modelo consiste em:**

- Modelo ocular semicircular com um diafragma iridial ajustável, suporte para lente e duas lentes convexas ( $f = 65$  mm; e  $f = 80$  mm), montado em suporte
- Modelo ocular semicircular com retina (écran transparente), montado em suporte
- Suporte para lentes com respectivamente uma lente de correção convexa e côncava
- Castiçal com 2 velas, montado em suporte
- Barra de alumínio, comprimento: 50 cm, com 4 correções de aperto
- Instruções de serviço em língua alemã
- Maleta portátil

Dimensões: aprox. 490x55x180 mm<sup>3</sup>

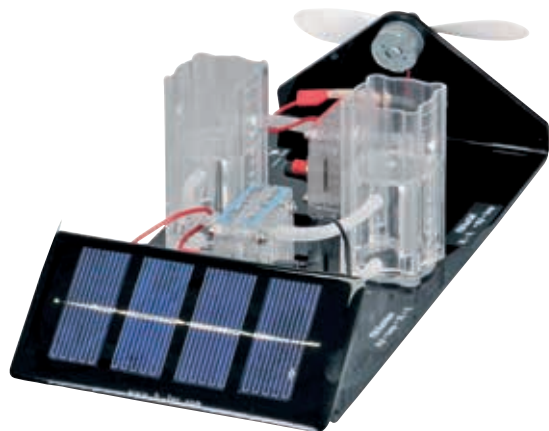
Massa: aprox. 12 kg

**P-1003806**



## O portador de energia do futuro

Células combustíveis, eletrolisadores e tecnologia de hidrogênio solar são essenciais para o abastecimento contínuo de energia no futuro, necessário para a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, conservando os padrões de vida atuais. Demonstre hoje mesmo aos seus alunos os efeitos de uma tecnologia fascinante. A água pura torna-se armazenadora de energia, com a ajuda da energia regenerativa, separado eletroliticamente em suas duas partes, ou seja, hidrogênio e oxigênio. Na transformação dos gases em uma célula combustível originam-se corrente elétrica, calor e água. Por meio da tecnologia proveniente do emprego de membranas nos sistemas de demonstração e aprendizado, cedemos o uso de líquidos ácidos e utilizamos exclusivamente água destilada.



### Sistema de demonstração com células combustíveis

Modelo funcional de um sistema solar a hidrogênio composto de módulo solar, eletrolisador PEM, reservatórios de hidrogênio e oxigênio, células combustíveis PEM e ventilador. Posicionado de forma prática sobre uma placa de base.

Módulo solar: 2,0 V / 350 mA  
Eletrolisador: 1 W  
Potência do ventilador: 10 mW  
Dimensões: aprox. 100x300x150 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 600 g

**P- 1002689**

Com o sistema de demonstração e o acessório os alunos poderão explorar progressivamente o mundo das células combustíveis e da tecnologia solar/hidrogênio através de muitas experiências qualitativas e quantitativas.

### Temas para experiências:

- Linha de reconhecimento corrente-tensão de um módulo solar.
- Curva de desempenho e grau de eficiência de um módulo solar.
- Linha de reconhecimento corrente-tensão de um eletrolisador tipo PEM
- Grau de eficiência energético e de Faraday de um eletrolisador tipo PEM
- Linha de reconhecimento corrente-tensão de uma célula combustível tipo PEM
- Curva de desempenho de uma célula combustível tipo PEM



### Acessórios célula combustível

Conjunto de experiências para a realização de experiências de alunos com o sistema de demonstração célula combustível. Com resistência decimal, especialmente ajustada para registro da curva característica dos componentes individuais.

**P- 1021790**

### Fornecimento:

- 1 Resistência decimal com capacidade máx. de 1 W
- 2 Multímetros
- 2 Pilhas (9 V) para multímetro
- 4 Cabos de conexão, 2 mm, 50 cm, vermelhos
- 4 Cabos de conexão, 2 mm, 50 cm, pretos
- 1 Cronômetro

### Resistência decimal:

Capacidade máx.: 1,2 W  
Conectores: 2 mm  
Dimensões: aprox. 40x160x130 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 190 g

### Multímetros:

Conectores: 2 mm  
Dimensões: aprox. 125x70x30 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 140 g

### Para a sua segurança:

Use exclusivamente água destilada.  
Não é recomendado uso de eletrólitos ácidos como, por exemplo, solução de potassa cáustica (KOH).

# EXPERIMENTAÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR

O software mais diversificado e abrangente para a aula em matérias da matemática, informática, ciências naturais e técnica. Acompanhe seus alunos em uma viagem pelo mundo da ciência.

## Coach 7

Coach é um ambiente de aprendizado e escrita para a formação em ciências, matemática e ciências naturais-técnica. Este produto da CMA é o resultado de mais de 25 anos de pesquisa e desenvolvimento. O feedback contínuo de usuários (alunos, professores, desenvolvedores de currículos) e da pesquisa educacional permitiu criar um ambiente utilizado por professores e alunos do mundo todo. O Coach utiliza ferramentas ICT, que se assemelham a tecnologias também utilizadas por cientistas e possibilitam, adicionalmente, um conceito educacional baseado em análises experimentais.

- Com o Coach 7, você tem o software mais abrangente para as matérias de matemática, informática, ciências naturais e técnica
- Adequado para múltiplas plataformas
- Pode ser usado por professores e alunos, na escola e em casa
- Todas as ferramentas necessárias em um ambiente
- Simples mas abrangente, com opções ampliadas, se necessário
- Manuseio intuitivo dos sensores
- Sensores pré-calibrados; pode ser realizada calibragem própria se necessário
- Permite armazenamento de nova calibragem de sensores
- O único software a oferecer modelagem dinâmica
- Medição por vídeo com acompanhamento e correção automática da perspectiva
- Operação fácil de aprende por meio de muitos tutoriais simples e contextuais
- Acesso livre a grande banco de dados com materiais didáticos inovadores

## Licenças para o Coach 7

- Licenças de localização para 5 anos
- Licenças anuais mediante solicitação
- Licença única

## Coach 7 Lite

Caso não seja necessário o desempenho integral do Coach 7 ou a aula for no nível do ensino médio, o Software Coach 7 Lite está à disposição gratuitamente para utilização com VinciLab e eLab. Registre-se e faça o download do site: [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

## Coach 7, licença única 5 anos

P-1021518

## Coach 7, licença escolar 5 anos

P-1021522

## Coach 7, licença universitária 5 anos

P-1021524

Outras licenças podem ser encontrados em nosso site [3bscientific.com](http://3bscientific.com)

## Adequado para:

tablet android, iPad, tablet Windows, PC, Mac

## Sempre, em todos os lugares

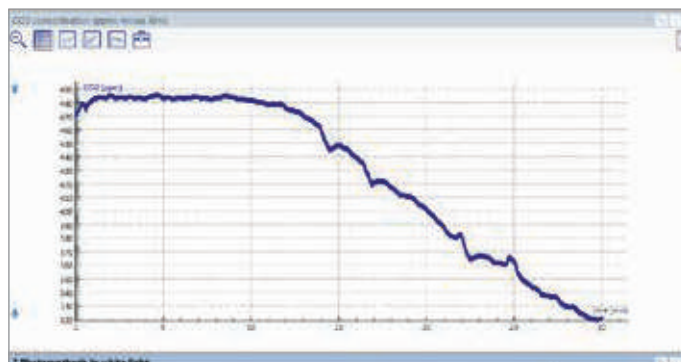
A educação se altera: Tablets e notebooks se tornaram imprescindíveis, tanto para alunos, quanto para professores. Com o Coach 7, você estará preparado para a formação do século XXI e poderá dar apoio a conceitos BYOD (traga seu próprio dispositivo, na sigla em inglês) de sua escola. O Coach 7 pode ser utilizado no computador, notebook ou tablet, em casa ou na escola.



O software mais diversificado e abrangente para a aula em matérias da matemática, informática, ciências naturais e técnica. Acompanhe seus alunos em uma viagem pelo mundo da ciência.

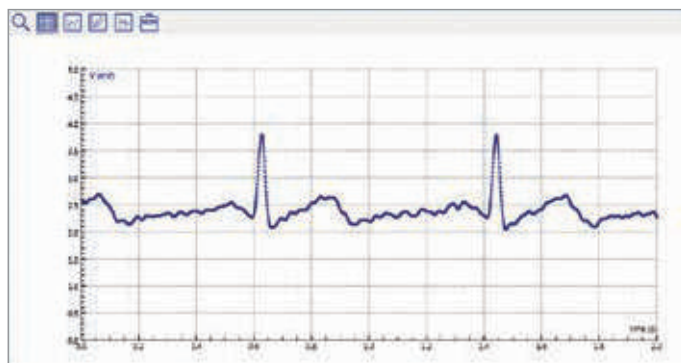
#### Coleta de dados

Uma interface equipada com diversos sensores é um instrumento de medição universal e pode ser empregado em muitas experiências. Com os meios de medição do Coach, os dados podem ser medidos e coletados por um período de tempo por meio de interface e os sensores correspondentes. A taxa de coleta de dados é ajustável por ampla gama de períodos e frequências. Diferentes métodos de medição, baseados em tempo (com e sem acionamento (trigger), em eventos, bem como métodos manuais (com e sem sensores) permitem numerosas experiências. A apresentação dos dados em tempo real durante a coleta torna a medição um processo interativo, em que as observações diretas podem ser comparadas imediatamente com os gráficos e incitam, assim, à reflexão sobre os dados.



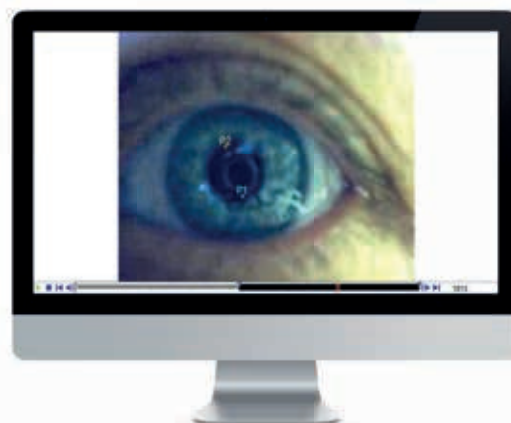
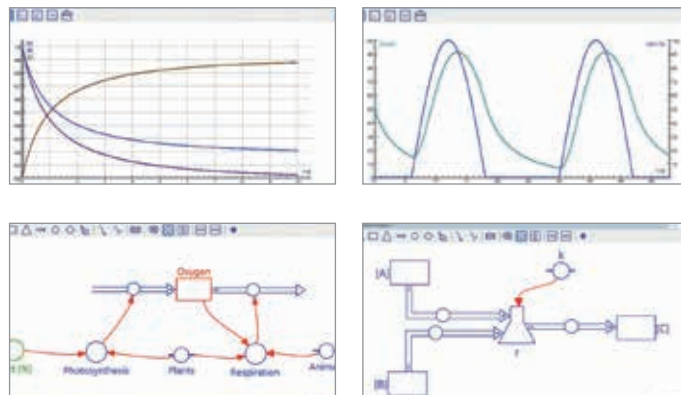
#### Vídeo de dados

Traz o mundo real para a sala de aula e permite a análise de resultados e experiências empolgantes, impossíveis na sala de aula. Com as atividades do vídeo de dados, movimentos e formas de objetos reais podem ser medidos e analisados em vídeos ou imagens estáticas (por cliques manuais ou automaticamente, pelo acompanhamento do objeto selecionado). Para transpor a lacuna entre a representação visual de um movimento e sua representação gráfica, as curvas são sincronizadas com as imagens do vídeo. Os alunos podem registrar seus próprios vídeos por meio de uma câmera ou de um celular. Além disso, podem utilizar câmeras de alta velocidade acessíveis, para captar movimentos muito rápidos e analisar estes movimentos em detalhes. Adicionalmente, o Coach oferece muitas outras funções, como a captação e a edição de vídeos ou a correção de distorções de perspectiva.



#### Modelagem

Dá apoio aos alunos para compreender o mundo dos modelos de cálculo. Tais modelos são hoje empregados em todos os setores da pesquisa e da indústria. As atividades de modelagem permitem a aplicação de modelos prontos da biblioteca do Coach ou a elaboração de modelos próprios de sistemas que se alteram dinamicamente. Em tais modelos, o desenvolvimento de um sistema é calculado passo a passo. A modelagem permite a solução de problemas realistas e de difícil solução analítica na escola. Isto encoraja os alunos a refletir, debater ideias e chegar a uma compreensão melhor. Os dados gerados por um modelo podem ser comparados com dados experimentais e o modelo pode ser adaptado à experiência real.



### Processamento dos dados

Os dados gerados por sensores, clipes de vídeo ou modelos podem ser representados como valores digitais, representações ou gráficos. Seu processamento ocorre por meio de:

- ferramentas de análise: aplicar zoom, ler valores, encontrar uma inclinação, encontrar uma área sob uma curva
- ferramentas de processamento: selecionar e remover dados, aplanar uma curva, calcular novas variáveis por meio de funções matemáticas, adaptar uma função, calcular um espectro de frequência
- ferramentas estatísticas: encontrar informações estatísticas de dados, elaborar um histograma

### Animações

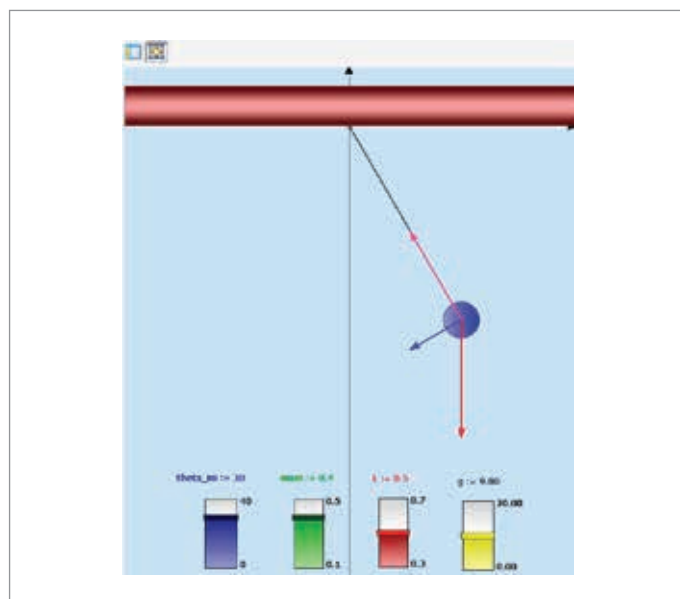
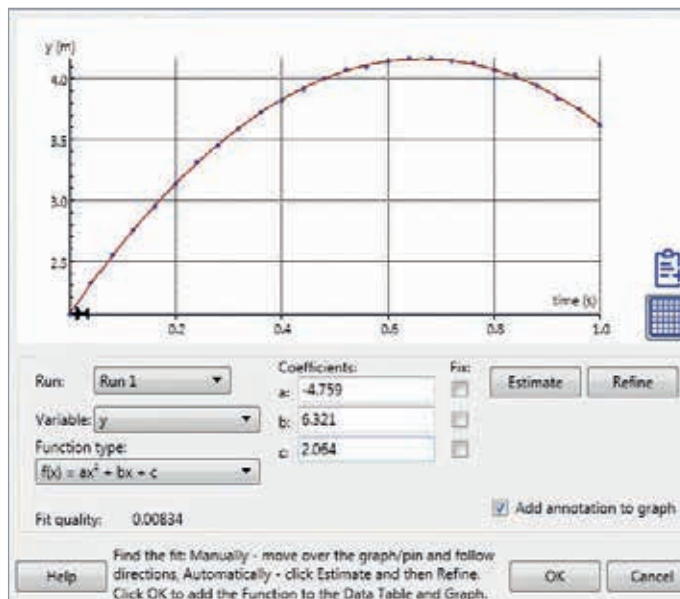
As animações auxiliam os alunos a compreender melhor o significado dos dados. A representação dos dados em uma tabela ou gráfico, em geral, não é suficiente para compreender os fundamentos de um fenômeno. A animação é outra possibilidade de representação dos dados. No menu "Animações" do Coach, encontram-se objetos gráficos animados, como elipses, retângulos, vetores ou imagens que podem ser conectados com variáveis de modelo, de programa ou valores de sensores, para controlar seus movimentos na tela. Objetos operacionais interativos, como botões e controles deslizantes, permitem alterar parâmetros durante a execução da animação e visualizar imediatamente os efeitos.

### Ferramentas autorais

Elabore as suas próprias atividades. Muitas atividades prontas de ensino e aprendizado estão à disposição. Você poderá utilizar estas atividades diretamente na aula ou adequá-las a suas próprias necessidades. O software Coach lhe permite estruturar suas atividades repletas de conteúdos didáticos empolgantes. Elabore as suas próprias atividades definidas pelo usuário com a ferramenta correspondente para o nível desejado de aprendizado, com seus textos, imagens, vídeos, perguntas de alunos e com lay-out personalizado.

### Controle

A combinação única de engenharia de medição e regulação permite o controle de processos, a automatização de medições e a análise do comportamento de sistemas.



## VinciLab – um registrador de dados extremamente poderoso e diversificado

### VinciLab

Registrador de dados gráfico diversificado moderno com dois processadores e memória de 8 GB. Pode ser empregado como aparelho manual autônomo com touch screen ou em conexão com computadores Windows ou MAC. O software instalado no aparelho oferece aplicações para a coleta de dados de medição, administração de arquivos do usuário, ajuste do aparelho e conexão sem fio, navegação na internet, bem como utilização de arquivos de vídeo e áudio. Todas as aplicações podem ser atualizadas de forma simples por meio do servidor de atualizações VinciLab. O potente software Coach permite a representação de dados de sensores, bem como a representação de diagramas em tempo real, contém ferramentas para o processamento de dados e a elaboração e processamento das chamadas atividades (instruções de experiências) com textos, imagens e links da internet. O Coach 7 e o Coach 7 Lite dão suporte e controlam medições com o VinciLab, a partir do momento em que o VinciLab esteja conectado a um computador. Os dados coletados são transmitidos em tempo real e podem ser acompanhados diretamente na tela do computador. Por meio da utilização da conexão sem fio e do protocolo VNC, a tela do VinciLab pode ser acompanhada e controlada a partir de qualquer computador ou dispositivo móvel que tenha conexão com a mesma rede.



Quatro entradas analógicas e duas digitais

Tela:

Taxa de amostragem:

Entradas de sensores:

Sensores embutidos:

Conexões sem fio:

Conexão ao computador:

Conexão para dispositivos USB:

Software do dispositivo:

Software do computador:

Alimentação de energia:

tela colorida touch screen de alta resolução, 5" Resolução: 12 bit 1 MHz

quatro entradas BT analógicas, duas entradas BT digitais

sensor de som, sensor de aceleração de 3 eixos (2xg, 4xg, 8xg)

Wi-Fi e Bluetooth

USB mini

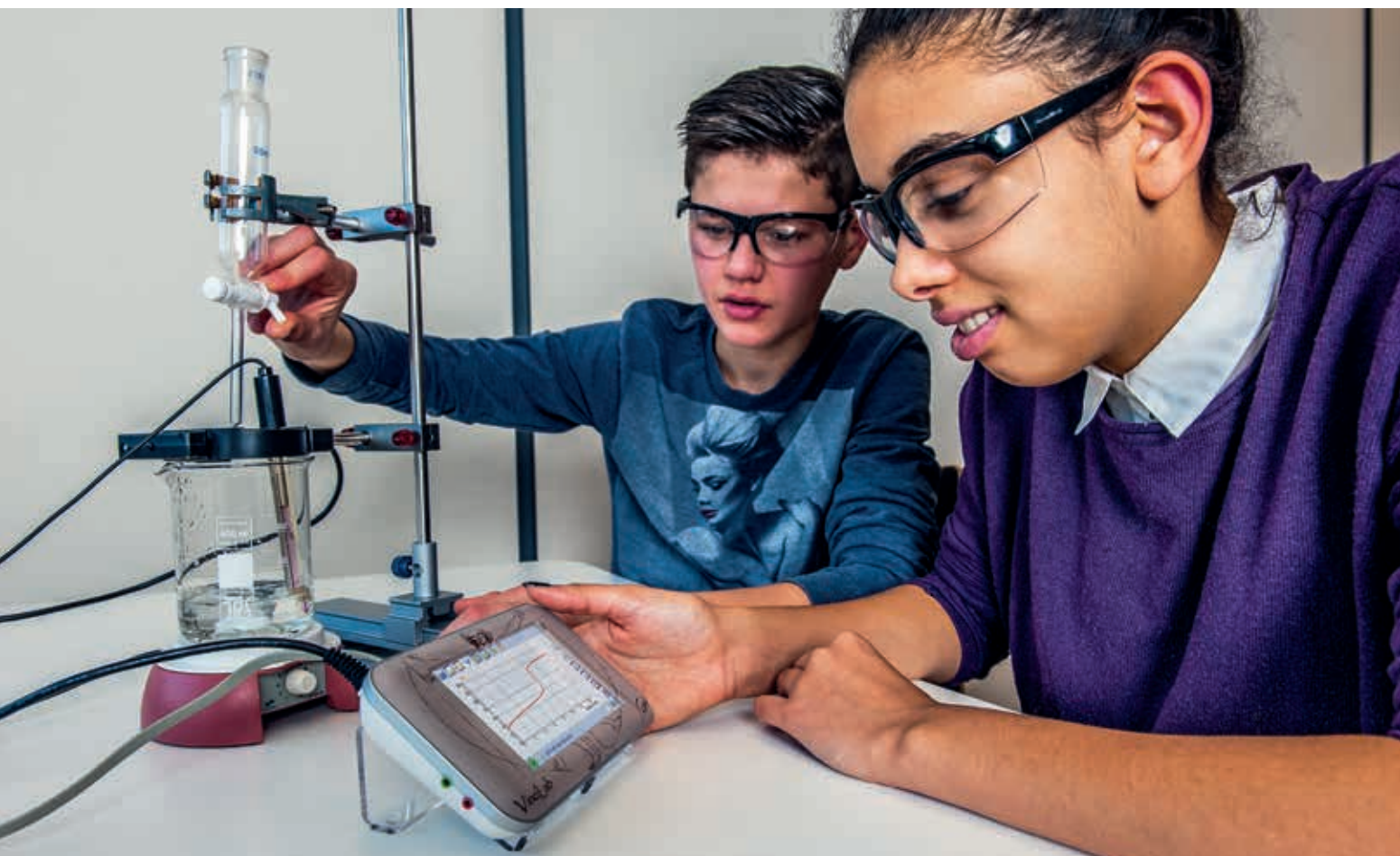
USB (full USB)

Coach para Linux

Coach 7 ou Coach 7 Lite

bateria recarregável, USB do computador ou fonte de rede

P-1021477





**€Motion**  
O €Motion é um detector de movimentos ultrassônico que se conecta diretamente a um computador por meio de uma porta USB. O €Motion mede a distância entre o sensor e um objeto. O €Motion pode trabalhar em combinação com a interface €Lab.  
Alcance: 0,20 m ... 6 a 10 m (dependendo da forma, tamanho e superfície do objeto)  
Conexão com o computador: USB  
Suprimento de energia: via USB  
Inclui: haste de metal.  
Utilizável, por exemplo, para:  
• registrar movimentos durante caminhada na direção do sensor e para longe dele,  
• Investigar movimento harmônico simples,  
• registrar movimentos de objetos em queda ou arremessados para cima.  
**P-1021673**



**€Lab**  
Interface laboratorial de operação muito simples. Extraordinariamente adequado para a introdução à coleta de dados de medição com o computador. Para todos os usuários que não precisam da diversidade de um VinciLab.  
Resolução: 12 bit  
Taxa de amostragem: 40 kHz  
Entradas de sensores: duas entradas BT analógicas  
Conexão ao computador: USB  
Software de computador: Coach 7 ou Coach 7 Lite  
Alimentação de energia: USB, nenhuma fonte adicional necessária  
**P-1021478**

Tabela comparativa

| Interface               | €Lab                  | VinciLab                 |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Nível de formação       | médio                 | médio/superior           |
| Taxa de amostragem      | 40 kHz                | 1 MHz                    |
| Entradas de sensor (BT) | 2 analógicas          | 4 analógicas, 2 digitais |
| Alimentação de energia  | USB                   | bateria recarregável     |
| Screen                  | sem                   | touch screen 5"          |
| Sistema operacional     | interno               | Linux                    |
| Software de dispositivo | sem                   | Coach App                |
| Plataforma              | PC, Mac               | PC, Mac, Standalone      |
| Conexão                 | USB                   | USB                      |
| Software de computador  | Coach 7, Coach 7 Lite | Coach 7, Coach 7 Lite    |



### Detector de movimentos \*

O Detector de Movimentos 0664 usa ultrassom para medir a distância entre o sensor e um objeto. Este Detector de Movimentos possui um conector BT digital e pode ser conectado às entradas digitais da interface VinciLab.

Alcance: 0,2 .. 6 a 12 m (dependendo da forma, tamanho e superfície do objeto)

Frequência do ultrassom: 50 kHz

Precisão normal:  $\pm 1$  mm

Inclui: haste de metal.

Utilizável, por exemplo, para:

- registrar movimentos durante caminhada na direção do sensor e para longe dele,
- investigar movimento harmônico simples.
- registrar movimentos de objetos em queda ou arremessados para cima.

**P-1021683**



### Fotocélula

A fotocélula serve para a medição de tempo, bem como para a contagem de impulsos em combinação com o VinciLab (P-1021477) ou o contador digital (P-1001033/P-1001032). Duas formas de operação estão disponíveis:

1. Modo de fotocélula interna: Fotocélula com fonte de luz infravermelha e detector de IV com atraso de sinal muito curto.
2. Modo de fotocélula a laser: Diodo detector a laser embutido lateralmente para a construção de uma chancela de amplo alcance em conjunto com um apontador a laser, por exemplo, em eventos esportivos.

Abertura do garfo: 82 mm

Dimensões (sem haste de tripé): aprox. 120x80x22 mm<sup>3</sup>

Contido no fornecimento: uma haste de tripé com rosca, um parafuso M6, uma porca borboleta M6, uma chapa de suporte e cabos de conexão com conectores 8-pin-miniDIN.

Utilizável, por exemplo, para:

- Determinação da velocidade momentânea em corpos em movimento
- Determinação da aceleração da gravidade g
- Medição dos tempos de períodos de corpos oscilantes

**P-1000563**

### Adicionalmente necessários:

**P-1021688** Cabo de conexão MiniDIN8 – BT



### Sensor de distância FW

O sensor de distância FW se destina ao registro de movimentos periódicos ou oscilantes que podem ser transmitidos por meio da corda para o rolo de corda.

O sensor dispõe de um rolo de corda giratório e um potenciômetro de precisão embutido.

Roda: 24 mm Ø

Curso máximo: aprox. 66 mm

Resolução de curso: aprox. 1/6 mm

Contido no fornecimento: uma haste de tripé com rosca.

Utilizável, por exemplo, para:

- Registro do diagrama pV de um motor Stirling

**P-1021534**



### Escada g

A escada g serve para a determinação da aceleração da gravidade g em combinação com a fotocélula (P-1000563). Ela é constituída de alumínio anodizado com 21 degraus e duas perfurações para pendurar massas adicionais.

Distância dos degraus 10 mm

Dimensões: aprox. 205x75 mm<sup>2</sup>

Utilizável, por exemplo, para:

- Determinação da aceleração da gravidade g

**P-1000564**



#### Acelerômetro 5 x g

O Acelerômetro Low-g BT10i pode ser usado para estudar acelerações em movimentos unidimensionais. O elemento de detecção do sensor está localizado dentro da pequena caixa redonda que pode ser montada sobre um objeto em movimento. Esta é a melhor opção para a maioria das experiências.

Alcance: -5 g ... 5 g

Precisão: 0,05 g

Utilizável, por exemplo, para:

- medir a aceleração de um carro em movimento, em elevadores, equipamentos de playgrounds, atrações de parque de diversões,
- determinar a inclinação de um objeto,
- investigar acelerações durante movimentos do corpo.

**P-1021674**



#### Acelerômetro 25 x g

O Acelerômetro High-g BT11i pode ser usado para estudar acelerações em movimentos unidimensionais. O elemento de detecção do sensor está localizado dentro da pequena caixa redonda que pode ser montada sobre um objeto em movimento.

Alcance: -25 g ... 25 g

Precisão: 0,2 g

Utilizável, por exemplo, para:

- medir a aceleração durante colisões,
- investigar acelerações maiores.

**P-1021675**



#### Sensor de força

O sensor de Força BT42i mede forças de empuxo e tração. Ele usa tecnologia de calibração de tensão. O sensor tem duas faixas de medição, que podem ser selecionadas usando uma chave.

Faixa: -5 ... 5 N, -50 ... 50 N.

Resolução (12-bit): 0,003 N, 0,03 N

Inclui: parafuso de aperto manual, cabo, para-choque e um gancho.

Utilizável, por exemplo, para:

- substituir uma escala de mola manual, pode ser
- montado sobre um suporte de anel ou sobre um gráfico de dinâmica para estudar colisões.
- medir forças centrípetas ou friccionais, estudar as leis de Newton, investigar fricção estática e cinética.

**P-1021676**



#### Placa de força \*

A placa de Força 0364 mede forças de passada, salto e outras ações humanas. A Placa de Força possui duas faixas, uma para forças maiores e uma faixa mais sensível para experiências de empuxo.

Faixa: -800 ... 3500 N, -200 ... 800 N

Resolução (12-bit): 1,2 N / 0,3 N

Inclui: um par de cabos para empurrar e puxar.

Utilizável, por exemplo, para:

- estudar a dinâmica de saltar e caminhar
- estudar como a força normal que atua sobre os pés humanos se altera durante um percurso de elevador.

**P-1021677**

#### \* Cabos de sensor

Todos os sensores sem a marcação \* precisam de cabo de sensor, a ser adquirido separadamente. Fornecidos em unidades (P1021514) ou em conjuntos de quatro (P-1021515).



#### Sensor de corrente 5 A

O sensor de Corrente BT21i é um sensor de uso geral para medir correntes na faixa entre -5 e 5 A. Ele possui dois conectores de 4 mm para conexão fácil. O elemento de detecção é um resistor de  $0,04 \Omega$  conectado entre os terminais vermelho e preto.

Faixa: -5 ... +5 A

Resolução (12-bit): 3,8 mA

Utilizável, por exemplo, para:

- investigar as relações entre voltagem e corrente,
- verificar a Lei de Ohm,
- medir correntes em circuitos elétricos em série e em paralelo.

**P-1021678**



#### Sensor de carga

O sensor de Carga BT19i mede cargas eletrostáticas. Ele pode substituir um eletroscópio tradicional, mostrando não somente a polaridade da carga, mas também realizando medições quantitativas. O sensor tem três faixas de operação, que podem ser selecionadas usando uma chave.

Faixa: -5 ... 5 nC, -25 ... 25 nC, -100 ... 100 C

Resolução (12-bit): 0,0025 nC, 0,013 nC, 0,05 nC

Utilizável, por exemplo, para:

- medir a magnitude e o sinal da carga em diferentes objetos,
- investigar fenômenos eletrostáticos,
- carga por indução, fricção e por contato.

**P-1021684**



#### Sensor de voltagem 500 mV, diferencial

O sensor de Voltagem BT32i foi projetado para medir voltagens entre -500 e +500 mV. O sensor possui entradas diferenciais; as medições podem ser feitas diretamente através de elementos do circuito sem as restrições do aterramento comum. Ele tem dois conectores de 4 mm para fácil conexão.

Faixa: -500 ... +500 mV

Resolução (12-bit): 338  $\mu$ V

Utilizável, por exemplo, para:

- medir voltagens baixas em circuitos AC e DC,
- registrar as características de um bulbo de luz ou um diodo,
- medir voltagens em circuitos elétricos em série e em paralelo.

**P-1021681**



#### Sensor de voltagem 10 V \*

O sensor de Voltagem BT02 é um sensor genérico de baixo custo que mede voltagem. Este sensor tem uma conexão direta com as entradas de uma interface de medição. Ele tem dois conectores de 4 mm para fácil conexão.

Faixa: -10 ... +10 V.

Resolução (12-bit): 4,9 mV

Utilizável, por exemplo, para:

- medir voltagem durante o descarregamento de um capacitor
- investigar a carga de uma bateria
- registrar indução eletromagnética.

**P-1021682**



#### Sensor de corrente 500 mA \*

O sensor de Corrente 0222i é um sensor de uso geral para medir correntes na faixa entre -500 e 500 A. Ele possui dois conectores de 4 mm para conexão fácil. O elemento de detecção é um resistor de  $0,4 \Omega$  conectado entre os terminais vermelho e preto.

Faixa: -500 ... +500 mA

Resolução (12-bit): 0,38 mA

Utilizável, por exemplo, para:

- investigar as relações entre voltagem e corrente,
- verificar a Lei de Ohm,
- medir correntes em circuitos elétricos em série e em paralelo.

**P-1021679**



#### Sensor de voltagem 10 V, diferencial \*

O sensor de Voltagem 0210i foi projetado para medir voltagens entre -10 e +10 V. O sensor tem entradas diferenciais; as medições podem ser feitas diretamente através de elementos de circuito sem as restrições do aterramento comum. Ele tem dois conectores de 4 mm para fácil conexão.

Faixa: -10 ... +10V

Resolução (12-bit): 6,5 mV

Utilizável, por exemplo, para:

- medir voltagens em circuitos AC e DC,
- registrar as características de um bulbo de luz ou um diodo,
- medir voltagens em circuitos elétricos em série e em paralelo.

**P-1021680**



#### Shunt de Alta Corrente

O shunt de alta corrente é um sensor para a medição de correntes elétricas altas em circuitos de corrente contínua e alternada com auxílio de um resistor paralelo (shunt).

Faixa: 0 – ±10 A  
Corrente máx.: ± 20 A por 15 s  
Precisão: < 1%  
Tipo de sensor: Resistor Shunt 5 mΩ / 2 W

**P-1000545**

#### Adicionalmente necessários:

**P-1021681** Sensor de tensão 500 mV, diferencial

**P-1021514** Cabo de sensor



#### Sensor de campo magnético \*

O sensor de campo magnético BT52i contém um elemento de Hall, que é sensível a campo magnético. Ele tem duas faixas de medição, que podem ser selecionadas usando uma chave. O sensor é muito adequado para a medição de campo magnético dentro de espiras ou próximo a ímãs permanentes (fortes).

Faixas: -10 ... +50 mT, -100 ... +500 mT

Resolução (12-bit): 0,024 mT, 0,24 mT

Utilizável, por exemplo, para:

- medir o campo magnético perto de um ímã permanente (forte),
- investigar o campo magnético perto de um fio condutor de corrente,
- medir o campo magnético perto ou dentro de uma espira ou solenoide.

**P-1021685**



#### Sensor de campo magnético FW ± 200 mT

O sensor de campo magnético FW ± 200 mT serve para a medição da densidade do fluxo magnético em direção axial e tangencial. Na ponta do sensor, existe um sensor de Hall com um sinal de saída proporcional à tensão de operação. O sensor é equipado com duas teclas de campo e uma de tara com indicação ótica da faixa de medição atualmente selecionada.

Faixa: 0 – ±2 mT, 0 – ±20 mT, 0 – ±200 mT

Resolução: 0,01 mT, 0,1 mT, 1 mT

Sensor: 500 mm de comprimento

Utilizável, por exemplo, para

- Medição de campos magnéticos de bobinas de cilindro e de Helmholtz

**P-1021798**



#### Sensor de campo magnético FW ± 2000 mT

O sensor de campo magnético FW ± 2000 mT serve para a medição da densidade do fluxo magnético em direção tangencial. Na ponta do sensor, existe um sensor de Hall com um sinal de saída proporcional à tensão de operação. O sensor é equipado com duas teclas de campo e uma de tara com indicação ótica da faixa de medição atualmente selecionada.

Faixa: 0 – ±2 mT, 0 – ±20 mT, 0 – ±200 mT, 0 – ±2000 mT

Resolução: 0,01 mT, 0,1 mT, 0,5 mT, 1 mT

Sensor: 135 mm de comprimento

Utilizável, por exemplo, para

- Análise do efeito de Hall em semicondutores e metais
- Registro de curvas de histerese
- Análise da lei de Biot-Savart

**P-1021766**



#### Sensor de umidade

O sensor de umidade BT72i mede a umidade relativa do ar. O sensor é constituído de um circuito integrado que utiliza um polímero capacitivo para captação da umidade do ar. Os furos na caixa do sensor garantem a circulação do ar.

Faixa: 0 ... 100 %

Resolução (12 Bit): 0,04 % RH

Utilizável, por exemplo, para:

- Análise das taxas de respiração de plantas
- Monitoramento das condições em uma estufa ou terrário
- Determinação dos dias propícios para apresentação da eletricidade estática

**P-1021510**



#### Sensor de pressão sonora

O sensor de pressão sonora BT80i consiste de um microfone, bem como de um amplificador interno. Ele mede oscilações da pressão do ar causadas por ondas sonoras. Por conta da alta sensibilidade, o sensor é muito bem adequado para o registro de impulsos de pressão. O sensor também pode ser usado para medições de dB (até 124 dB). A calibragem é possibilitada pelo software Coach.

Faixa: -45 ... 45 Pa,

Resolução (12 Bit): 22 mPa

Utilizável, por exemplo, para:

- Medição de formas de ondas sonoras e padrões de batidas
- Análise da voz humana, bem como de diferentes instrumentos musicais
- Medição da velocidade da luz através do ar e de outros materiais.

**P-1021513**



#### Sensor de pressão

O sensor de pressão BT66i destina-se à medição da pressão absoluta de gás. A pressão é medida por uma válvula de pressão, que se encontra no lado da caixa do sensor. O sensor dispõe de duas faixas de medição selecionáveis.

Faixa: 0 ... 700 kPa, 0 ... 130 kPa

Resolução (12 Bit): 0,2 kPa, 0,04 kPa

Contido no fornecimento: uma seringa de plástico de 20 ml com conector Luer-Lock, dois tubinhos plásticos (5 cm e 45 cm de comprimento), uma válvula de três vias com conectores Luer-Lock, dois conectores Luer-Lock.

Utilizável, por exemplo, para:

- Medição de alterações de pressão em experiências com as leis de gases de Boyle e Gay-Lussac
- Medição da pressão do vapor de líquidos
- Medição da pressão do ar para estudos climáticos

**P-1021511**



#### Sensor de temperatura

O sensor de temperatura BT64i mede temperatura e diferenças de temperatura na faixa de -20° C até 110° C com grande precisão. Ele utiliza um transdutor sólido de temperatura, cujo sinal de saída é linearmente proporcional à temperatura. O transdutor se encontra na ponta de um tubo de aço inox. Em líquidos, o sensor de temperatura reage bem rápido (entre 1,3 e 2,0 s).

Faixa: -20° C ... 110° C

Resolução (12 Bit): 0,07° C

Utilizável, por exemplo, para:

- Monitoramento de temperaturas internas e externas
- Monitoramento de água em vias de congelamento e fervente
- Análise da temperatura em reações endotermas e exotermas
- Análise da evaporação

**P-1021499**



#### Sensor de pressão relativa FW $\pm 100$ hPa

O sensor de pressão relativa FW serve para a medição de pressões relativas. O sensor é equipado com duas câmaras de medição, por cujos contatos pode ser medida uma diferença de pressão.

Faixa: 0 –  $\pm 100$  hPa

Precisão:  $\pm 1\%$

Eixo de mangueira: 4 mm  $\varnothing$

Contido no fornecimento: Mangueira de silicone, 1 m.

Utilizável, por exemplo, para

- Medição da pressão hidrostática em uma coluna de água
- Medição da diferença de pressão no motor Stirling D

**P-1021532**



#### Sensor de pressão relativa FW $\pm 1000$ hPa

O sensor de pressão relativa FW serve para a medição de pressões relativas. O sensor é equipado com duas câmaras de medição, por cujos contatos pode ser medida uma diferença de pressão.

Faixa: 0 –  $\pm 1000$  hPa

Precisão:  $\pm 1\%$

Eixo de mangueira: 4 mm  $\varnothing$

Contido no fornecimento: Mangueira de silicone, 1 m.

Utilizável, por exemplo, para

- Medição da pressão hidrostática em uma coluna de água
- Medição da diferença de pressão no motor Stirling G

**P-1021533**



#### Sensor de temperatura NTC \*

O sensor de temperatura BT01 é um sensor universal de temperatura de preço acessível, com o qual a temperatura na faixa de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $140^{\circ}\text{C}$  em líquidos (água, soluções levemente ácidas) e no ar. O elemento sensor é um termistor NTC, atribuído a um tubo de aço inox. O termistor é um resistor variável, cujo valor de resistência cai de forma não-linear com o aumento da temperatura.

Faixa:  $-40^{\circ}\text{C}$  ...  $140^{\circ}\text{C}$

Precisão:  $2^{\circ}\text{C}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$ ;  $0,6^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ ;  $1,8^{\circ}\text{C}$  a  $140^{\circ}\text{C}$

Utilizável, por exemplo, para:

- Monitoramento de temperaturas internas e externas
- Monitoramento de água congelada e fervente
- Análise da temperatura em reações endotermas e exotermas
- Análise da evaporação

**P-1021497**

#### Thermoelement Typ K \*

O termoelemento 0135i mede a temperatura em duas faixas selecionáveis por chave. O sensor utiliza um termoelemento tipo K, consistindo de fios cromega e alomega, soldados para formar um ponto de medição.

Faixa:  $-200 \dots 1300^{\circ}\text{C}$ ,  $-20 \dots 110^{\circ}\text{C}$

Resolução (12 Bit):  $0,39^{\circ}\text{C}$ ,  $0,035^{\circ}\text{C}$

Utilizável, por exemplo, para:

- Medição da temperatura de uma chama
- Determinação do ponto de fusão de cobre, bismuto ou outros materiais sólidos
- Medição da temperatura em determinadas experiências térmicas

**P-1021498**



#### Sensor de temperatura NTC com pregador de medição \*

Sensor de temperatura para a medição da temperatura nos tubos de cobre da bomba térmica (P-1000819 / P-1000820). A haste do sensor de temperatura é de aço inox com uma pregador de cobre em formato ajustado. Aplicável em associação ao Vincilab (P-1021477) para a medição manual ou a captura de valores de medição assistida por computador. Inclui cabo de conexão.

Faixa:  $-40 \dots 140^{\circ}\text{C}$

Resolução:  $0,1^{\circ}\text{C}$

Precisão:  $2^{\circ}\text{C}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$ ;  $0,6^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ ;  $1,8^{\circ}\text{C}$  a  $140^{\circ}\text{C}$

Tipo de sensor: Termistor NTC

**P-1021797**



#### Sensor de luz, três faixas

O sensor de luz BT50i mede a intensidade da luz em três faixas de medição selecionáveis. Ele é adequado para medições internas e externas. A insolação direta está na faixa do sensor. A reação espectral do sensor corresponde aproximadamente à reação do olho humano.

Faixas: 0 ... 1500 lux, 0 ... 15000 lux, 0 ... 150000 lux

Resolução (12 Bit): 0,37 lx, 3,7 lx, 37 lx

Utilizável, por exemplo, para:

- Verificação da lei da distância
- Análise de reflexão e absorção de luz
- Análise da energia solar
- Monitoramento dos horários de aurora e ocaso

**P-1021502**



#### Sensor de luz \*

O sensor de luz 0513 mede a intensidade da luz e reage tanto à luz visível quanto à luz infravermelha. O sensor é adequado para medições em ambientes com iluminação normal.

Faixa: 0,1 ... 10 W/m<sup>2</sup>

Utilizável, por exemplo, para:

- Verificação da lei da distância
- Monitoramento da alteração da luz por meio de reação química
- Medição de alterações rápidas da intensidade da luz

**P-1021503**



#### Sensor α, β, γ \*

O sensor BT70i mede radiação alfa, beta e gama. Em caso de desagregação reconhecida, o sensor dá um impulso acompanhado de ruído de clique e um LED piscante. O sensor também é adequado ao reconhecimento de radiação reduzida, como, por exemplo, de adubos de potássio ou camisas incandescentes de lâmpadas.

Faixa: 0 ... 1000 cps (contagens por segundo)

Utilizável, por exemplo, para:

- Monitoramento da radiação de fundo
- Registro da desagregação radioativa e determinação da meia-vida
- Análise da blindagem contra radiação radioativa

**P-1021512**



#### Cabos de sensor

O cabo de sensor destina-se à conexão dos sensores ao registrador de dados. São fornecidos em unidades ou em conjuntos de quatro.

Comprimento: 1,5 m

**P-1021514 Cabos de sensor**

**P-1021515 Conjunto de 4 cabos de sensor**



#### Sensor UVA \*

O sensor UVA 0388 mede a intensidade da radiação ultravioleta. Ele contém um fotodiodo de silício de banda larga sensível a UV e reage primariamente à radiação UVA.

Faixa: 320 ... 390 nm

Resolução (12 Bit): 5 mW/m<sup>2</sup>

Utilizável, por exemplo, para:

- Medição da transparência ao UVA de diferentes vidros, óculos solares e de grau
- Medição da intensidade de UVA em função do tempo durante o decurso do dia
- Medição da transparência ao UVA de tecidos molhados e secos

**P-1021504**



#### Sensor UVB \*

O sensor UVB 0389 mede a intensidade da radiação ultravioleta. Ele contém um fotodiodo de silício de banda larga sensível a UV e reage primariamente à radiação UVB.

Faixa: 290 ... 320 nm

Resolução (12 Bit): 0,25 mW/m<sup>2</sup>

Utilizável, por exemplo, para:

- Medição da transparência ao UVB de diferentes vidros, óculos solares e de grau
- Medição da intensidade de UVB em função do tempo durante o decurso do dia
- Medição da transparência ao UVB de tecidos molhados e secos

**P-1021505**



#### Suporte para VinciLab

Suporte de plástico para o registrador de dados VinciLab.

**P-1021516**



#### Webcam

Webcam USB para registro de vídeos, videoconferências, etc. A webcam dispõe de microfone embutido, iluminação LED integrada e um tripé. Ela pode registrar até 30 quadros por segundo com resolução VGA (640 x 480).

**P-1021517**



#### Cabo de extensão analógico BT-BT

Cabo para extensão do cabo de conexão BT dos sensores analógicos BT.

Comprimento: 5 m

**P-1021500**



#### Anschlusskabel MiniDIN8 – BT

O cabo de conexão serve para a conexão da fotocélula (P-1000563) e do sensor de reflexão laser (P-1001034) no VinciLab (P-1021477).

**P-1021688**

# MECÂNICA

## Temas para experiências:

- Plano inclinado
- Alavanca
- Momentos de rotação e forças
- Forças sobre um suporte de carga
- Força como vetor
- Movimento pendular
- Pêndulo físico
- Polias fixas e soltas
- Polipasto
- Lei de Hooke
- Ressonância acoplada
- Centro de gravidade
- Fricção



## Vantagens

- Componentes de grandes dimensões garantem a visibilidade das experiências mesmo à distância
- Fixação segura por meio do por meio de "ímãs" de de alta qualidade AlNiCo
- Montagem rápida e simples das experiências
- Unidades de medição, diagrama vetorial e as explicações podem ser escritas sobre o quadro, ao lado das experiências

## Mecânica sobre o quadro branco de parede

O conjunto de aparelhos sobre o quadro branco de parede, consiste em mais de 25 componentes grandes, coloridos e bem visíveis, que são armazenados numa caixa forrada de espuma sintética. Mais de 30 experiências diferentes podem ser montadas muito rapidamente.

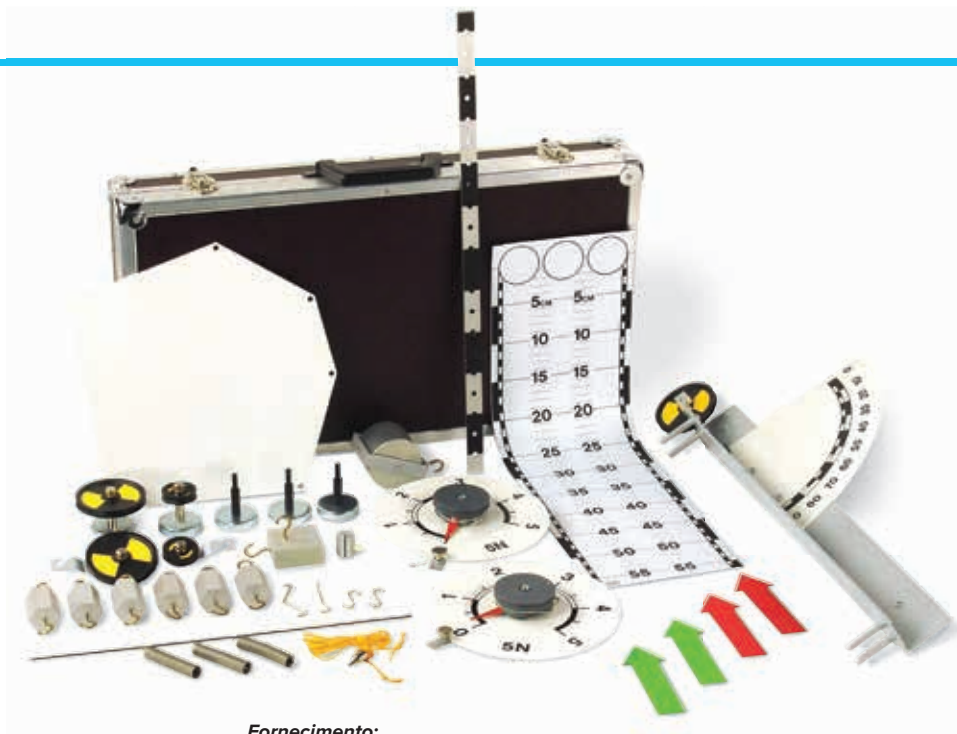
**P-1000735**

## Recomendação suplementar:

**P-1002591** Quadro branco de parede 600x900 mm<sup>2</sup>

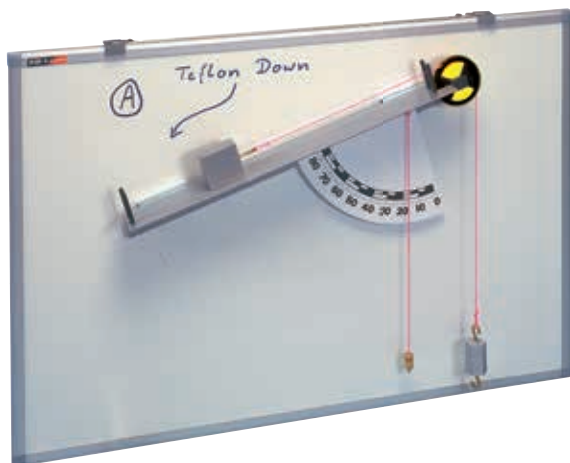
ou

**P-1002592** Quadro branco de parede 900x1200 mm<sup>2</sup>

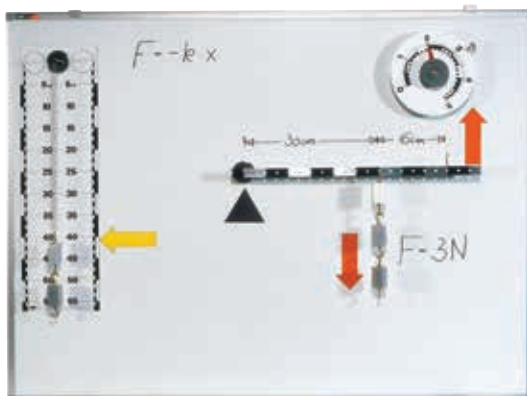


## Fornecimento:

- 1 Plano inclinado com polia de inversão e escala angular
- 1 Corpo rolante, 500 g
- 1 Alavanca com 20 orifícios, 545 mm de comprimento
- 1 Indicador para a alavanca, 400 mm de comprimento
- 1 Contrapeso, com entalhe e parafuso de ajuste, aprox. 20 g
- 1 Polia com 2 roldanas, 70 mm Ø, 40 mm Ø
- 1 Roldana, 70 mm Ø
- 1 Roldana, 40 mm Ø
- 2 Dinamômetros redondos, 5 N
- 3 Pés magnéticos com eixo de 8 mm
- 3 Molas com arruela,  $k = 6,2 \text{ N/m}$
- 1 Metro de duas escalas sobre um imã, 600x180 mm<sup>2</sup>
- 4 Setas e 1 triângulo de lados iguais sobre um imã
- 6 Pesos com dois ganchos, 100 g cada
- 1 Bloco de fricção
- 1 Conjunto de cordões de nylon
- 1 Placa do centro de gravidade
- 1 Prumo
- 3 Mangas de borracha
- 3 Ganchos de latão
- 1 Cabide de latão
- 1 Mala para transporte
- 1 Manual



Atrito sobre o plano inclinado



Lei de Hooke, Alavanca de um braço



#### Cronômetro mecânico com adição

Cronômetro com adição de tempo com botões de start, stop e retorno a zero, em estrutura de plástico a prova de choques. Dois círculos de medição no fundo para os minutos e os segundos. Com cordão de pendurar.

Área de medição: 15 min  
Divisão da escala: 1/10 s  
Diâmetro: 55 mm

**P-1002810**



#### Cronômetro digital

Cronômetro com display LCD de 7 dígitos em plástico resistente com botões para start/stop e split/reset para o botão start/stop, adição, tempo intermédio e dual. Inclui um cordão para pendurar.

Área de medição: 9 h, 59 min, 59 s, 99/100 s  
Resolução: 1/100 s  
Bateria: botão de 1,55 V, tipo 389  
Dimensões: aprox. 65x65x18 mm<sup>3</sup>

**P-1002811**



#### Timer

Cronômetro para contagem progressiva e regressiva do tempo, com indicação acústica, com suporte para ímã para a fixação numa superfície metálica e apoio dobrável para inclinação.

Indicação: LCD de 4 dígitos, 18 mm  
Área do Timer: 99 min 59 s  
Ritmo de contagem: 1 s  
Dimensões: aprox. 60x60x20 mm<sup>3</sup>

**P-1003009**

#### Cronômetro de mesa

Cronômetro de grandes dimensões, controlado por quartzo, com botão de start/stop e retorno a zero, de adição e comutação ao ponto de partida (retorno a zero durante o funcionamento com reinício imediato). 2 ponteiros, disco com 2 escalas para minutos, segundos, assim como centésimos de minuto.

Área de medição: 60 min / 60 s  
Precisão de leitura: 1 s / 1/100 min  
Fundo: 110 mm Ø  
Dimensões: aprox. 175x130x95 mm<sup>3</sup>

**P-1002809**



#### Cronômetros mecânicos

Cronômetro em aço fino com dois círculos de medição no mostrador para os minutos e os segundos. Inclui cordão de pendurar e estojo.

| Nº de cat.       | Gama de medição | Exatidão da leitura | Diâmetro |
|------------------|-----------------|---------------------|----------|
| <b>P-1003368</b> | 30 min          | 0,2 sec             | 45 mm    |
| <b>P-1003369</b> | 15 min          | 0,1 sec             | 45 mm    |



*Medição do tempo de escurecimento de, por exemplo, um pêndulo em oscilação*

#### Medição digital do tempo

Para a medição fiável dos tempos de processos ou de escurecimento de uma balança de trilho ou do período oscilatório, ou seja, o período de escurecimento de um pêndulo em oscilação, é recomendada a utilização do contador digital (P-1001033 ou P-1001032) em associação com uma ou duas barreiras luminosas (P-1000563). Em alternativa para a barreira luminosa também pode ser ligado o sensor de reflexo laser (P-1001034) para o escaneamento óptico-eletrónico de marcas claras e escuras sobre objetos em movimento ou em conexão com uma folha de reflexo como barreira luminosa de distância.

#### Contador digital (230 V, 50/60 Hz)

**P-1001033**

ou

#### Contador digital (115 V, 50/60 Hz)

**P-1001032**

#### Barreira luminosa

**P-1000563**

ou

#### Sensor de reflexo laser

**P-1001034**



#### Medidor de alturas, 1 m

O medidor de alturas com vara de apoio ( $d = 12 \text{ mm}$ ) para a instalação vertical numa base para varas pesadas. Divisões como P-1000742.

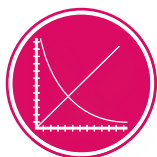
**P-1000743**

#### Conjunto de indicadores para o metro

O conjunto de indicadores consiste em dois indicadores vermelhos de matéria plástica, utilizados como marca móvel adaptados aos metros P-1000742 e P-1000743.

Dimensões: aprox.  $120 \times 40 \times 20 \text{ mm}^3$

**P-1006494**



UE1010200  
PDF online



#### Micrômetro de rosca com arco

Micrômetro de rosca de precisão com ajuste sensível e sistema de fixação. Superfícies de medição equipadas de metal temperado, lixado e finalmente brunido. Pino de medição temperado com rosca polida, arco de medição cromado com proteção isolante, barril e cápsula de escalas em cromado fosco. Em estojo de plástico.

Área de medição: 0 – 25 mm

Leitura: 0,01 mm

**P-1002600**

#### Esferômetro de precisão

Para a medição de espessuras de placas, profundidades e raios de curvatura de superfícies esféricas como, por exemplo, lentes. O aparelho é composto de um tripé com três pontas de aço que formam um triângulo. No centro encontra-se embutido um parafuso micrométrico com uma ponta de medição. No parafuso micrométrico encontra-se um disco com graduação circular de 0 até 500, no tripé, uma escala vertical com graduação em milímetros de -10 a 15 mm.

Gama de medição: 0 – 25 mm e -10 – 15 mm

Altura do passo: 0,5 mm

Exatidão da medida: 0,001 mm

Distância dos pés: 50 mm

**P-1002947**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003190** Espelho plano



#### Fita métrica, 2 m

Feita de aço especial, com botão de contenção e mola de recuperação.

Comprimento:

2 m / 79 polegadas

Escalas:

cm, mm / 1/32 polegadas

**P-1002603**



#### Metro de madeira, 1 m

Metro de madeira com divisão em mm, parte superior com indicação de cm em blocos de duas cores.

Corte do perfil:

$25 \times 8 \text{ mm}^2$

**P-1000742**



#### Paquímetro S

Paquímetro em conta com escala de 125 mm de comprimento. Apropriado para a medição de medidas exteriores e interiores, assim como profundidades.

**P-1010217**



#### Paquímetro digital, 150 mm

Paquímetro para medições de profundidades internas e externas. De aço inoxidável temperado, com display LCD. Com parafuso de fixação, possibilidade de passagem de cm a polegadas, ajuste a zero possível em qualquer posição. Em estojo de plástico.

Área de medição:

150 mm / 6 polegadas

Resolução:

0,01 mm / 1/128 polegadas

Display:

LCD de 5 dígitos, 6 mm

**P-1002602**



#### Paquímetro, 150 mm

Paquímetro de precisão para medições de profundidades internas e externas. Aço fino temperado, superfícies de medição finamente polidas, elementos de leitura cromados fosco, em estojo de couro sintético.

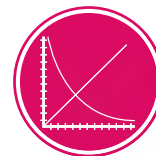
Área de medição:

150 mm / 6 polegadas

Leitura:

1/20 mm / 1/128 polegadas

**P-1002601**



UE1010100  
PDF online

Vidros de relógio de P-1002868 e P-1002869



#### Modelo de paquímetro

Modelo de um paquímetro. Apropriado para a medição de medidas exteriores e interiores, assim como profundidades até 300 mm.

Dimensões: aprox. 420x195 mm<sup>2</sup>

**P-1010214**



#### Modelo de nônio

Para a demonstração da leitura de nônio em aparelhos de medição do comprimento e ângulo.

Comprimento: 600 mm

Comprimento de nônio: 260 mm

Altura: 190 mm

**P-1002951**



#### Varas metro de madeira

Essas réguas de madeira são indispensáveis na sala de aula.

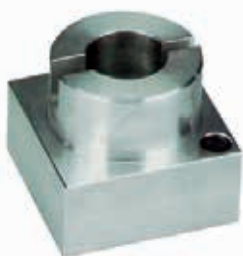
**Jogo de 10 varas metro de madeira, 1 m**

**P-1003233**

#### Objetivo para exercícios de medição

Corpo irregular, que se adapta especialmente bem para testes de medição com um calibrador de medição.

**P-1006889**



#### Recipiente com ladrão, transparente

Recipiente para transbordar, 275 ml. De acrílico transparente.

**P-1003518**



#### Medidor de distâncias a laser

Aparelho de medição de distâncias a laser profissional com tela de LCD de várias linhas e iluminação traseira, projetado especialmente para medições de distâncias com alta precisão e locais afastados, de difícil acesso.

Teclas de seleção rápida para:

- Medições de distâncias de até, no máximo, 60 m
- Medição indireta (Pitágoras)
- Cálculo de área e volume
- Função de adição e subtração
- Medições duradouras, mínimas e máximas
- Medição programável de 1 seg. a 60 seg.

Com memória interna para 99 valores de medição obtidos, esquadro de aplicação rebatível de 90° para ajuste preciso do ponto de medição, nível e rosca de tripé.

Inclui bolsa, baterias e instruções de uso.

Faixa de medição: 0,05 - 60 m

Unidade de medida: m (metro), in (polegada), ft (pés)

Precisão: ± 2 mm

Memória interna: 99 valores

Laser: 620 nm – 680 nm, <1 mW, Classe: 2

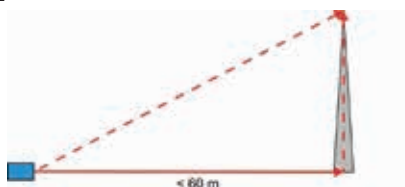
Tensão de operação: 2x 1,5 V pilhas AAA

Tela: tela multifuncional de várias linhas

Dimensões: aprox. 118x54x28 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 135 g

**P-10209071006889**





#### Vantagens

- Preciso
- Facilmente legível
- Com código de cores

#### Dinamômetro de precisão

Dinamômetro de precisão com codificação cromática em uma cápsula de plástico transparente com escala de fácil leitura. Proteção contra o alongamento excessivo e possibilidade de ajuste a zero.

Exatidão da medida: < 1% da faixa de medição

Divisão escala: 1% da faixa de medição

Dimensões: 280 mm x 16 mm Ø

| Nº de cat. | Cor      | Área medição |
|------------|----------|--------------|
| P-1003102  | Prateado | 0,1 N        |
| P-1003103  | Bege     | 0,2 N        |
| P-1003104  | Amarelo  | 1 N          |
| P-1003105  | Vermelho | 2 N          |
| P-1003106  | Azul     | 5 N          |
| P-1003107  | Verde    | 10 N         |
| P-1003108  | Violeta  | 20 N         |
| P-1003110  | Marrom   | 100 N        |

#### Dinamômetro com escala redonda

Dinamômetro de mola para experiências de demonstração. Roldana sobre rolamento com ranhura para a corda e corda com ganchos. Com escala grande e de boa visibilidade, ajuste do ponto zero girando a escala.

Sobre suporte magnético para a fixação no quadro branco magnético.

Diâmetro: 200 mm



#### Dinamômetro com código de cores

Dinamômetro com escala de cores para a medição tanto de massas como de forças. Escalas calibradas em newton, gramas ou quilogramas. Com calibragem de ponto zero.

| Nº de cat. | Cor      | Gama de medição | Graduação da escala |
|------------|----------|-----------------|---------------------|
| P-1003370  | azul     | 250 g / 2,5 N   | 5 g / 0,05 N        |
| P-1003371  | verde    | 500 g / 5 N     | 10 g / 0,1 N        |
| P-1003372  | marrom   | 1000 g / 10 N   | 20 g / 0,2 N        |
| P-1003373  | vermelho | 2000 g / 20 N   | 50 g / 0,5 N        |
| P-1003374  | branco   | 3000 g / 30 N   | 50 g / 0,5 N        |
| P-1003375  | amarelo  | 5000 g / 50 N   | 100 g / 1 N         |

| Nº de cat. | Área de medição | Divisão da escala |
|------------|-----------------|-------------------|
| 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             |



#### Kit de molas helicoidais para a lei de Hooke

Cinco molas helicoidais com ganchos e ponteiro fixo para a determinação de constantes de mola.

**P-1003376**

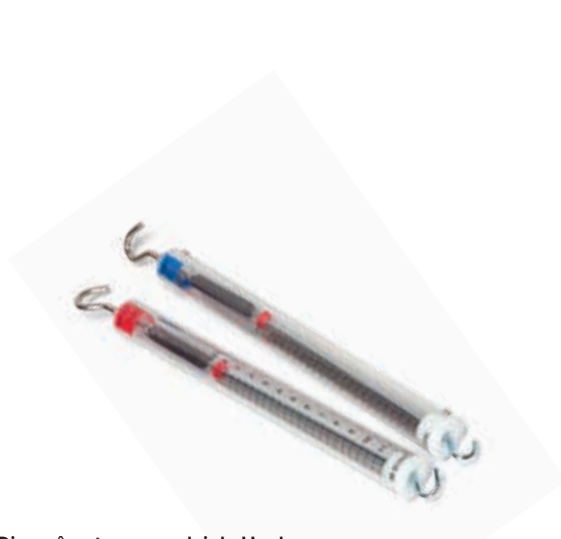
| Constante de mola | 2,5 N/m | 5 N/m  | 10 N/m | 15 N/m | 25 N/m |
|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Comprimento       | 122 mm  | 145 mm | 150 mm | 147 mm | 142 mm |
| Diâmetro          | 15 mm   | 15 mm  | 19 mm  | 20 mm  | 20 mm  |

#### Recomendação suplementar:

**P-1003227** Conjunto de pesos de entalhe 10 g

**P-1000743** Medidor de alturas, 1 m

Material de suporte



#### Dinamômetro para a lei de Hooke

Dois dinamômetros para a comprovação da lei de Hooke e para a determinação do quociente de elasticidade. Com escala de cores e envoltório em material plástico transparente com escala legível em cm/mm. Com proteção contra distensão excessiva das molas e calibragem do ponto zero.

Constante elástica: 10 N/m e 20 N/m

Comprimento da escala: 115 mm

Dimensões: 280 mm x 16 mm Ø

**P-1003109**

#### Exigência complementar:

**P-1003227** Conjunto de pesos de entalhe 10 g

**P-1000743** Medidor de alturas, 1 m

**P-1006494** Conjunto de indicadores para o metro

Material de suporte



#### Molas helicoidais

Para ensaios de expansão e oscilação com dois anéis de suspensão. Tolerância 10%.

| Nº de cat.       | Constante de mola | Comprimento | Diâmetro |
|------------------|-------------------|-------------|----------|
| <b>P-1000786</b> | 1,5 N/m           | 120 mm      | 20 mm    |
| <b>P-1003515</b> | 2,5 N/m           | 120 mm      | 16 mm    |
| <b>P-1002945</b> | 3,9 N/m           | 30 mm       | 34 mm    |
| <b>P-1000741</b> | 5 N/m             | 60 mm       | 20 mm    |
| <b>P-1002702</b> | 16 N/m            | 115 mm      | 6 mm     |
| <b>P-1002703</b> | 43 N/m            | 110 mm      | 9 mm     |
| <b>P-1002946</b> | 20 N/m            | 180 mm      | 8 mm     |
| <b>P-1002704</b> | 86 N/m            | 95 mm       | 10 mm    |





#### Conjunto de 10 pesos

Conjunto de 10 pesos de latão. Para pendurar uns aos outros, equipados de ganchos em ambos os lados.

**Conjunto de 10 pesos, 10 g**  
**P-1000770**

**Conjunto de 10 pesos, 20 g**  
**P-1000769**

**Conjunto de 10 pesos, 50 g**  
**P-1000771**



#### Conjunto de pesos de 1 g até 50 g

Conjunto de 9 partes em latão, incluindo caixa de armazenamento. 1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 2x 10 g, 1x 20 g, 1x 50 g

**P-1003210**



#### Conjunto de pesos de entalhe

Pesos de entalhe e suporte de latão.

| Nº de cat. | Denominação                             | Pesos (com prato)        | Prato Ø |
|------------|---|--------------------------|---------|
| P-1003226  | Conjunto de pesos de entalhe 20 – 100 g | 2x 5 g, 1x 10 g, 4x 20 g | 22 mm   |
| P-1003227  | Conjunto de pesos de entalhe 10x 10 g   | 10x 10 g                 | 18 mm   |
| P-1003229  | Conjunto de pesos de entalhe 5x 50 g    | 5x 50 g                  | 32 mm   |
| P-1003228  | Conjunto de pesos de entalhe 5x 100 g   | 5x 100 g                 | 38 mm   |



#### Conjunto de pesos de 1 g até 500 g, de entalhe com suporte

Conjunto de 13 partes, latão, pesos de entalhe com armação para o armazenamento.

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, suporte 50 g

**P-1018597**



#### Conjunto de pesos, de 1 g até 1000 g

Conjunto de 13 partes em latão, incluindo bloco de armazenamento. 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**



#### Conjunto de pesos de 10 g até 1000 g

Conjunto de 9 partes em latão, incluindo caixa de armazenamento. Pesos com ganchos em ambos os lados. 1x 10 g, 2x 20 g, 1x 50 g, 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, 1x 1000 g

**P-1003214**



#### Conjunto de pesos de 100 g até 2000 g

Conjunto de 9 partes, pesos com ganchos de suspensão. 1x 100 g, 2x 200 g, 1x 500 g, 2x 1000 g, 1x 2000 g

**P-1001052**



#### Conjunto de pesos de 1 mg a 500 mg

Conjunto de 12 partes, em alumínio, em caixa de armazenamento.  
1x 0.5 g, 2x 0.2 g, 1x 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**



#### Conjunto de 3 suportes com pesos de entalhe

Pesos de entalhe de latão sobre suporte, consiste em 3 conjuntos de pesos  
de 2x 5 g, 2x 10 g, 2x 20 g, 3x 50 g

**P-1000676**



#### Conjunto de peças de massa com gancho

Conjunto de 11 peças de massa com gancho para pendura enfileirada nos  
dois lados. Tolerância: 10%.

1x 1 g, 2x 2 g, 1x 5 g, 2x 10 g, 1x 20 g, 1x 50 g, 2x 100 g, 1x 200 g.

**P-1010168**

#### Balança de Roberval Harvard Junior

Balança de dois pratos colorida, de baixo custo e de material plástico, cuja a  
estabilidade e precisão não é inferior as balanças caras. Com travessa elabo-  
rada com alta precisão, pratos de balança intercambiáveis e ajuste a zero.  
Conjunto de pesos de 8 peças incluso. Travamento embutido para a proteção  
contra oscilações no transporte ou em armazenamento prolongado. Pode ser  
empilhada.

Carga máxima: 2 kg  
Sensibilidade: 0,5 g  
Pratos de balança: Ø 150 mm, material plástico, versões achatada  
e elevada

Conjunto de pesos: 8 peças, 370 g

**P-1012872**



#### Conjunto de pesos de 1 g a 500 g

Conjunto de 12 partes, latão, incluindo bloco de armazenamento.

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**



#### Balança com travessão com ponte metálica

Balança com travessão sobre placa de base de plástico rígido. Travessão  
de alumínio com parafusos de ajuste montados em suporte de aço. Pratos  
de balança removíveis de aço inoxidável. Utilizável também para experi-  
ências hidrostáticas em combinação com a ponte metálica  
e o cilindro de Arquimedes (P- 1021647).

Carga máxima: 500 g  
Sensibilidade: 50 mg  
Pratos de balança: Ø 120 mm

**P-1021824**

#### Recomendação suplementar:

**P-1010189** Conjunto de pesos de 1 g a 500 g

**P-1010234** Conjunto de pesos de 1 mg a 500 mg



#### Temas para experiências:

- Determinação da posição inicial de equilíbrio do pêndulo de torção
- Registro do decurso temporal das oscilações restritas ao redor da posição final de equilíbrio do pêndulo de torção
- Determinação da posição final de equilíbrio do pêndulo de torção pelo método de deflexão final
- Cálculo da constante gravitacional  $G$  a partir da duração da oscilação e da diferença das posições de equilíbrio
- Determinação da constante gravitacional  $G$  pelo método de aceleração

#### Oscilação entre as duas posições de equilíbrio



UE1010300  
PDF online

#### Balança de torção de Cavendish

A balança de torção segundo Cavendish para a comprovação da força gravitacional entre duas massas e para a determinação das constantes gravitacionais. Graças ao período curto de oscilação de 2 – 4 minutos a constante gravitacional pode ser determinada dentro de uma hora de aula com uma exatidão melhor do que 10%. A peça principal é um pêndulo de torção consistente de uma travessa leve com duas pequenas esferas de chumbo, o qual está pendurado horizontalmente num arame fino. O ponto de equilíbrio é influenciado pela força de atração de duas esferas de chumbo grandes sobre as esferas pequenas. Após virar as esferas grandes para uma nova posição o pêndulo de torção oscila em volta da posição de equilíbrio modificada. O movimento de rotação é medida por um sensor diferencial capacitivo, o qual suprime consideravelmente os ruídos e oscilações e é registrado com um computador. Para uma maior avaliação, os dados podem ser exportados para uma folha de cálculo. Alternativamente a demonstração do movimento também é possível com a ajuda de um sinalizador de luz.

Massa das esferas

grandes de chumbo: 1 kg

Massa das esferas

pequenas de chumbo: 15 g

Força gravitacional:  $< 10^{-9}$  N

Arame de torção: tungstênio, 25  $\mu$ m

Duração da oscilação: 2 – 4 min

Resolução de ângulo: 25  $\mu$ rad

Frequência de

amostragem: 0,5, 1, 2, 5, 10 amostras/s

Dimensões: aprox. 190x180x200 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 5 kg

#### Fornecimento:

1 Balança de torção de Cavendish

1 Software de medição

1 Cabo USB

**P-1003337**

#### Recomendação complementar:

**P-1003201** Diodo laser, vermelho 650 nm

**Material de suporte**

#### Fio de tungstênio (sem foto)

Rele de arame de torção para a balança de torção de Cavendish (P-1003337).

Diâmetro: 25  $\mu$ m

**P-1009718**

#### Temas para experiências:

- Dia e noite
- Estações do ano
- As fases da lua
- Eclipses solares e lunares e os seus ciclos



#### Orbit™ telúrica

Atrativo, facilmente operável. Modelo tridimensional do sol, terra e lua para a representação abrangente dos decursos de movimento. Com a terra e a lua em dois tamanhos diferentes para a clara representação do dia e da noite, do movimento do sol no céu, das estações do ano, da duração variável da luz do dia, das fases lunares, assim como dos eclipses solares e lunares e os seus ciclos. Os limites de sombra claramente identificáveis, porque o sol está representado por uma luminária com um refletor Sunbeam™ (N.d.T.: 'raio solar'). A rotação do conjunto em volta da terra, a rotação da terra sobre o seu próprio eixo e a posição da lua pode ser ajustada manualmente.

Dimensões: aprox. 650x250x300 mm<sup>3</sup>

#### Fornecimento:

Telúrico com a terra e lua em dois tamanhos; mapas de datas, do eclipse solar, do eclipse lunar e de indicações das fases lunares; pequena figura; relógio de sol; instruções no idioma inglês; transformador de rede 100–240 V / 6 V

**P-1008661**



#### Vantagens

- Maior precisão de leitura através de 2 escalas angulares
- Expansível para até quatro componentes de força



#### Mesa de forças

Aparelho para estudos quantitativos da composição e decomposição das forças. Consiste numa placa de trabalho circular sobre um pé estável com escala dupla de divisão angular. As massas com conjunto de 3 suportes com pesos com ranhuras P-1000676 contidos no fornecimento, são penduradas em três cordas com ganchos que passam por uma roldana sobre rolamento.

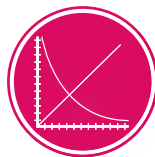
Dimensões: aprox. 300 mm x 390 mm Ø

Massa: aprox. 3,1 kg

**P-1000694**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000699 Braço de alavanca adicional**



UE1020300  
PDF online



#### Nível de bolha de ar universal 250 mm

Nível de bolha de ar inclinável feito de plástico de alta resistência para a medição de ângulos na horizontal, vertical, inclinado e para montagem de juntas biseladas. Feito de plástico de alta resistência. Com 2 cápsulas de bolha de ar de acrílico transparente a prova de choques e de vazamentos. A cápsula horizontal encontra-se fixada e ajustada adequadamente. A cápsula horizontal é rotativa e fixável. Marcações auxiliares para 45°, 60° e 120°, escala em mm na superfície de medição e escala angular na cápsula de inclinação.

Escalas: 250 mm/1 mm, -90° até +90°/2°

Dimensões: aprox. 250x54x15 mm<sup>3</sup>

**P-1002604**

#### Aparelho para a estabilidade

Aparelho para a demonstração da estabilidade de um objeto dependendo do centro de gravidade sobre a superfície colocada. A posição do ponto de equilíbrio sobre a superfície de apoio é indicada por um prumo integrado.

Dimensões: aprox. 180x150x290 mm<sup>3</sup>

**P-1002950**



#### Braço de alavanca adicional

Roldana adicional para a utilização com o mesa de forças (P-1000694) com pinça de fixação, corda e um jogo de suportes com pesos de ranhura de 2x 5 g, 2x 10 g, 2x 20 g e 3x 50 g.

**P-1000699**



#### Fio de prumo

Corpo de cobre equipado com uma corda

Altura: 100 mm

Diâmetro: 20 mm

Massa: 220 g

Comprimento da corda:

1600 mm

**P-1002940**



#### Placa do centro de gravidade

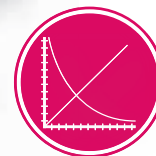
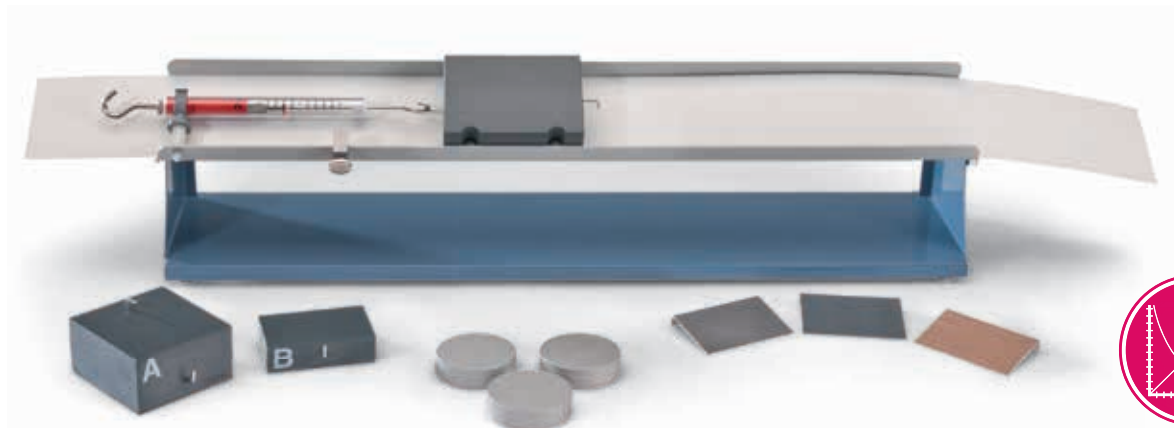
Placa de material plástico com seis orifícios. Para a introdução do termo do centro da gravidade e para averiguar o centro de gravidade de uma superfície.

**P-1008513**

#### Exigência complementar:

**P-1002940 Fio de prumo**





#### **Vantagens**

- Aparelho completo: sem necessidade de outros acessórios
- Robusto, durável

#### **Aparelho medidor de atrito**

Aparelho de demonstração com patim de atrito móvel para a medição do atrito estático e de deslizamento entre duas superfícies em função da área de contato, da gravidade específica ou da combinação de materiais. Para uma melhor medição da força de atrito, o patim é puxado a velocidade constante por cima de um objeto em repouso ligado por baixo com um dinamômetro. O trilho de atrito pode ser inclinado no seu eixo longitudinal permitindo a variação da gravidade específica.

Dimensões: aprox. 600x140x150 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 3 kg

#### **Fornecimento:**

Aparelho básico com patim de atrito móvel, dinamômetro 2 N, 3 corpos de atrito, 3 carros de apoio para corpos de atrito, 3 massas de 100 g

**P-1009942**

#### **Corpo para experiências de atrito**

Corpo de alumínio com superfície recoberta de teflon e dois ganchos.

Dimensões: aprox. 55x50x25 mm<sup>3</sup>

**P-4003876**



#### **Blocos de madeira para experiências com fricção**

Dois blocos de madeira com uma superfície revestida de material plástico e ganchos para a fixação de um dinamômetro.

Dimensões: aprox. 120x60x60 mm<sup>3</sup> e 120x60x30 mm<sup>3</sup>

**P-1002944**

#### **Recomendação suplementar:**

**P-1003104** Dinamômetro de precisão, 1 N

**P-1003105** Dinamômetro de precisão, 2 N

**P-1003107** Dinamômetro de precisão, 10 N

**P-1003212** Conjunto de pesos, de 1 g até 1000 g



#### **Dinamômetro de precisão**

Dinamômetro de precisão com codificação cromática em uma cápsula de plástico transparente com escala de fácil leitura. Proteção contra o alongamento excessivo e possibilidade de ajuste a zero.

Exatidão da medida: <1% da faixa de medição

Divisão escala: 1% da faixa de medição

Dimensões: 280 mm x 16 mm Ø

| Nº de cat.       | Cor      | Área medição |
|------------------|----------|--------------|
| <b>P-1003104</b> | Amarelo  | 1 N          |
| <b>P-1003105</b> | Vermelho | 2 N          |
| <b>P-1003107</b> | Verde    | 10 N         |





#### **Temas para experiências:**

- Roldana fixa
- Roldana solta
- Polipasto
- Polia de eixo

#### **Conjunto de roldanas e polipastos para experiências**

Para a demonstração do desvio e da distribuição das forças em máquinas simples (roldana fixa, solta, polipasto), assim como para a introdução em conceitos como trabalho mecânico, potência e energia. Conjunto completo, composto de uma placa base robusta, barras de tripé, polias, polipastos, polia de eixo, suporte para pesos, pesos de entalhe e um rolo de corda. Todas as experiências podem ser rápidas e facilmente montadas, já que os quadros de plástico fechados e as roldanas impedem que a corda saia de linha.

|                   |   |
|-------------------|---|
| Placa base:       | aprox. 810x200 mm <sup>2</sup>                          |
| Roldanas:         | 50 mm Ø   |
| Varas de apoio:   | aprox. 810 mm x 12,5 mm Ø                               |
| Pesos de entalhe: | 2x 10 g, 2x 20 g, 2x 50 g, 4x 100 g, 4x 200 g, 1x 500 g |
| Suporte:          | 1x 10 g, 1x 20 g, 5x 50 g                               |

#### **Fornecimento:**

- 1 placa base
  - 3 varas de apoio
  - 2 prensas de plástico
  - 1 manga universal
  - 8 ganchos para pendurar
  - 7 polias com 1 roldana
  - 2 polias com 4 roldanas
  - 2 polipastos com 3 roldanas
  - 1 polia de eixo
  - 15 pesos de entalhe
  - 7 suportes
  - 1 rolo de corda
  - 1 Pino de aparafusar
- P-1003224**

#### **Exigência complementar:**

- P-1002603** Fita métrica de bolso, 2 m
- P-1002700** Dinamômetro 5 N
- P-1003369** Cronômetro mecânico, 15 min



### Roldanas e Cardenais

Para experiências com roldanas fixas e soltas e polipastos, resistente à deformação. Roldanas com rolamentos de pouco atrito e ganchos em ambas as extremidades para pendurar. A construção fechada da estrutura de plástico impede que a corda possa escapar.

| Nº de cat. | Denominação | Roldanas | Diâmetro    | Material |
|------------|-------------|----------|-------------|----------|
| P-1003216  | Polia       | 1        | 50 mm       | Plástico |
| P-1003217  | Polia       | 2        | 50 mm       | Plástico |
| P-1003218  | Polia       | 3        | 50 mm       | Plástico |
| P-1003222  | Cadernal    | 2        | 37/50 mm    | Alumínio |
| P-1003223  | Cadernal    | 3        | 25/37/50 mm | Alumínio |

### Roldana com prensa de mesa

Para o desvio de forças. Roldana de rolamento com entalhe para a corda sobre prensa de mesa. Com perfuração para a fixação alternativamente numa vara de tripé até 12,5 mm de diâmetro.

Roldana: 50 mm Ø

Abertura da pinça de mesa: 35 mm

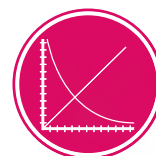
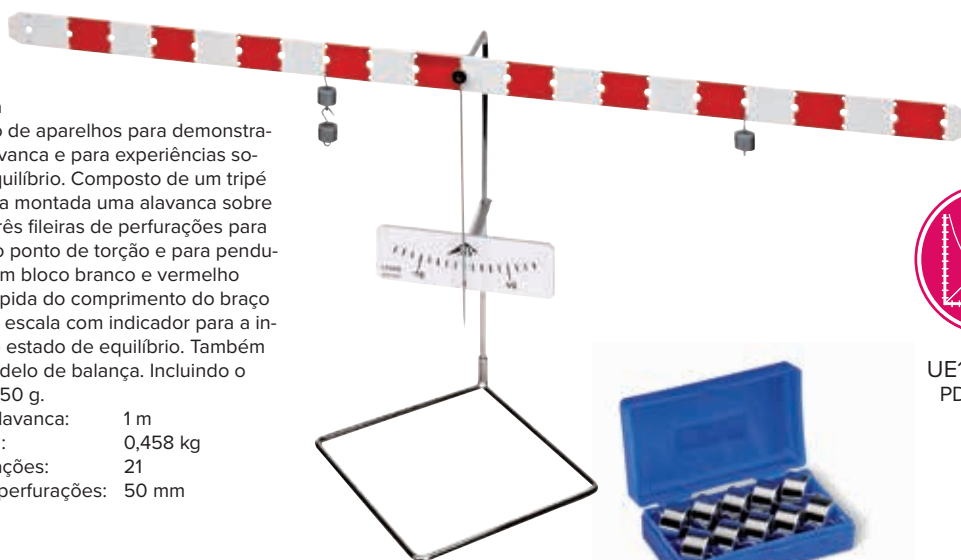
P-1003221

### Braço de alavanca

Conjunto completo de aparelhos para demonstração das leis de alavanca e para experiências sobre o estado de equilíbrio. Composto de um tripé no qual se encontra montada uma alavanca sobre rolamentos. Com três fileiras de perfurações para o deslocamento do ponto de torção e para pendurar pesos, escala em bloco branco e vermelho para uma leitura rápida do comprimento do braço da alavanca e uma escala com indicador para a indicação precisa do estado de equilíbrio. Também aplicável como modelo de balança. Incluindo o jogo de pesos 10x 50 g.

Comprimento da alavanca: 1 m  
 Massa da alavanca: 0,458 kg  
 Número de perfurações: 21  
 Distância entre as perfurações: 50 mm

P-1008539



UE1020200  
PDF online

### Plano inclinado

Aparelho para a pesquisa das forças que agem sobre um corpo no plano inclinado e determinação da força paralela em função do ângulo de inclinação. Base e plano feitos de metal, dobráveis, com escalas para ângulo, comprimento e altura. Ângulo de inclinação ajustável de 0° a 45°. Inclui polias ajustáveis, rolo, prato de suspender e corda.

Comprimento do plano inclinado: 600 mm  
 Comprimento da base: 450 mm  
 Escalas: divisão em cm e grau

P-1003213



UE1020400  
PDF online

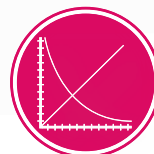
### Recomendação suplementar:

P-1002701 Dinamômetro, 10 N

P-1010189 Conjunto de pesos, de 1 g até 500 g

### Temas para experiências:

- Movimentos acelerados uniformes e constantes
- Leis de Newton
- Conservação de energia
- Colisões elásticas e inelásticas



UE1030250  
PDF online

### Trilho de rolagem

Trilho com dois veículos de rolagem e demais acessórios para a análise de movimentos lineares. Com apoio de três pontos ajustáveis para o alinhamento horizontal. Os veículos movimentam-se com pouco atrito sobre rodas com rolamentos de esferas de alta qualidade. Para a análise de impactos elásticos e inelásticos fixam-se ímãs no terminal frontal. Inclui uma roda de raios adequada como polia para o trilho de rolagem, que pode ser utilizada em associação com a barreira luminosa (P-1000563) para o registro de movimento de um carro de trilho.

Massa dos veículos: 500 g  
Comprimento da escala: 1800 mm  
Comprimento: 1800 mm

### Fornecimento:

- 1 Trilho, 1,8 m
- 1 Apoio de dois pontos
- 1 Apoio de ponto com desbaste terminal
- 1 Veículo de trilho
- 1 Veículo de trilho com mola de impacto ajustável
- 1 Massa complementar 500 g
- 2 Suportes para barreira luminosa
- 1 Suporte para rolo de desvio
- 1 Rolo de desvio
- 1 Manga para varas
- 1 Conjunto de interruptores
- 1 Conjunto de ímãs

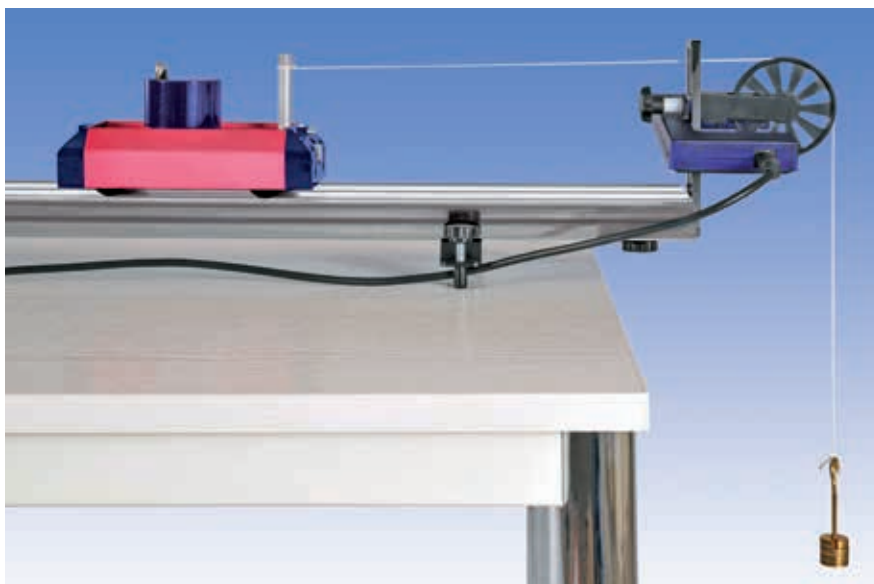
**P-1018102**

### Recomendação suplementar:

- P-1007112** Corda, 100 m
- P-1003227** Conjunto de pesos de entalhe, 10x 10 g
- P-1000563** Barreira luminosa
- P-1021477** VinciLab
- Software Coach 7

- P-1007112** Corda, 100 m
- P-1003227** Conjunto de pesos de entalhe, 10x 10 g
- P-1021683** Sensor de movimento de ultra-som
- P-1021477** VinciLab
- Software Coach 7

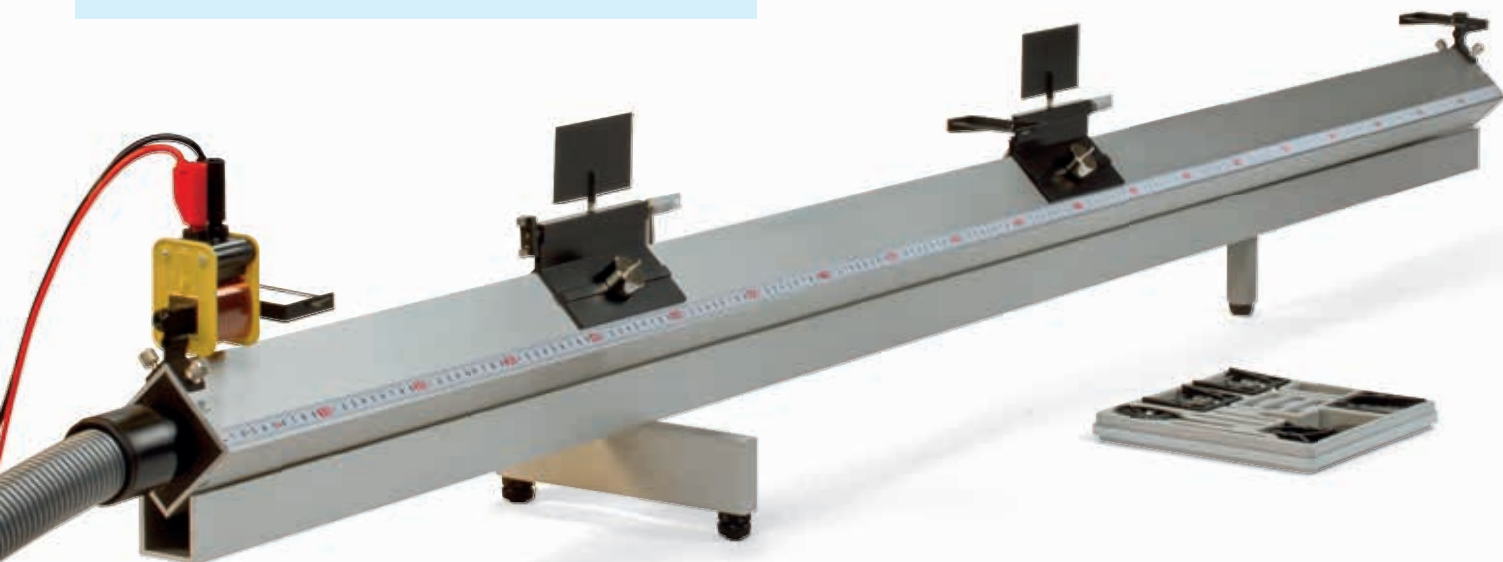
- P-1007112** Corda, 100 m
- P-1003227** Conjunto de pesos de entalhe, 10x 10 g
- P-1000563** Barreira luminosa
- P-1021477** VinciLab
- Software Coach 7



**Corda, 100 m**  
Corda de sisal de 100 m, preta, enrolada sobre rolo.  
**P-1007112**

#### Temas para experiências:

- Movimentos acelerados uniformes e constantes
- Lei de Newton para equilíbrios do movimento
- Conservação do impulso e energia
- Colisões elásticas e inelásticas
- Movimentos sobre o trilho inclinado de deslizamento com ar



#### Vantagens

- Trilho rígido sem flexões (apoio sobre suporte de perfil em U estável)
- Comprimento da trilho 1,9 m
- Movimento praticamente sem atrito dos corpos deslizantes

#### Trilho de colchão de ar

Trilho com perfil quadrado com 2 deslizadores para a pesquisa de movimentos lineares livres de atrito. Modelo com apoio estável para perfis em U com apoio de três pontos ajustável para a instalação na horizontal. O ar soprado pela frente escapa em cada lado do trilho através de pequenos orifícios de escape de ar, que se encontram ordenados em duas linhas ao longo do trilho. Assim está garantido um movimento praticamente sem atrito dos deslizadores sobre o perfil de três arestas e sem risco de queda. Com uma escala em mm.

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Material:                                       | alumínio anodizado              |
| Comprimento total:                              | 2,00 m                          |
| Área de trabalho:                               | 1,90 m                          |
| Desvio em todo o comprimento:                   | 0,02 mm                         |
| Perfil do trilho:                               | quadrado, 63x63 mm <sup>2</sup> |
| Espessura da parede do trilho:                  | 3 mm                            |
| Distância entre orifícios de escapamento de ar: | 20 mm                           |
| Perfil do suporte:                              | perfil em U                     |
| Largura do suporte:                             | 100 mm                          |
| Altura do suporte:                              | 50 mm                           |
| Espessura da parede do suporte:                 | 5 mm                            |

#### Fornecimento:

- 1 trilho de colchão de ar sobre perfil em U com três pontos de apoio
- 2 deslizadores de alumínio anodizado com furos de 4 mm para suporte das bandeiras interruptoras e outros acessórios, bem como pinos instalados lateralmente para o suporte das massas adicionais, massa: 180 g, comprimento: 125 mm
- 4 massas adicionais de 50 g
- 1 Conjunto de pesos de entalhe com suporte, 2x 1 g, 1x 2 g, 1x 5 g, 1x 10 g, suporte 2 g
- 2 bandeiras interruptoras com pino para interrupção de fotocélula, massa: 5 g, largura: 25 mm
- 3 garfos com pinos e elásticos para catapultar os deslizadores, bem como para a análise de choques elásticos, massa 10 g
- 3 placas com pinos para análise de choques elásticos, massa: 10 g
- 1 agulha com pino para análise de choques inelásticos, massa: 10 g
- 1 tubinho com pino, com enchimento de plasticina para análise de choques inelásticos, massa: 10 g
- 1 gancho com pino para suporte de fio com massas de aceleração, massa: 10 g
- 1 rolo para desvio sem atrito de massas em aceleração
- 1 conjunto de parafusos e ferramenta para montagem do trilho de colchão de ar
- 1 manual de instruções redigido em língua inglesa

**P-1021090**

#### Exigência complementar:

**P-1000606** Gerador de corrente de ar (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1000605** Gerador de corrente de ar (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1000563** Barreira luminosa

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

ou

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

**P-1019300** Dispositivo eletromagnético de disparo

**P-1019301** Caixa de interruptores

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

ou

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

Material de suporte

Cabos para experiências



#### Gerador de corrente de ar

Soprador com corrente de ar de ajuste contínuo. Inclui a mangueira.

Comprimento da mangueira: aprox. 1,5 m

Recepção de potência: máx. 1100 W

Dimensões: aprox. 300x180x170 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 4,4 kg

#### Gerador de corrente de ar (230 V, 50/60 Hz) P-1000606

#### Gerador de corrente de ar (115 V, 50/60 Hz) P-1000605



#### Caixa de interruptores

Aparelho de comando destinado à interrupção da alimentação de corrente em combinação com o dispositivo eletromagnético de disparo e, simultaneamente, ao encio de sinal para contador conectado.

Voltagem de alimentação: 8 V DC

P-1019301



#### Conjunto de fios e pesos com ganchos

Conjunto de pesos de acionamento e fio para a aceleração dos discos sobre a mesa de ar. Constituído de 3 ganchos S 1 g, 5 ganchos S 2 g e 1 carretel de fio de costura.

P-1019180



#### Dispositivo eletromagnético de disparo

Em conexão com um garfo com elástico do fornecimento do trilho de colchão de ar, o dispositivo de disparo dá um impulso inicial constante e reprodutível dependente da tensão do elástico. Constituído de núcleo de ferro, uma bobina magnética e uma ancoragem. O núcleo de ferro é montado na extremidade do trilho de colchão de ar e serve de suporte para a bobina. O deslizador é conectado através da ancoragem e do garfo com o elástico e a bobina.

Quando a corrente é interrompida, o elástico tensionado transmite a energia ao deslizador. Como interruptor, usa-se a caixa de interruptores (P-1019301).

Núcleo de ferro: aprox. 20x20x51 mm<sup>3</sup>

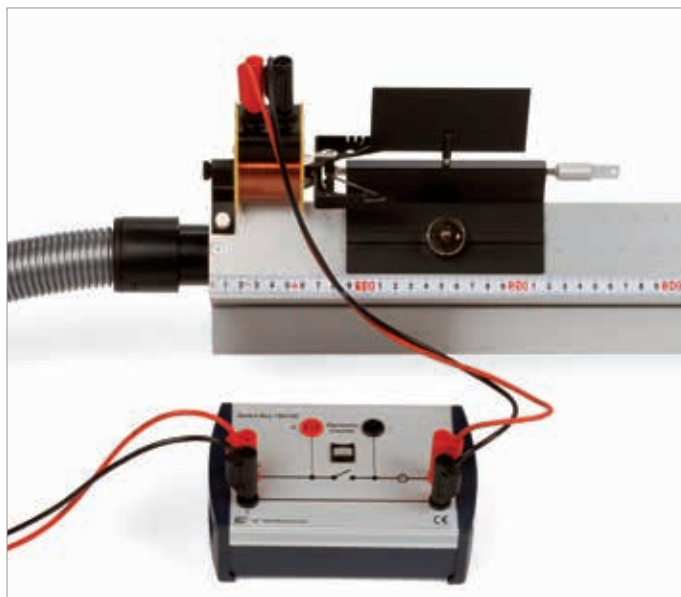
Bobina: 400 espiras

Voltagem de alimentação: 8 V DC

P-1019300

#### Recomendação suplementar:

P-1019301 Caixa de interruptores



### Temas para experiências:

- Equações newtonianas de movimento
- Movimento uniforme retilíneo
- Movimento uniformemente acelerado
- Movimento de gravidade
- Movimento circular e paralelo
- Plano inclinado
- Conservação de impulso e energia
- Choques elásticos e inelásticos com massas iguais e diferentes



### Vantagens

- Discos de jato de tinta com geração de um colchão de ar embutida
- Operação dos discos de jato de tinta com baterias NiMH
- Registro sem fio com controle remoto infravermelho
- Registro com jato de tinta sobre papel padrão DIN A1
- Possibilidade de registro com duas cores diferentes
- Registro opcional com câmera de alta velocidade por meio de LEDs bicoloridos nos discos.



### Mesa de ar com discos de jato de tinta

A mesa de ar é constituída de alumínio preto fosco com uma estrutura alveolar estabilizadora em seu interior. Ela é equipada com perfis em dois lados para a fixação de acessórios. Três pés de altura ajustável permitem uma disposição horizontal precisa. A delimitação da área da mesa é constituída de uma corda de borracha, que é tensionada sobre quatro suportes nos cantos da mesa. Nos discos de jato de tinta, está embutido um motor de microbombas para a geração de ar comprimido. O ar sai na parte de baixo de um disco de jato de tinta e o faz flutuar sobre o papel de registro. A alimentação de tensão dos discos ocorre por meio de baterias NiMH embutidas substituíveis com 9V, 300 mAh. Um indicador da carga, bem como a conexão para o cabo do carregador, encontram-se na parte de cima dos discos. O movimento dos discos é marcado por um jato de tinta sobre papel padrão no formato DIN A1, que repousa sobre a superfície da mesa. No disco, há um cartucho comum de tinta de impressora. Os movimentos registrados de dois discos podem ser diferenciados pela seleção da tinta, preta ou vermelha. Opcionalmente, o registro também pode ocorrer com uma câmera de alta velocidade (não contida no fornecimento). Para tanto, há LEDs bicoloridos comutáveis nos discos. O registro é iniciado e terminado por meio de um controle remoto infravermelho. A diferença de tempo dos pulsos pode ser ajustada entre 20 e 100 ms em intervalos de 5 ms. Duas placas de apoio com umidificador servem para o armazenamento dos discos depois do uso e impedem o ressecamento da tinta. Uma caixa de armazenamento estanque permite armazenar os cartuchos de tinta para períodos prolongados sem uso.

### Fornecimento:

- 1 Mesa de ar 935x750 mm<sup>2</sup>
- 50 Folhas de papel DIN A1
- 2 Discos de jato de tinta, diâmetro 100 mm, altura 95 mm, peso sem bateria e cartucho de tinta aprox. 660 g
- 1 Cartucho de tinta preta
- 1 Cartucho de tinta vermelha
- 2 Baterias NiMH 9 V, 300 mAh
- 1 Fonte de energia 12 V, 500 mA com cabo de carregador Y para 2 discos de jato de tinta
- 2 Placas de apoio para discos de jato de tinta com umidificador
- 1 Controle remoto infravermelho
- 1 Conjunto de acessórios movimento de ponto de extremidade de um disco de jato de tinta
- 1 Conjunto de acessórios movimento de gravidade de dois discos de jato de tinta acoplados
- 1 Conjunto de acessórios movimento uniformemente acelerado (3 pesos de 5 cN cada, polia intermediária, corda)
- 1 Conjunto de acessórios movimento em plano inclinado
- 1 Conjunto de acessórios movimento circular
- 2 Anéis de espuma para choque elástico
- 2 Tiras de velcro para choque inelástico
- 2 Pesos adicionais 200 g
- 1 Dispositivo de disparo
- 1 Caixa estanque de armazenamento de cartuchos de tinta

**P-1021623**

### Conjunto básico discos de jato de tinta (sem ilustr.)

Dois discos de jato de tinta com todos os componentes necessários para a operação, bem como acessórios para movimento de extremidade e gravidade. Ideal para quando já houver uma mesa adequada à disposição.

#### Fornecimento:

- 2 Discos de jato de tinta, diâmetro 100 mm, altura 95 mm, peso sem bateria e cartucho de tinta aprox. 366 g
- 1 Cartucho de tinta preta
- 1 Cartucho de tinta vermelha
- 2 Baterias NiMH 9 V, 300 mAh
- 1 Fonte de energia 12 V, 500 mA com cabo de carregador Y para 2 discos de jato de tinta
- 2 Placas de apoio para discos de jato de tinta com umidificador
- 1 Controle remoto infravermelho
- 1 Conjunto de acessórios movimento de ponto de extremidade de um disco de jato de tinta
- 1 Conjunto de acessórios movimento de gravidade de dois discos de jato de tinta acoplados

**P-1021624**



#### Cartuchos de tinta

Cartuchos de tinta compatíveis com os discos de jato de tinta para o registro de curvas no papel.

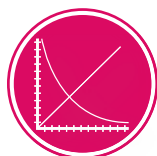
Conteúdo: 18 ml

#### Cartucho de tinta preta

**P-1021628**

#### Cartucho de tinta vermelha

**P-1021630**



UE1030600  
PDF online



#### Conjunto de papel de registro

100 Folhas de papel de impressora DIN A1 para o registro de curvas com jato de tinta.

Dimensões: aprox. 594x841 mm<sup>2</sup>

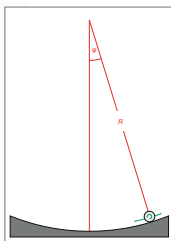
**P-1021626**



*Movimento paralelo no plano inclinado*



*Exemplo de experiência: Choque elástico*



## Experiência 1: Análise de movimentos e choque unidimensionais

**Equipamento em aparelhos:**

P-1002939 Conjunto com 6 esferas de aço

P-1003039 Banco óptico U, 1200 mm

### Bola em uma tigela

Corpo côncavo de acrílico com curvatura esférica. Uma bola giratória oscila dentro dele ao redor de seu ponto de repouso com um pêndulo matemático. O raio da curvatura corresponde ao comprimento do pêndulo.

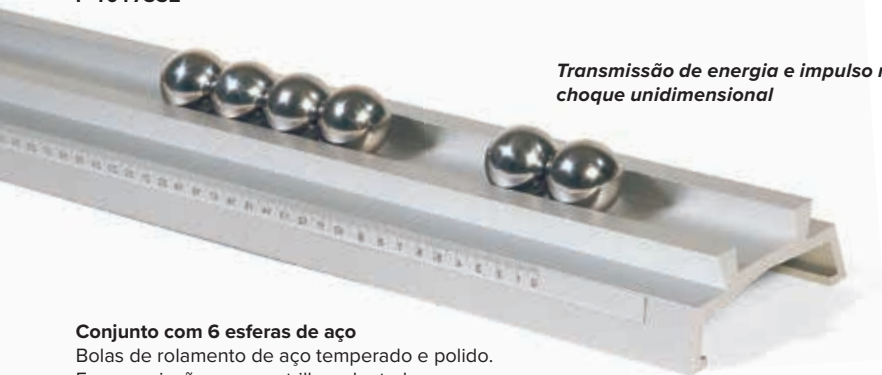
Inclui 3 esferas de aço.

Diâmetro da esfera: 16 mm

Raio de curvatura: 200 mm

Diâmetro: 140 mm

**P-1017332**



*Transmissão de energia e impulso no choque unidimensional*

### Conjunto com 6 esferas de aço

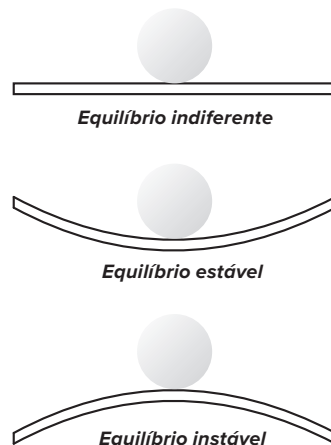
Bolas de rolamento de aço temperado e polido.

Em associação com um trilho adaptado para experiências com o impacto elástico, em união com vidros de relógio para a demonstração dos diversos estados de equilíbrio. Não incluso: trilho.

Diâmetro: cada uma 30 mm

Massa: cada uma 130 g

**P-1002939**



## Experiência 2: Equilíbrio estável, indiferente e instável

**Equipamento em aparelhos:**

P-1002939 Conjunto com 6 esferas de aço

P-1002868 Conjunto de 10 vidros de relógio, 80 mm

P-1002869 Conjunto de 10 vidros de relógio, 125 mm

P-1003190 Espelho plano



### Queda livre e lançamento horizontal

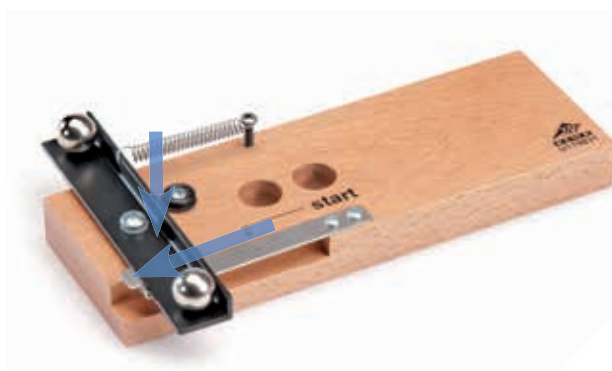
Aparelho para a demonstração da superposição sem empecilhos de movimentos horizontais e verticais. Sobre uma placa de madeira encontra-se um trilho de lançamento, o qual está tenso por uma mola de tração. Duas esferas de aço servem de corpos experimentais. Após o lançamento, uma esfera cai verticalmente e a outra é lançada simultaneamente na horizontal. Ambas as esferas batem no chão ao mesmo tempo. Duas perfurações na placa base servem para armazenar as esferas.

Diâmetro esfera: 15 mm

Dimensões: aprox. 200x120x30 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 230 g

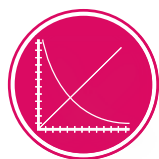
**P-1000588**





#### Vantagens

- Fácil de montar
- Medições precisas de tempo sem erros sistemáticos
- Altura da queda ajustável com precisão milimétrica
- Sem necessidade de procurar esferas caídas



UE1030300

PDF online

#### Aparelho de queda livre

Aparelho para a medição dos tempos de queda de uma esfera em função da altura e em associação com um contador digital.

Particularmente fácil de montar e operar e mesmo assim ele é preciso. Inclui 3 esferas de aço. Um micro-ímã mantém a esfera na posição inicial. Três pinos de contato debaixo do dispositivo de lançamento garantem uma posição inicial reprodutível da esfera e formam com a superfície da esfera um comutador de abertura para iniciar a medição do tempo. Quando a esfera bate na placa de recepção a medição de tempo é interrompida. Ao mesmo tempo fica garantido que a esfera permaneça sobre a placa de recepção. A altura de queda pode ser ajustada com precisão milimétrica por meio de uma escala presente na coluna.

Escala de altura de queda: 20 – 960 mm

Divisão da escala: 10 mm

Precisão da escala: 0,2 mm

Esfera: aço, 16 mm Ø

Dimensões: aprox.

200x130x1000 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,6 kg

P-1000738

#### Adicionalmente necessário:

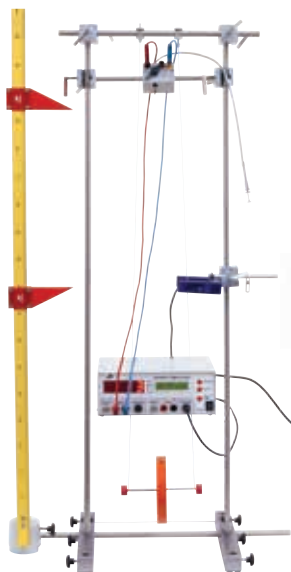
P-1012832 Contador de milissegundos (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1012833 Contador de milissegundos (115 V, 50/60 Hz)

P-1002848 Conjunto de 3 cabos de segurança para experiências

P-1018448 Suporte de fotocélula



#### Dispositivo de gatilho para a roda de Maxwell

Dispositivo de partida mecânica para liberação de uma partida definida da roda de Maxwell. Com conectores de 4 mm para conexão com a entrada de partida de um contador digital. Liberação por cabo Bowden.

Perfuração para haste de suporte: 10 mm Ø

Dimensões: aprox.

60x50x50 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 260 g

P-1018075



Medição do tempo da queda

#### Roda de Maxwell

Roda de raios com grande momento de inércia para a demonstração da conservação de energia com transformação de energia cinética em energia potencial e vice-versa. Com barra de apoio e suspensão ajustável. O eixo de rotação é mantido na horizontal por duas cordas que estão por sua vez suspensas na barra de suporte e levada e é movimentar-se para frente quando ambas cordas são enroladas. Se a situação com a corda enrolada é solta, a roda de raios recebe energia cinética no seu movimento de descida, a qual é perceptível principalmente pela rotação cada vez mais rápida. Dois calços nas pontas dos eixos impedem que a roda saia dos eixos. No ponto mínimo inferior ambas as cordas são totalmente desenroladas se enrolam novamente e forçam um movimento ascendente da roda de raios por transmissão da sua energia cinética. Para a medição da inércia na aceleração a montagem é efetuada sobre uma balança incluindo o pé de apoio.

Momento de inércia: aprox. 10 kg cm<sup>2</sup>

Diâmetro da roda: aprox. 130 mm

Massa da roda: aprox. 370 g

Barra suporte: 370 mm x 12 mm Ø

P-1000790

#### Recomendação suplementar:

P-1002936 Vara de apoio, 1000 mm (2x)

P-1018874 Pé de apoio em H

P-1002830 Manga universal (4x)

P-1012848 Vara de apoio 280 mm

P-1018075 Dispositivo de gatilho para a roda de Maxwell

P-1000563 Barreira luminosa (2x)

P-1001033 Contador digital (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1001032 Contador digital (115 V, 50/60 Hz)

#### Tubos de queda livre

Tubo de vidro evacuado para a demonstração da queda livre de diferentes corpos no vácuo. Inclui rolha, penas de pato e peças de plástico como corpos de queda.

Comprimento tubo de vidro: aprox. 750 mm

Diâmetro: 36 mm

Conexão da mangueira: 10 mm

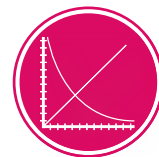
Massa: aprox. 1 kg

P-1000801

#### Exigência complementar:

P-1012855 Bomba de vácuo de palheta rotativa, um nível

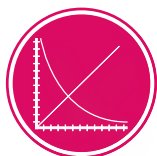
P-1002619 Mangueira de vácuo, 8 mm



UE1040320

PDF online





UE1030400

PDF online



#### Vantagens

- Três velocidades de arremesso reproduzíveis
- Ângulo de arremesso livremente ajustável
- Altura constante de arremesso independente do ângulo ajustado
- Arremesso da esfera sem rotação

#### Dispositivo de lançamento

Dispositivo para pesquisas das leis da balística: Lançamento vertical, inclinado horizontal, registro da parábola de lançamento em função do ângulo de lançamento e da distância atingida. Três velocidades de lançamento diferentes e reproduzíveis, ângulo de lançamento de ajuste contínuo, lançamento quase sem rotação da esfera, altura do lançamento constante com ângulos de lançamentos diferentes já que o ponto de rotação do dispositivo de lançamento e o ponto de lançamento coincidem. A construção encapsulada e a utilização de bolas de plástico garantem uma experiência segura. O dispositivo de lançamento é utilizado fixando o mesmo em uma mesa por meio do suporte (P-1002655) ou em associação com o pêndulo balístico (P-1002656).

Ângulo de lançamento:  $0^\circ - 90^\circ$

Distância de lançamento: 1,1 m, 2,3 m e 4,5 m

Desvio padrão da

distância de lançamento:  $< 1\%$

Diâmetro da esfera: 25 mm

Massa da esfera: 7 g

Dimensões: aprox. 205x65x60 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 480 g

#### Fornecimento:

1 aparelho de lançamento

3 esferas de plástico

1 vara de carregamento

1 parafuso borboleta M8x20

**P-1002654**

#### Exigência complementar:

**P-1002655** Suporte para o dispositivo de lançamento

ou

**P-1002656** Pêndulo balístico

Óculos de proteção

#### Recomendação suplementar:

**P-1002657** Suporte de barreira luminosa para o aparelho de lançamento

**P-1000563** Barreira luminosa

#### Temas para experiências:

- Lançamento vertical, inclinado e horizontal
- Registro de parábolas de lançamento em lançamento inclinado
- Determinação da distância e altura de lançamento em função do ângulo de lançamento
- Determinação da velocidade, da distância e da altura de lançamento
- Determinação da velocidade de lançamento com um pêndulo balístico
- Impacto elástico e inelástico

#### Suporte para o dispositivo de lançamento

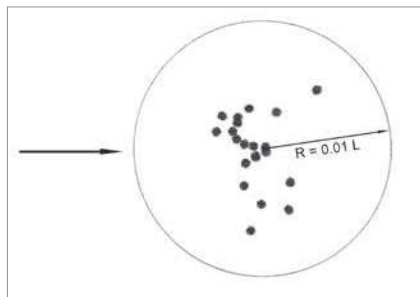
Prensa de mesa para o dispositivo de lançamento (P-1002654), feito de alumínio anodizado.

Abertura: 10 mm até 65 mm

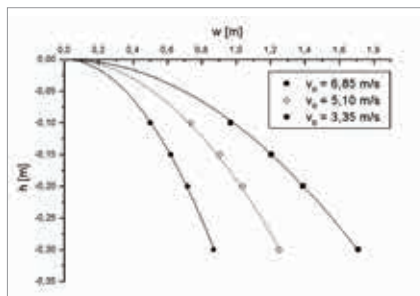
Dimensões: aprox. 150x70x80 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 710 g

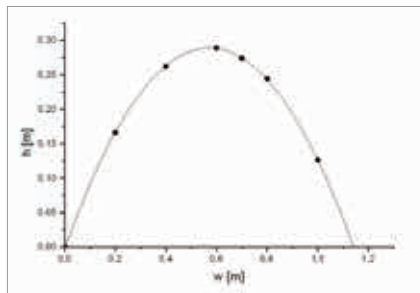
**P-1002655**



**Resultado típico após 20 lançamentos.**  
**L=distância do lançamento (aqui 4,5 m)**



**Lançamento horizontal: altura do lançamento depende da distância de lançamento**



**Lançamento inclinado. Altura do lançamento depende da distância de lançamento (Lançamento: 45°)**

### Pêndulo balístico

Acessórios para o aparelho de lançamento (P-1002654) para experiências com o impacto elástico e inelástico, assim como suporte para a realização de experiências de lançamento. As velocidades de esferas e medidas durante as experiências de lançamento coincidem em  $\pm 3\%$ . Por meio das massas adicionais podem ser pesquisados diferentes arcos de pêndulo com velocidade de esfera constante. Para a realização de experiências com o lançamento horizontal, o aparelho de lançamento é fixado na parte posterior do pêndulo balístico de 5 diferentes alturas de lançamento de 5, 10, 15, 20 e 30 cm.

|                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Altura do pêndulo:                   | aprox. 370 mm                  |
| Pesos adicionais:                    | 17,5 g cada                    |
| Placa base:                          | aprox. 130x130 mm <sup>2</sup> |
| Ângulo de abertura da pinça de mesa: | 10 – 65 mm                     |
| Massa:                               | aprox. 2,1 kg                  |

#### Fornecimento:

1 pêndulo balístico, incluindo grampo de mesa  
2 pesos adicionais

**P-1002656**

#### Exigência complementar:

**P-1002654** Dispositivo de lançamento



#### Suporte de barreira luminosa para o aparelho de lançamento

Suporte para a fixação da barreira luminosa (P-1000563) na saída do dispositivo de lançamentos (P-1002654).

**P-1002657**

#### Conjunto de 3 esferas de aço (sem fotos)

Esferas de aço de reposição para o aparelho de queda livre (P-1000738), o aparelho de lançamento S (P-1000740) e o aparelho bola em uma tigela (P-1017332).

Diâmetro: 16 mm

**P-4003748**



### Aparelho de lançamento S

Aparelho experimental para a pesquisa do lançamento vertical, diagonal e horizontal assim como para a demonstração da superposição independente de movimentos horizontais e verticais. Três velocidades de lançamentos diferentes, ajuste contínuo do ângulo de lançamento legível numa escala angular por meio de um prumo de linha. A esfera está fixada magneticamente no ponto de lançamento, por isso a altura de lançamento é independente do ângulo de lançamento. Ao lançar uma esfera, pode-se simultaneamente lançar uma segunda esfera em queda livre na parte traseira do dispositivo de lançamento, que cai então ao mesmo tempo que a esfera lançada horizontalmente.

Ângulo de lançamento: 0° – 90°

Distância máxima

de lançamento: 4 m

Diâmetro da esfera: 16 mm

Massa da esfera: 17 g

Dimensões: aprox. 280x90x90 mm<sup>3</sup>

Massa total: aprox. 950 g

**P-1000740**

#### Exigência complementar:

**P-1002934** Varas de apoio, 470 mm (2x)

**P-1002832** Fixadores de mesa (2x)

Óculos de proteção



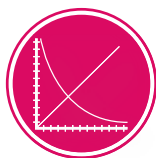
### Temas para experiências:

- Movimentos rotativos de forma e aceleração constante
- Equação do movimento de Newton nos movimentos rotativos
- Momento de inércia e momento de torção
- Determinação experimental do momento de inércia
- Oscilações rotativas harmônicas

### Sistema rotativo de apoio pneumático

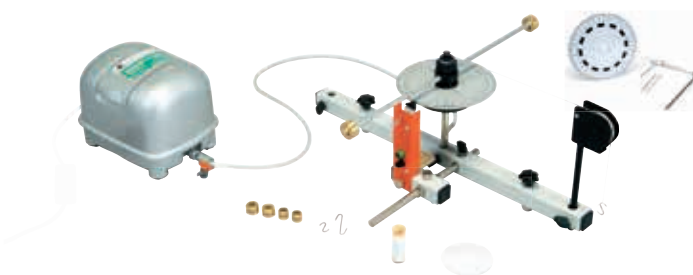
Sistema de aparelhos para a pesquisa de movimentos rotativos sem atrito. Um pequeno disco rotativo com escala angular é portador de uma vara perpendicular para o suporte de massas. O disco rotativo está apoiado sobre um colchão de ar, sendo que o eixo de rotação está predefinido por meio de uma centragem. Por meio de uma polia de sulco e uma polia dentada é transmitido o peso das massas de propulsão enganchadas pela corda. Os movimentos rotativos muito lentos podem ser medidos manualmente com um cronômetro. De modo alternativo, é possível a utilização de um contador digital, o qual é ativado pelo dispositivo de lançamento incluído no fornecimento e em movimento nulo ele é parado pelo sinal de um sensor de reflexo laser.

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Escala angular:                                | 0 – 360°                     |
| Divisão da escala:                             | 1°                           |
| Comprimento da barra de peso:                  | aprox. 440 mm                |
| Raios do padrão de furos:                      | 30 – 210 mm                  |
| Passos do padrão de furos:                     | 20 mm                        |
| Raios das polias dentadas:                     | 5,0 mm / 10,0 mm / 15,0 mm   |
| Momento de inércia do disco com barra de peso: | aprox. 0,16 g m <sup>2</sup> |
| Momento de inércia máximo:                     | aprox. 7,1 g m <sup>2</sup>  |
| Momento de torção mínimo de propulsão:         | aprox. 0,05 mN m             |
| Momento de torção máximo de propulsão:         | aprox. 0,60 mN m             |



UE1040101

PDF online



### Fornecimento:

- 1 unidade de apoio rotativa
- 1 disco rotativo com barra
- 1 polia dentada
- 1 dispositivo de lançamento
- 2 ganchos em S 1,00g
- 1 gancho em S 2,00 g
- 1 conjunto de massas (2x 12,5 g, 2x 25g, 2x 50 g)
- 1 compressor com conexão à rede elétrica
- 1 mangueira de silicone com bypass (não reproduzido)
- 1 polia de sulco
- 1 tubo de apoio com 3 parafusos de posicionamento e 2 parafusos de nivelamento
- 1 tubo de apoio com 2 parafusos de posicionamento
- 1 vara de apoio, 250 mm
- 1 disco de nivelamento
- 1 rolo de linha de costurar

### Sistema rotativo de apoio pneumático (230 V, 50/60 Hz) P-1000782

### Sistema rotativo de apoio pneumático (115 V, 50/60 Hz) P-1000781

### Recomendação suplementar:

P-1001034 Sensor de reflexo laser

P-1001033 Contador digital (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1001032 Contador digital (115 V, 50/60 Hz)

P-1000783 Conjunto complementar para o sistema rotativo de apoio pneumático

### Conjunto complementar para o sistema rotativo de apoio pneumático

Conjunto complementar para o sistema rotativo de apoio pneumático (P-1000782/P-1000781) para a pesquisa de oscilações rotativas sem atrito e para a pesquisa de oscilações rotativas sem atrito com um disco rotativo grande. Na parte inferior do disco rotativo grande encontra-se uma malha angular, útil para a amostragem com o sensor de reflexo a laser (P-1001034), quando o movimento de rotação deve ser registrado por uma interface VinciLab.

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Duração típica da oscilação:        | aprox. 20 s a aprox. 2 min  |
| Momento de inércia do disco grande: | aprox. 2,2 g m <sup>2</sup> |

### Fornecimento:

- 1 disco rotativo grande com escala angular, 350 mm
  - 1 suporte suspensório de apoio
  - 1 acoplador de mangueira em cruz
  - 1 conjunto de molas de acoplagem com ímã (1 N, 2 N, 5 N)
- P-1000783**

### Recomendação suplementar:

P-1001034 Sensor de reflexo a laser

P-1001033 Contador digital (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1001032 Contador digital (115 V, 50/60 Hz)

ou

P-1021477 VinciLab

Software Coach 7



*Medição da duração de oscilação de oscilações rotativas harmônicas com um contador digital*



#### Pêndulo de Watt

Pêndulo duplo simétrico sobre eixo de rotação para a demonstração da força centrífuga. Os pêndulos são mantidos juntos no estado de repouso por uma mola. Na rotação os pêndulos são alçados em dependência do número de rotações sobre o eixo. Isto pode, em princípio, ser utilizado para a regulação da rotação de uma máquina a vapor.

Altura: aprox. 250 mm  
Diâmetro de rotação: aprox. 350 mm  
Diâmetro do eixo: 10 mm

**P-1009695**

#### Exigência complementar:

**P-1021806** Motor experimental com transmissão

**P-1002832** Fixador de mesa

**P-1003312** Unidade DC de alimentação em rede 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003311** Unidade DC de alimentação em rede 0 – 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1003331** Estroboscópio digital (230 V, 50/60 Hz)



#### Aparelho de rotação

Aparelho de rotação para a determinação da aceleração angular em função do momento de rotação e para a determinação do momento de inércia em função da distância do eixo de rotação e da massa. Um eixo vertical com rolamento de ágata carrega uma vara transversal para o suporte de massas. Por meio de uma polia e de um disco dentado que se encontra sobre o eixo, a força do peso da massa de propulsão é transmitida por uma corda enrolada.

Comprimento da vara transversal: 600 mm  
Raios dos discos dentados: 4,5 mm / 9,0 mm  
Massa de propulsão: 10 g/ 20 g/ 30 g/ 40 g/ 50g  
Massa inerte: 100 g/ 200g/ 300g  
Dimensões da placa base: aprox. 200x140 mm<sup>2</sup>  
Massa total: aprox. 1,3 kg

#### Fornecimento:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 aparelho básico                         | 2 pesos de fenda de 10 g |
| 2 discos de 100 g                         | 1 peso de fenda de 20 g  |
| 2 discos de 200 g                         | 1 polia                  |
| 1 suspensório para pesos de fenda de 10 g | 1 rolo de corda          |

**P-1006785**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003331** Estroboscópio digital (230 V, 50/60 Hz)

#### Motor experimental com transmissão

Motor para experiências com movimentos de rotação de aplicação universal, por exemplo, para ensaios com do pêndulo de Watt (P-1009695). Utilizável como gerador em associação com a manivela incluída no fornecimento. Robusto motor de corrente contínua de rotação à direita e à esquerda com engrenagem de transmissão planetária e mandril de fixação rápida numa estrutura sólida de alumínio anodizado com barra de tripé removível e ajustável de aço fino. Número de rotações ajustável através da tensão de alimentação, momento de torção ajustável. Inclui polia de 3 níveis com nervura sobre cabo de retenção.

Número de rotações em marcha em vazio: aprox. 650 U/min com 18 V  
Regulagem dos números de rotação: aprox. 36 U/min por V  
Abertura do mandril: 0,8 - 10 mm  
Polia de transmissão: 10 mm Ø, 20 mm Ø, 40 mm Ø  
Vara de suporte: 10 mm Ø  
Correia de transmissão: Ø 130 mm x 4 mm  
Tensão nominal: 1,5 - 18 V DC  
Conexão: por tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 210x110x70 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,2 kg

**P-1021806**

#### Fornecimento:

Motor experimental  
Barra de tripé com parafuso de ajuste

Manivela  
Polia  
Correia de transmissão



#### Exigência complementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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

### Temas para experiências:

- Momento de inércia de um disco
- Momento de rotação
- Impulso de rotação
- Precessão
- Nutação

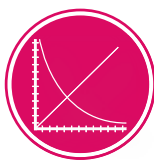


### Giroscópio

Giroscópio manufaturado de alta qualidade, de precisão para demonstração. Útil tanto para a demonstração como para o estudo das leis dos discos em experimentação prática. Aparelho de experimentação com um eixo inclinável e rotativo montado sobre uma vara de apoio, com um disco dotado de duplo rolamento instalado num lado do eixo. Do outro lado encontra-se um peso de compensação móvel para estabelecer o equilíbrio do sistema, sendo que o ajuste fino é efetuado por meio de um parafuso de ajuste situado na extremidade do eixo. Para a produção de momentos de rotação externos há um peso suplementar a disposição, o qual também pode ser inserido no eixo. O ângulo de inclinação do eixo é mostrado numa escala bem legível. Uma cápsula de bolha de ar possibilita a disposição horizontal do giroscópio. O disco pode ser posto em rotação à mão por meio de uma corda, sendo que o duplo rolamento garante uma rotação quase sem atrito e de longa duração. A construção aberta do giroscópio permite uma ótima observação dos fenômenos ligados aos discos.

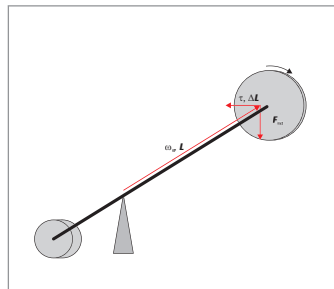
Escala:  $-40^\circ$  até  $+40^\circ$   
 Divisão da escala:  $1^\circ$   
 Disco: 250 mm  $\varnothing$   
 Massa do disco: 1500 g  
 Massa dos contrapesos: 50 g, 1400 g  
 Massa total: 4650 g

**P-1000695**

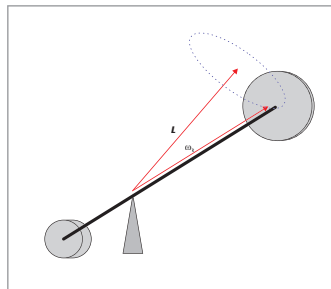


UE1040500

PDF online



**Desenho esquemático do giroscópio para a precessão**



**Desenho esquemático do giroscópio para a nutação**



### Plataforma rotativa

Plataforma rotativa para funcionamento com o giroscópio de roda de bicicleta. Pode ser utilizada sobre um tamborete de laboratório ou como superfície de apoio. Antideslizante.

Diâmetro: 300 mm

**P-1003490**



### Giroscópio S

Giroscópio com rotor metálico raso, balanceado dinamicamente. Em uma armação com suspensão cardânica que é ideal para a análise da estabilidade giroscópica, da precessão e da nutação. É fornecido também uma armação de pêndulo, que permite uma análise do momento do rolamento ou basculante. Fornecimento com discos cardânicos de plástico, armação cardânica, armação de pêndulo e corda de acionamento.

Dimensões: aprox. 170x120 mm<sup>2</sup>

**P-1013228**



#### **Vantagens**

- Rolamento com pouco atrito
- Registrador de ângulo eletromagnético

#### **Pêndulo de vara com registrador de ângulo**

Pêndulo de pouco atrito de apoio sobre ponta e registrador eletromagnético de ângulo para a medição das oscilações harmônicas de um pêndulo gravitacional. Com massa pendular deslocável e fonte de alimentação. A abertura do pêndulo é transformada por um sensor Hall em um sinal elétrico proporcional ao ângulo de abertura de uma interface, pode-se integrar um registrador Y-t ou um osciloscópio de raios para o registro das oscilações.

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| Comprimento do pêndulo: | 1 m           |
| Massa do pêndulo:       | aprox. 1 kg   |
| Tensão de saída:        | $\pm 5$ V     |
| Resistência de saída:   | 500 $\Omega$  |
| Alimentação elétrica:   | 12 V AC       |
| Diâmetro do tubo:       | 10 mm         |
| Massa:                  | aprox. 1,4 kg |

#### **Pêndulo de vara com registrador de ângulo (230 V, 50/60 Hz) P-1000763**

#### **Pêndulo de vara com registrador de ângulo (115 V, 50/60 Hz) P-1000762**

#### **Exigência complementar:**

P-1002832 Fixador de mesa  
P-1002936 Vara de apoio, 1000 mm  
P-1002830 Manga universal

#### **Recomendação suplementar:**

P-1002750 Adaptador para plug BNC/tomadas de 4 mm  
P-1021680 Sensor de tensão 10 V, diferencial  
P-1021478 €Lab  
Software Coach 7



#### **Conjunto de 4 esferas de pêndulo**

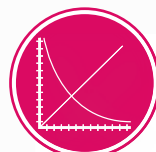
4 esferas com argolas, de latão, alumínio, aço e matéria plástica, para a montagem de um pêndulo matemático.

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| Diâmetro: | 25 mm                        |
| Massas:   | 71,2 g, 25,2 g, 61 g, 10,5 g |

#### **P-1003230**

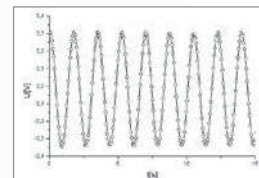
#### **Exigência complementar:**

P-1001055 Corda para experiências  
Material de apoio



UE1050600

PDF online



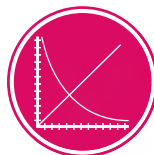
**Oscilações do pêndulo em função do tempo**



#### **Pêndulo de vara (sem foto)**

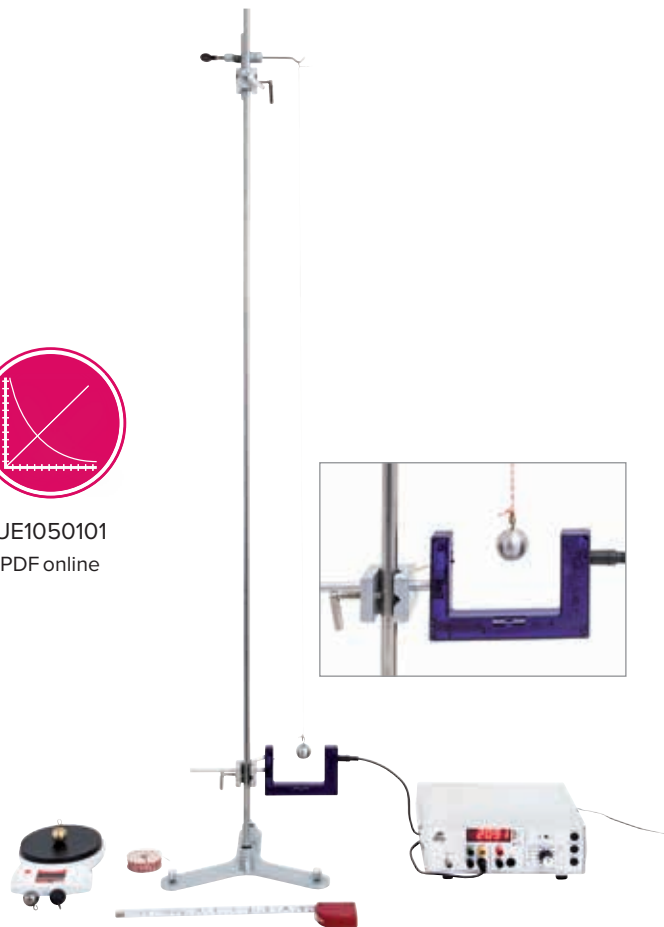
Pêndulo de vara com apoio de ponta de pouco atrito como P-1000763 ou P-1000762, porém, sem sensor Hall e ímã para o registro de ângulos.

#### **P-1000764**



UE1050101

PDF online



#### Pêndulo g variável

Pêndulo com plano de oscilação inclinável de modo contínuo para a observação de oscilações em pêndulos com aceleração  $g$  aparentemente variável.

Comprimento máximo

do pêndulo: 280 mm

Massa do pêndulo: 0,5 kg

Ângulo do plano de oscilação:  $0^\circ - 90^\circ$

Dimensões: aprox. 300x250x550 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 5 kg

**P-1000755**

#### Exigência complementar:

**P-1002836** Tripé, 185 mm

**P-1002934** Vara de apoio, 47 cm

#### Recomendação suplementar:

**P-1000756** Suporte de barreira luminosa ao pêndulo

**P-1000563** Barreira luminosa

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

ou

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

#### Pêndulo caótico E

Pêndulo duplo de alumínio anodizado para montagem em parede firme. Ambos os braços do pêndulo foram fabricados com alta precisão e giram ou oscilam sem atrito ao redor de seu eixo de rotação. A sequência de movimentos é imprevisível, portanto, caótica. Conforme as condições de início, os braços do pêndulo começam girando e geram, com isto, energia pelo atrito. Quando a energia não for mais suficiente, a rotação se transforma em oscilação. Nisto, os movimentos de ambos os braços do pêndulo se condicionam reciprocamente. Assim, pode ocorrer de a energia de rotação do segundo braço do pêndulo ser transferida ao primeiro e este receber novamente energia suficiente para uma rotação. O pêndulo caótico retorna ao repouso quando toda a energia tiver sido transformada em atrito.

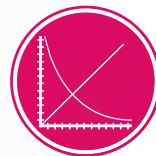
Dimensões: aprox. 350x38x52 mm<sup>3</sup>

**P-1017531**

#### Suporte de barreira luminosa ao pêndulo

Suporte para a montagem da barreira luminosa (P-1000563) no pêndulo  $g$  variável em qualquer posicionamento angular do pêndulo.

**P-1000756**

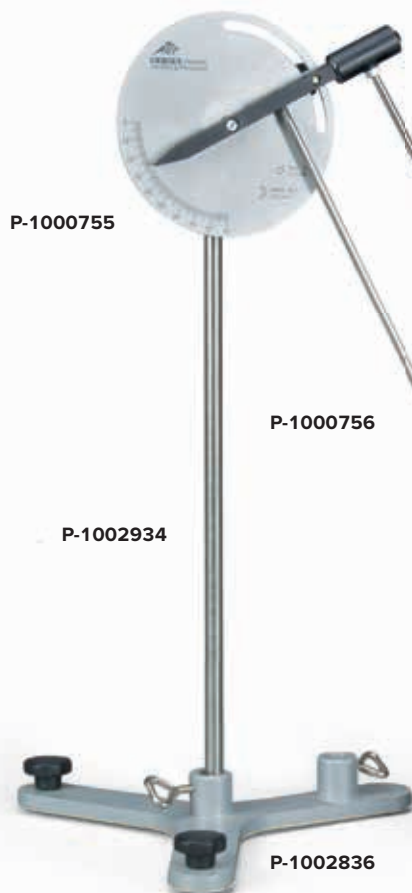


UE1050201

PDF online

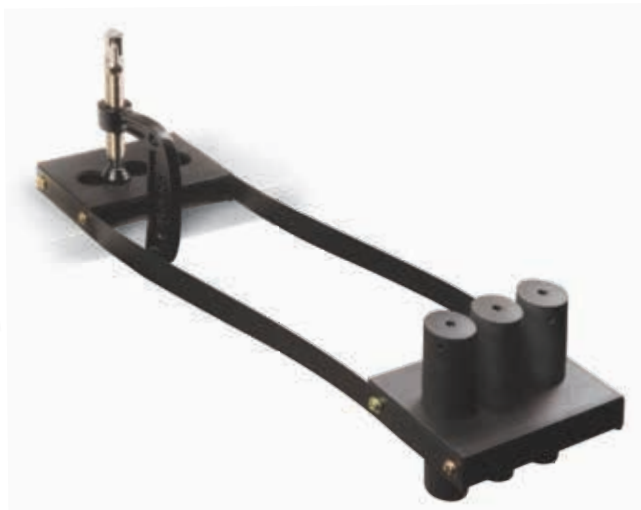
**P-1001033**

**P-1001032**



#### Temas para experiências:

- Oscilações harmônicas
- Determinação de massas desconhecidas
- Massa pesada e massa inerte



#### Balança de inércia

Balança de inércia para a determinação da massa inerte. A balança de inércia consiste em duas bandejas de metal conectadas por faixa de molas de aço rígido. Uma bandeja tem 3 orifícios para prender até três massas e a outra pode ser presa na borda de uma mesa ou de um banco de laboratório com o grampo de mesa incluído no fornecimento.

Comprimento da

faixa de aço:

aprox. 350 mm

Massas:

cada uma aprox. 175 g

#### Fornecimento:

1 balança de inércia

1 grampo de mesa

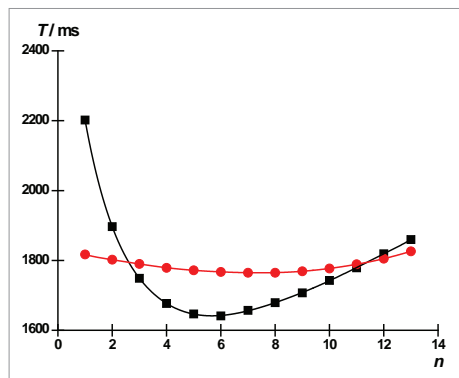
1 corda, 1,85 m

3 massas

P-1003235

#### Exigência complementar:

P-1003369 Cronômetro mecânico, 15 min



Durações de oscilações ao redor de ambos os pontos de apoio em dependência da posição do peso deslocável

#### Temas para experiências:

- Medição das durações das oscilações de um pêndulo de reversão para dois pontos de rotação
- Ajuste do pêndulo de reversão para duração de oscilação igual
- Determinação da aceleração da queda

#### Pêndulo reversível de Kater

Construção especial do pêndulo físico para determinação da aceleração de queda local  $g$ . Haste do pêndulo com dois pontos de apoio e um disco de massa móvel e um fixo para ajuste da duração da oscilação. Com o ajuste correto, o pêndulo oscila ao redor dos dois pontos de apoio com a mesma duração de oscilação. A haste do pêndulo é suspensa em estrutura estável com atrito especialmente baixo. Para o ajuste horizontal, a base é equipada com dois parafusos e um nível de bolha de ar. Inclui placa de suporte para fotocélula.

Altura de montagem

com o pêndulo: aprox. 1,25 m

Comprimento da

haste do pêndulo: 1,2 m

Distância dos pontos

de apoio: 800 mm

Tempo do período

do pêndulo ajustado: 1794 ms com  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Massa total: aprox. 6,3 kg

P-1018466

#### Adicionalmente recomendado:

P-1000563 Fotocélula

P-1001033 Contador digital (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1001032 Contador digital (115 V, 50/60 Hz)



## Oscilações mecânicas em experiência de mesa com economia de espaço

### Sensores “Oscilações mecânicas”

Pacote de fornecimento composto de dois sensores dinâmicos de força e um painel amplificador para o registro e análise de oscilações mecânicas com um osciloscópio padrão. Os sensores de força podem ser fixados nas varas de apoio com 10 mm de diâmetro ou na travessa SW e captam forças dinâmicas em sentido do eixo. No painel amplificador são preparados os sinais de ambos os sensores de força para o registro e a posição de fases entre as oscilações dos dois sinais são analisados, para serem enviados como um sinal de corrente contínua. Na conexão painel amplificador MEC no osciloscópio PC 2x25 MHz (P-1020857) resulta a possibilidade de analisar e quantificar amplamente os sinais de medição com o software do osciloscópio num computador.

#### Sensor dinâmico de força:

Força máxima: 5 N  
Faixa de frequência: 0,3–200 Hz  
Conexão: Conector P2 de 3,5 mm  
Dimensões: aprox. 52x37x26 mm<sup>3</sup>

#### Painel amplificador MEC:

Tomada de entrada: Tomada P2 de 3,5 mm  
Tomada de saída: BNC  
Dimensões: aprox. 65x100x40 mm<sup>3</sup>

#### Fornecimento:

2 Sensores dinâmicos de força  
1 Painel amplificador MEC  
1 Fonte de alimentação 12 V AC, 700 mA  
2 Cabos HF

#### Sensores “Oscilações mecânicas” (230 V, 50/60 Hz)

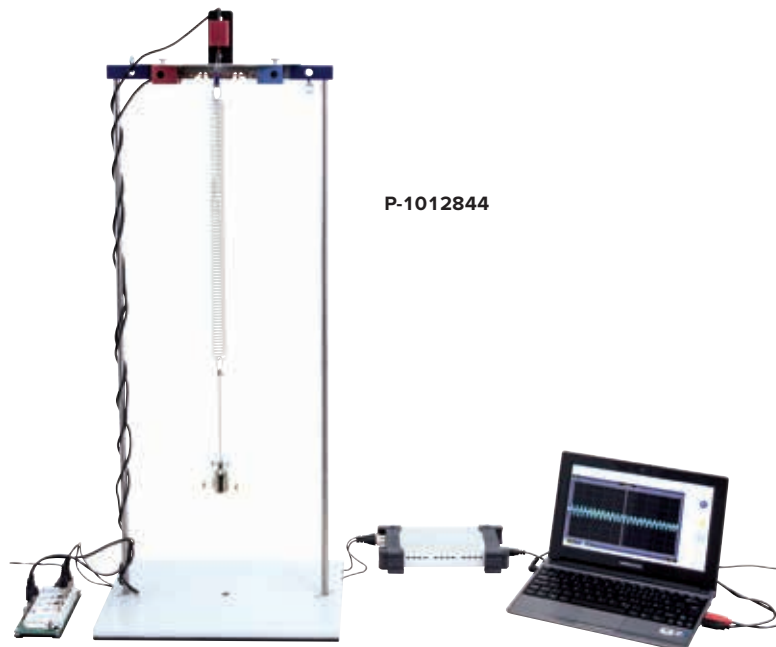
**P-1012850**

#### Sensores “Oscilações mecânicas” (115 V, 50/60 Hz)

**P-1012851**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020857** Osciloscópio PC 2x25 MHz



**P-1012844**

#### Conjunto complementar “Pêndulo de Wilberforce”

Pacote de fornecimento para a montagem de um pêndulo de Wilberforce ou de um pêndulo de torção numa experiência de mesa com economia de espaço. Corpos de rotação ajustáveis para a sincronização precisa do momento de inércia para a análise de oscilações de translação e de rotação acopladas na experiência de Wilberforce. Com componentes para o acoplamento de sensores dinâmicos de força do sensores “Oscilações mecânicas” (P-1012850 ou P-1012851) para o registro e análise abrangente das duas formas de oscilações com um osciloscópio padrão.

#### Fornecimento:

1 Mola 5,25 N/m  
1 Corpo de rotação  
1 Chapa metálica vertical  
1 Corpo em gancho  
1 Grupo de montagem de mola B para o acoplamento do sensor de força  
**P-1012844**

#### Exigência complementar:

**P-1012849** Material de suporte “Oscilações mecânicas”

#### Recomendação suplementar:

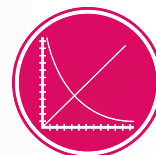
**P-1012850** Sensores “Oscilações mecânicas” (230 V, 50/60 Hz)  
ou  
**P-1012851** Sensores “Oscilações mecânicas” (115 V, 50/60 Hz)  
**P-1020857** Osciloscópio PC 2x25 MHz



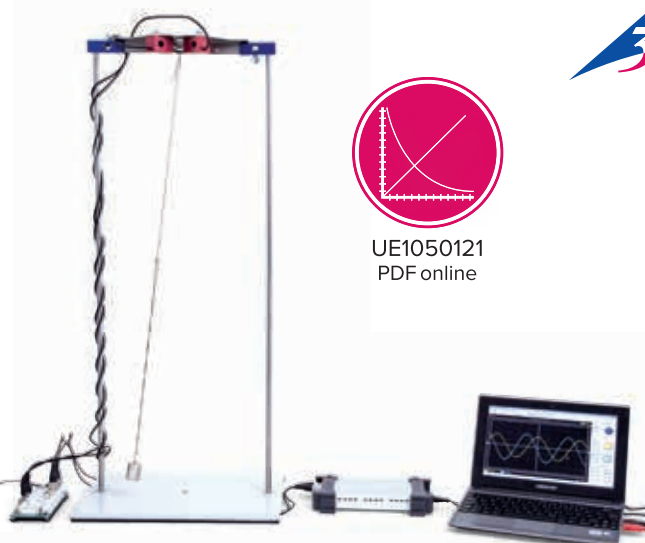
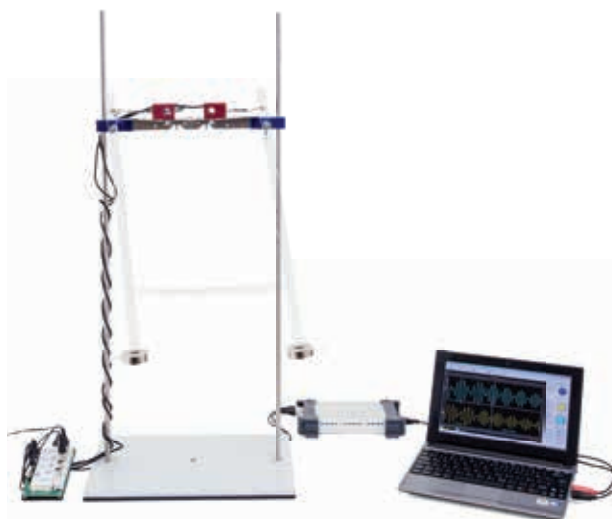
**P-1012850**

**P-1012851**





UE1050121  
PDF online



### Conjunto complementar “Pêndulo físico”

Versátil pacote de fornecimento para a montagem de um pêndulo físico com massa móvel, de um pêndulo de reserva ou de dois pêndulos acoplados numa experiência de mesa com economia de espaço. Com componentes para o acoplamento aos sensores dinâmicos de força dinâmicos dos sensores “Oscilações mecânicas” (P-1012850 ou P-1012851) para o registro e análise abrangente das oscilações com um osciloscópio padrão.

#### Fornecimento:

- 2 Varas de carregamento
- 2 Varas de pêndulo
- 2 Massas móveis
- 1 Mola 2,5 N/m
- 2 Molas de acoplamento C
- 2 Anéis em O

**P-1012853**

#### Exigência complementar:

**P-1012849** Material de suporte “Oscilações mecânicas”

#### Recomendação suplementar:

**P-1012850** Sensores “Oscilações mecânicas” (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1012851** Sensores “Oscilações mecânicas” (115 V, 50/60 Hz)

**P-1020857** Osciloscópio PC 2x25 MHz

### Conjunto complementar “Pêndulo de fio”

Pacote de fornecimento para a montagem otimizada de um pêndulo de fio e para a análise abrangente das oscilações harmônicas e caóticas em experiência de mesa com economia de espaço. Com direcionamento móvel para o ajuste das larguras do pêndulo e tiras magnéticas para a produção de oscilações caóticas. Com componentes adicionais que servem para o acoplamento dos sensores dinâmicos de força do sensores “Oscilações mecânicas” (P-1012850 ou P-1012851) para o registro e análise das oscilações em dois ângulos livres com um osciloscópio padrão.

#### Fornecimento:

- 1 Fio, 100 m
- 1 Massa 100 g
- 1 Tira magnética comprida
- 2 Tiras magnéticas curtas
- 1 Grupo de montagem de mola para o acoplamento do sensor de força

**P-1012854**

#### Exigência complementar:

**P-1012849** Material de suporte “Oscilações mecânicas”

#### Recomendação suplementar:

**P-1012850** Sensores “Oscilações mecânicas” (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1012851** Sensores “Oscilações mecânicas” (115 V, 50/60 Hz)

**P-1020857** Osciloscópio PC 2x25 MHz

### Material de suporte “Oscilações mecânicas”

Material de apoio para montagens descomplicadas, claramente arranjadas e estáveis, por exemplo, para a análise de vibrações mecânicas e ondas com a utilização de sensores do sensores “Oscilações mecânicas”

(P-1012850 ou P-1012851). Incluso placa base SW como base segura contra tombamento, para a acomodação de vara de apoio, duas mangas duplas e travessa SW. A travessa SW serve com suporte multifuncional entre as varas de apoio sobre a placa de base para montagens com os sensores de força dinâmica do sensores “Oscilações mecânicas”.

Placa base: aprox. 345x240x16 mm<sup>3</sup>

Varas de apoio: aprox. 400 mm x 10 mm Ø

#### Fornecimento :

- 1 Placa base SW
- 2 Varas de apoio com rosca exterior e interior
- 2 Varas de apoio com rosca exterior
- 2 Mangas dupla SW
- 1 Travessa SW

**P-1012849**

#### Recomendação suplementar:

**P-1012848** Vara de apoio 280 mm

**P-1012847** Vara de apoio 400 mm





#### Temas para experiências:

- Oscilação de pêndulo
- Rotação da Terra
- Força de Coriolis

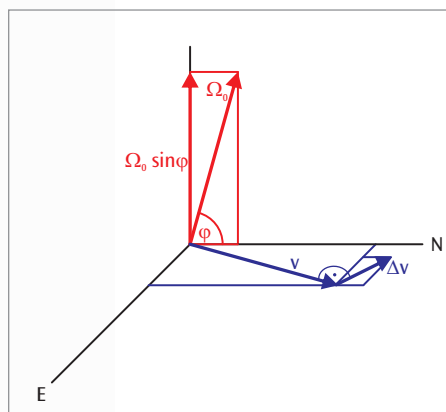
#### Pêndulo de Foucault

Pêndulo para a comprovação qualitativa e quantitativa do movimento de rotação da Terra através da observação da rotação do plano oscilatório. Para evitar oscilações elípticas, a corda do pêndulo bate a cada balanço em um anel de Charron. A posição do plano oscilatório pode ser lida com alta precisão através da projeção da sombra da corda sobre uma escala angular. Por isso depois de pouco tempo, já é possível observar a rotação do plano oscilatório. Para tempos de observação mais longos, o amortecimento da oscilação pode ser compensado por meio de excitação eletromagnética de ajuste contínuo. Uma armação de metal com aberturas de vidro em todos os lados e iluminação interna fazem do aparelho um objeto altamente chamativo.

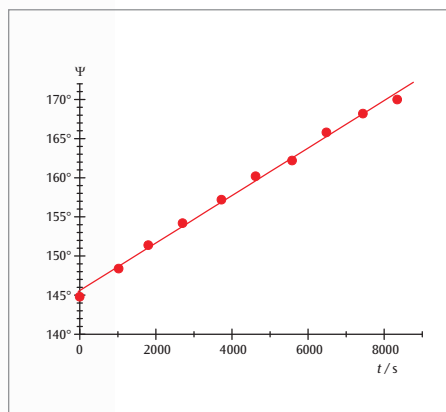
Comprimento do pêndulo: 1200 mm  
 Massa do pêndulo: 230 g  
 Diâmetro: 38 mm  
 Posicionamento vertical: com quatro pés niveláveis  
 Resolução do ângulo: 0,1°  
 Dimensões: aprox. 400x400x1400 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 40 kg

**Pêndulo de Foucault (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000748**

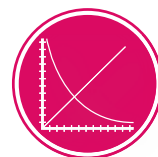
**Pêndulo de Foucault (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000747**



**Representação no sistema de coordenadas fixo da terra do pêndulo de Foucault.**



**Curva de medição registrada na latitude geográfica  $\Psi = 50^\circ$**



UE1050250  
 PDF online

### Temas para experiências:

- Vibrações de torção livres em diferentes amortecimentos (queda na oscilação com amortecimento moderado, oscilação aperiódica e queda aperiódica da limitação)
- Oscilações forçadas e suas curvas de ressonância em vários tipos de amortecimentos
- Transição física entre estimulador e ressonador em queda de ressonância
- Oscilações caóticas

### Fonte de alimentação 24 V, 700 mA

Aparelho de alimentação na rede elétrica para a alimentação do motor elétrico no pêndulo segundo Pohl (P-1002956). Com cabo e dois conectores de segurança no lado secundário.

Tensão de saída: 24 V, 0,7 A

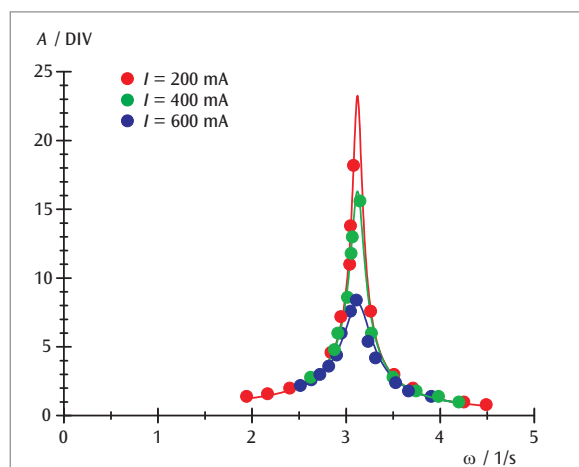
Comprimento do cabo: aprox. 1 m

### Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)

P-1000681

### Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)

P-1000680



Curvas de ressonância em diferentes reduções

### Pêndulo de torção segundo Pohl

Pêndulo de torção para análise de oscilações livres, forçadas e caóticas em diferentes tipos de amortecimento. Com anel de escala fendado e indicadores no ressonador e no excitador. Inclui motor elétrico montado em placa básica. O sistema oscilatório é composto de uma roda feita de cobre, com esferas, que está ligada por uma mola às hastes de acionamento. Para a produção de oscilações forçadas encontra-se um motor elétrico cujo número de rotações pode ser ajustado de modo grosseiro ou fino, acoplado por um roto-orbital. Para o amortecimento é utilizado um freio de correntes parasitas. O aparelho pode ser aplicado também na demonstração para a projeção de sombras.

Frequência própria:

aprox. 0,5 Hz.

Frequência do estimulador:

0 – 1,3 Hz (ajustagem sem escalonamentos)

Conexões:

conectores de segurança de 4 mm

Motor:

máx. 24 V AC/DC, 0,7 A

Freio de corrente parasita:

0 – 2 A DC, 20 V

Anel graduado:

300 mm Ø

Dimensões:

aprox. 400x140x270 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 4 kg

P-1002956

### Exigência complementar:

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

P-1000681 Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)

ou

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

P-1000680 Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)

P-1003369 Cronômetro mecânico 15 min

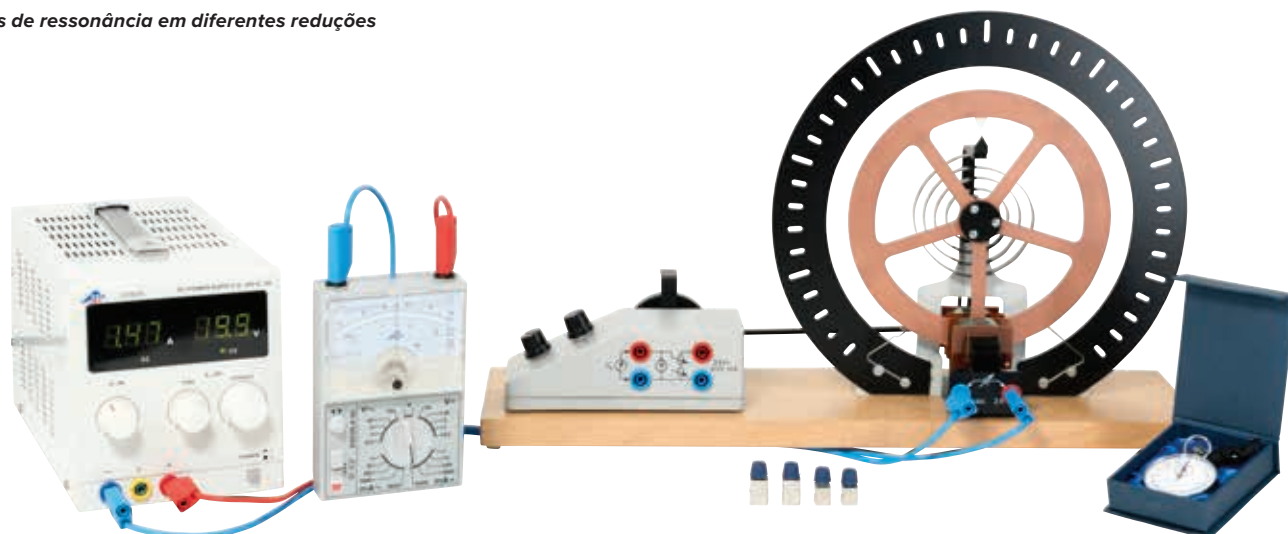
P-1013526 Multímetro analógico Escola 30

Cabos para experiência



UE1050550

PDF online



### Temas para experiências:

- Vibração de torção
- Determinação de momentos de inércia com o método de oscilação
- Momentos de inércia de vários corpos geométricos
- Teorema de Steiner

### Eixo de torção

Robusto eixo giratório para a pesquisa de oscilações rotativas e para a determinação de momentos de inércia de diversos corpos experimentais a partir da duração da oscilação. Com manivela de rolamentos, mola caracol de alta qualidade e barra de suporte. Peças de massa deslocáveis sobre uma barra transversal fina e um disco circular com uma perfuração central e oito perfurações excêntricas para experiências para a determinação dos momentos de inércia em eixos de rotação excêntrica para a comprovação do teorema de Steiner.

Momento de referência da mola: 0,028 Nm/rad  
Altura do eixo de torção: aprox. 200 mm

#### Barra transversal:

Comprimento: 620 mm  
Massa: 135 g  
Peças de peso: 260 g cada

#### Disco circular:

Diâmetro: 320 mm  
Massa: 495 g  
Orifícios: 8  
Distância da perfuração: 20 mm

**P-1008662**

#### Exigência complementar:

**P-1002836** Pé de apoio, 3 pernas, 185 mm

#### Recomendação suplementar:

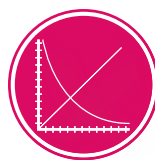
**P-1002811** Cronômetro digital

**P-1003104** Dinamômetro de precisão 1 N

**P-1008663** Conjunto de corpos de amostra para o eixo de torção

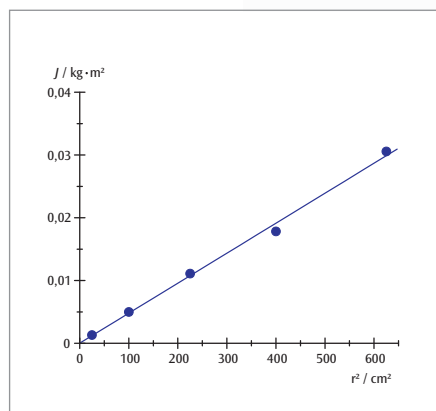


**Momento de inércia  $J$  dos corpos de massa em dependência do quadrado da distância  $r$  das massas**



UE1040205

PDF online



**P-1008663**



### Conjunto de corpos de amostra para o eixo de torção

Acessório para eixo de torção (P-1008662) para a demonstração da dependência do momento de inércia da distribuição de massa no eixo de rotação. Constando de dois cilindros com massa quase idêntica, porém com uma distribuição de massa diferente, um prato de recepção para os cilindros, um disco de madeira e uma esfera de madeira.

**P-1008663**

#### Cilindro oco (metal):

Diâmetro externo: 90 mm  
Altura: 90 mm  
Massa: aprox. 425 g

#### Cilindro maciço (madeira):

Diâmetro: 90 mm  
Altura: 90 mm  
Massa: aprox. 425 g

#### Prato de recepção:

Diâmetro: 100 mm  
Massa: aprox. 122 g

#### Disco de madeira:

Diâmetro: 220 mm  
Altura: 15 mm  
Massa: aprox. 425 g

#### Momento:

de inércia: 0,51 kgm²

#### Esfera de madeira:

Diâmetro: 146 mm  
Massa: aprox. 1190 g

#### Momento

de inércia: 0,51 kgm²



#### Copo de Arquimedes

Copo com arco e gancho, bem como cilindro de encaixe perfeito com ilhó para comprovação do princípio de Arquimedes.

Diâmetro: 30 mm

Altura: 78 mm

**P-1021647**

#### Recomendação suplementar:

**P-1021824** Balança de travessão com ponte metálica



**P-11021824**

#### Comprovação do princípio de Arquimedes da flutuabilidade em líquidos



#### Conjunto de 5 corpos de densidade

Conjunto de aparelhos de cinco paralelepípedos de diferentes materiais e um corpo transparente de dimensões idênticas para a comprovação do princípio de Arquimedes. Os paralelepípedos estão equipados de perfurações de 2 mm para serem pendurados.

Materiais: madeira, alumínio, ferro, latão, cobre

Dimensões de um paralelepípedo: aprox. 10x20x45 mm<sup>3</sup>

**P-1000768**

#### Exigência complementar:

**P-1003104** Dinamômetro de precisão 1 N



#### Mergulhador cartesiano

Para a demonstração da flutuação, do boiar, da sustentação e do afundamento de um corpo na água. Figurinha oca de vidro transparente com uma fina abertura. A figurinha boia num recipiente cheio de água e pode ser levada a afundar, a boiar ou emergir por uma pequena pressão na capa de borracha. A capinha de borracha é adaptada para um diâmetro de garrafa de aprox. 30 a 40 mm, como por ex., o cilindro de pé (P-1002867).

#### Fornecimento:

1 mergulhador cartesiano

1 capa de borracha

**P-1002867**

#### Exigência complementar:

**P-1002871** Cilindro de pé, não graduado



#### Aparelho de flutuação

Aparelho para a comprovação da pressão de flutuação dos líquidos. Consistindo num tubo de vidro limado em plano com um disco de plástico com revestimento de borracha como placa base, na qual uma longa corda está amarrada. Se o tubo hermeticamente fechado pela placa base é imerso na água e solta-se a corda, então a placa base não cai, já que por causa da pressão do líquido ela é prensada contra o tubo de vidro.

Tubo de vidro: 200x28 mm Ø

Disco de metal: 2x42 mm Ø

Comprimento da corda: aprox. 35 cm

**P-1000791**

Jogo de 3 cilindros, de mesmo volume

Conjunto de três cilindros com o mesmo volume e massas diferentes. Todos com gancho.

Materiais: Alumínio, ferro, latão  
Dimensões de um cilindro: aprox. 40 mm x 20 mm Ø  
**P-1000752**

Recomendação suplementar:  
**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
**P-1002870** Cilindro de medição, 100 ml



P-1000752

Jogo de 3 cilindros, de mesma massa

Conjunto de três cilindros de massas idênticas e diferentes volumes. Todos com gancho.

Materiais: Alumínio, ferro, latão  
Massa de um cilindro: 100 g  
**P-1000754**

Recomendação suplementar:  
**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
**P-1002870** Cilindro de medição, 100 ml



P-1000754

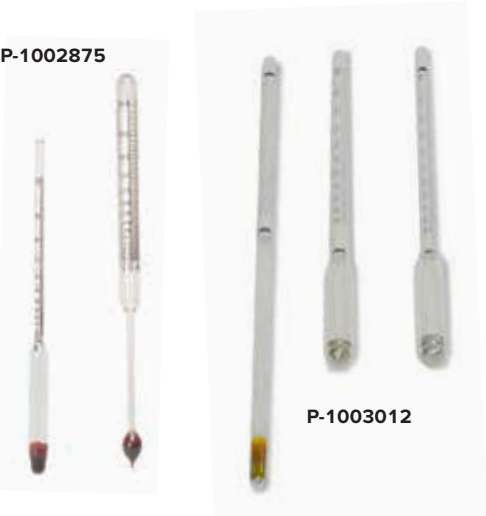
P-1002952  
P-1002955

Conjunto paradoxo da densidade

Dois cilindros de matéria plástica com uma densidade próxima da densidade da água. Coloca-se o primeiro na água quente, este afundará e logo virá a boiar na superfície após pouco tempo. Coloca-se o segundo contrariamente na água gelada, ele bóia primeiro e logo afunda até o fundo. A razão deste comportamento está no fato que a densidade do plástico se altera mais rapidamente com o aquecimento ou com o resfriamento do que a densidade da água.

**P-1003498**

Recomendação suplementar:  
**2 copos de vidro do P-1002872** Jogo de 10 copos



P-1002875

P-1003012

P-1002874



Conjunto de 3 areômetros para a densidade

Para a determinação da densidade de líquidos em g/ml a uma temperatura de referência de 20°C / 68° F. Sem termômetro, em recipiente de armazenamento.

**P-1003012**

| Área de medição    | Divisão escala | Comprimento |
|--------------------|----------------|-------------|
| 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      |

Corpos de imersão

Corpos de imersão de volume conhecido com ganchos. Em associação com uma balança apto para a determinação da densidade de corpos sólidos e com um dinamômetro para a determinação da pressão deflutuação.

| Nº de cat. | Descrição   |
|------------|-------------|
| P-1002952  | Al, 50 cm³  |
| P-1002953  | Al, 100 cm³ |
| P-1002954  | Fe, 50 cm³  |
| P-1002955  | Fe, 100 cm³ |

Recomendação suplementar:  
**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
ou  
**P-1003107** Dinamômetro de precisão 10 N

Alcoolômetro

Alcoolômetro segundo Gay-Lussac para a determinação do teor em álcool em volumes, % de misturas de etanol e água a uma temperatura de 15° C. Sem termômetro, em recipiente de armazenamento.

Escala: 0 – 100% Vol.  
Divisão: 1%  
Comprimento: 260 mm

**P-1002875**

Areômetro universal

Para a determinação da densidade de líquidos em g/cm³ a uma temperatura de referência de 20° C. Sem termômetro, em recipiente de armazenamento.

Área de medição: 0,7 – 2 g/ml  
Divisão da escala: 0,02 g/ml  
Comprimento: 310 mm

**P-1002876**

Picnômetro segundo Gay-Lussac

Corpo de vidro com tubos capilares graduados para a determinação da densidade dos líquidos.

Volume: 50 ml

**P-1002874**

### Caixa de pressão para a determinação do peso do ar

Caixa de metal hermética com válvula para a comprovação do peso do ar quando comprimido, com válvula de bicicleta para bombear ar. O peso do ar introduzido é determinado por pesagem e logo é determinado o volume pelo método volumétrico comparativo.

Dimensões: aprox. 60x190 mm<sup>2</sup>  
 Massa: aprox. 100 g

**P-1000796**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020859** Balança eletrônica SKX 420 g  
**Bomba de bicicleta**

**P-1000796**



**P-1000766**



### Conjunto de 7 cubos para a determinação da densidade

Conjunto de sete cubos de diferentes materiais para a determinação da densidade por meio de pesagem. Em caixinha de armazenamento.

Materiais: madeira, plástico, alumínio, ferro, cobre, latão, zinco

Comprimento das arestas: 10 mm

**P-1000766**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g

**P-1003519**



### Conjunto de 2 materiais cada um com 4 massas

Dois conjuntos de corpos experimentais de materiais idênticos, porém cada um com quatro massas diferentes para a dedução do conceito de densidade em experiências escolares. Em recipientes de armazenamento.

Materiais: Alumínio, PVC

**P-1003499**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
**P-1002870** Cilindro de medição, 100 ml

### Esfera de pesagem de gás 1000 ml

Esfera de vidro com duas torneiras e conectores de mangueira para a comprovação do peso do ar a partir da diferença de peso entre a esfera cheia e a esfera evacuada.

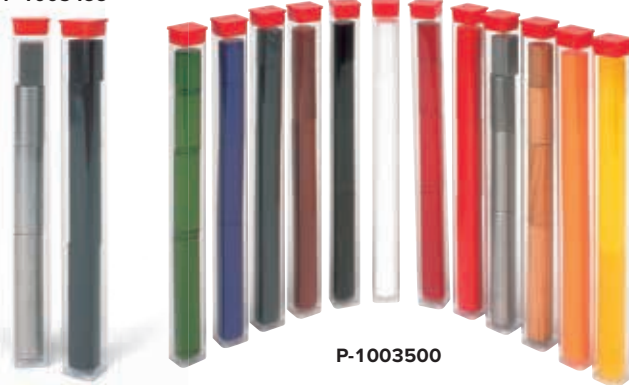
Massa: aprox. 200 g

**P-1003519**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020859** Balança eletrônica SKX 420 g  
**P-1012856** Bomba manual de vácuo

**P-1003499**



**P-1003500**

### Conjunto de 12 materiais cada um com 4 massas

Doze conjuntos de corpos experimentais de materiais idênticos, porém cada um com quatro massas diferentes para a dedução do conceito de densidade em experiências escolares. Em recipientes de armazenamento.

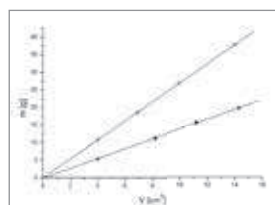
Materiais: Madeira, propileno, poliamida, acrílico (2 cores), poliuretano, fenol, PVC (3 cores) teflon e alumínio  
 Dimensões: aprox. 25 / 35 / 50 / 70 mm x 16 mm Ø

**P-1003500**

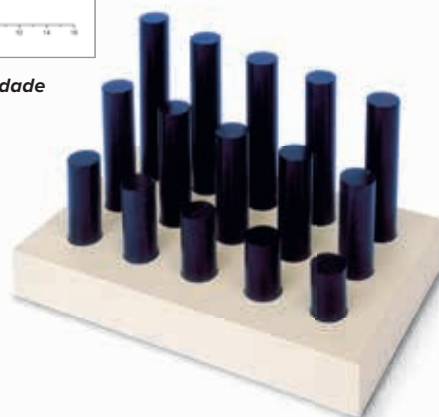
#### Recomendação suplementar:

**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
**P-1002870** Cilindro de medição, 100 ml

*Determinar a densidade de alumínio e PVC*



*Determinar a densidade de alumínio e PVC*



### Conjunto de 15 materiais com 2 densidades

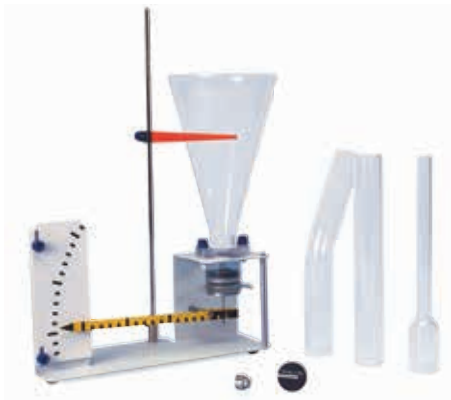
Conjunto de 15 corpos experimentais de diferentes massas de dois materiais de aspecto idêntico para a dedução do conceito de densidade em experiências escolares. Em tabuleiro de armazenamento.

Materiais: De plástico com densidades de 1,41 g/cm<sup>3</sup> e 1,15 g/cm<sup>3</sup>

**P-1003501**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020860** Balança eletrônica SKX 620 g  
**P-1002870** Cilindro de medição, 100 ml



#### Aparado para medir a pressão sobre o solo

Para a representação do paradoxo hidrostático e para a medição quantitativa da pressão sobre o solo. A pressão do solo é medida através da deformação de uma membrana e, com a ajuda do dispositivo de elevação, mostrada em forma ampliada. Há a possibilidade de a compensação para medições comparativas. Inclui quatro acessórios de vidro, de formas diferentes, para serem colocados sobre o recipiente.

Altura dos acessórios de vidro: 220 mm  
Diâmetro inferior do tubo: 22 mm  
Altura total: aprox. 350 mm  
Superfície da placa de base: aprox. 260x110 mm<sup>2</sup>  
Massa: aprox. 0,8 kg

**P-1002957**



#### Esfera de Pascal

Recipiente de vidro com pistões deslocáveis para a demonstração da distribuição homogênea em todas as direções da pressão nos líquidos através da observação dos jatos de água expelidos sob pressão.

Comprimento total: aprox. 350 mm  
Diâmetro: aprox. 70 mm

**P-1002892**

#### Manômetro de tubo em U, modelo D

Manômetro de demonstração para a medição da pressão em "coluna de água / cm". Tubo em U, aberto em ambas as extremidades sobre uma placa de fibra de madeira (MDF) com escala.

Comprimento das pernas: 50 cm  
Escala de medição: 0 – 50 cm coluna de água, respectivamente. 0 até 5 kPa

Diâmetro do tubo: 10 mm  
Dimensões: aprox. 200x150x530 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 820 g

**P-1009714**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000793** Corante alimentício azul



#### Balança de pressão

Para a introdução ao conceito de pressão, para a comparação de pressões e para experiências sobre a compressibilidade de gases, como também para a representação de alta e baixa pressão. Duas seringas de precisão de vidro de diferentes volumes com êmbolo polido, num prato de apoio sobre tripé. Incluso 15 pesos em disco para a colocação sobre pistões e barra de armazenamento. Conexão de mangueira entre os êmbolos com pinça para mangueira, seguro para o manuseio do pequeno êmbolo, vara para o armazenamento dos pesos em disco sobre a placa base de alumínio.

Volume das seringas: 10 ml e 50 ml  
Relação da média dos êmbolos: 10:3  
Relação das massas dos êmbolos e do prato de apoio: 10:3  
Massa dos pesos: aprox. 400 mN  
Dimensões da placa base: aprox. 140x100 mm<sup>2</sup>

**P-1002653**



#### Plataforma elevatória/hidráulico-pneumática

Conjunto completo de aparelhos para experiências de demonstração e práticas. Para a pesquisa da transferência pneumática ou hidráulica de força, a relação entre força, superfície e pressão assim como para prática da lei de Boyle. Num tripé robusto é inserido um cilindro de matéria plástica com um êmbolo (volume de 60 cm<sup>3</sup>). A plataforma elevatória é instalada sobre o êmbolo. Por meio de um sistema de mangueiras com válvulas e 4 bombas manuais simples de diferentes volumes pode-se exercer pressões de intensidades diversas sobre o êmbolo. No fornecimento está incluso uma mangueira de conexão de um sensor de pressão para a coleção de medições com um registrador de dados.

Dimensões: aprox. 140 mm Ø x 190 mm  
Volume da bomba: 3 cm<sup>3</sup>, 6 cm<sup>3</sup>, 12 cm<sup>3</sup>, 20 cm<sup>3</sup>

**P-1003495**

#### Manômetro de tubo em U, modelo S

Manômetro para a medição de pressão na faixa de 0 a 10 hPa (coluna de água em cm). Tubo em U aberto em ambas as extremidades com recipiente de derramamento sobre uma placa de suporte de alumínio com escala. Com vara de apoio nas costas para a fixação no equipamento de apoio.

Comprimento das pernas: 200 mm  
Vara de apoio: 33 mm x 10 mm Ø  
Placa suporte: aprox. 210x70 mm<sup>2</sup>  
Massa: aprox. 80 g

**P-1000792**

#### Exigência complementar:

**P-1000793** Corante alimentício azul

#### Recomendação suplementar:

**P-1002622** Mangueira de silicone, 1 m





#### Vasos comunicantes

Quatro tubos de vidro verticais de diferentes formas conectados por um tubo vidro horizontal demonstram que o nível do líquido permanece o mesmo independentemente do formato do recipiente.

Altura: aprox. 195 mm

**P-1003509**



#### Recipiente de saída, metal

Cilindro de metal robusto com três saídas em diferentes alturas para a análise da dependência da pressão hidrostática da profundidade da água através da observação dos jatos de água saindo embaixo de pressão.

Altura: aprox. 430 mm

Diâmetro: aprox. 125 mm

**P-1009715**



#### Recipiente de nível com dois tubos de vidro

Para a demonstração dos vasos comunicantes. Cilindro de vidro com dois orifícios e aparafusamentos GL. Inclui três tubos de vidro de formas diferentes.

Altura:

aprox. 220 mm

**P-1002891**



#### O copo de Pitágoras

Pitágoras é conhecido hoje acima de tudo pelo seu teorema  $a^2 + b^2 = c^2$ . Isto não faz jus a este grande pensador que se ocupou com religião, com a natureza da alma e com a harmonia do cosmos. Para ensinar aos seus discípulos a virtude da moderação, ele inventou o copo que leva o seu nome. Quando o copo é preenchido com vinho ou água até uma determinada medida, o líquido fica no copo. Mas se o copo for preenchido além deste ponto, todo o líquido escorre por um buraco no fundo do copo, esvaziando-o. O nosso copo de Pitágoras é fabricado de vidro soprado a boca. O segredo de sua produção é um sifão colocado no meio do copo. Ideal para esclarecer o princípio de um sifão utilizando esta ilustração histórica.

Altura: aprox. 250 mm

Diâmetro do copo: aprox. 80 mm

**P-1002904**

#### Corante alimentício azul (sem foto)

Corante em pó em garrafa para o preparo de 30 ml de solução corante para a coloração de água em experiências de demonstração. Uma gota da solução basta para a coloração de 50 ml de água.

**P-1000793**



#### Aparelho para o efeito capilar

Através de um tubo de vidro horizontal com tubos capilares de diferentes diâmetros ligados com um reservatório de água. A água sobe mais alto com a menor o diâmetro do tubo, devido a que a pressão capilar aumenta.

Diâmetro interior do tubo capilar:

2,0 mm, 1,5 mm, 1,0 mm e 0,5 mm

Altura:

aprox. 165 mm

**P-1003510**



#### Recipiente em forma de cunha

Recipiente em forma de cunha de acrílico transparente para a demonstração da tensão de superfície dos líquidos assim como a visualização da forças capilares.

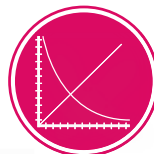
Comprimento:

100 mm

**P-1000794**

### Medições de viscosidade em

- Óleos leves, óleos de máquinas, petróleo, gasolina, Diesel (óleos minerais e combustíveis)
- Soluções de plástico, soluções de resina, soluções de cola, dispersões de látex (química de polímeros)
- Tintas de impressão, vernizes, vernizes de água, Tintas (cores e vernizes)
- Emulsões, suspensões, soluções, extratos (cosmética / farmacêutica)
- Emulsões, dispersões (Indústria do papel)
- Detergente líquido, detergente para louça, soluções tenso-ativas (detergentes)
- Mel, sucos de fruta, cerveja, leite (indústria alimentícia)
- Gases e mistura de gases



UE1080350

PDF online



### Anel para a tensão de superfície

Anel de alumínio com lâmina para a determinação da tensão de superfície de líquidos. Com ganchos e três linhas para suspensão num dinamômetro.

Diâmetro: 60 mm  
Massa: aprox. 5 g

**P-1000797**

### Exigência complementar:

**P-1002941 Laborboy**  
**P-1003102 Potenciômetro 0,1 N**  
**P-1002872 Copo, 600 ml**  
**Material de suporte**



### Glicerina

250 ml de glicerina em solução aquosa para experiências com viscosidade.  
Em garrafa de vidro  
Concentração: 85%

**P-1007027**



**P-1008654**  
**P-1008653**

**P-1012827**

### Viscosímetro de queda livre (esfera)

Viscosímetro de queda livre segundo Höppler para medições simples, mais precisas, da viscosidade dinâmica de líquidos newtonianos permeáveis à luz. A esfera roda e desliza num tubo de medição cilíndrico inclinado, que está recheado com o líquido para ser analisado. A viscosidade procurada, medida em mPa resulta de imediato do tempo da queda, que a esfera precisa para percorrer uma distância bem definida no tubo de medição. Seguidamente o tubo de medição pode ser virado 'de cabeça para baixo', para medir adicionalmente o tempo de retorno da esfera. O tubo de medição encontra-se num banho de água, que pode ser cheio com água temperada para a medição da viscosidade em dependência da temperatura.

### Fornecimento:

Viscosímetro de queda livre com 6 esferas e 1 instrução para esferas  
Termômetro 0 – 100° C Conjunto para limpeza. Folha de comprovação com indicação precisa das constantes de esfera K e a densidade  $\rho$  para a conversão do tempo de queda dentro da viscosidade.

### Dados técnicos:

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Faixa de medição:                    | 0,5 mPa s até $7 \cdot 10^4$ mPa s (segundo DIN 53015) $> 7 \cdot 10^4$ mPa s (para tempos de percurso da esfera $> 300$ s) |
| Precisão de medição                  | 0,5 até 2%<br>(dependendo da esfera utilizada)  |
| Esferas:                             | #1, #2: vidro borossilicato<br>#3, #4: Ni-ferro<br>#5, #6: aço  |
| Diâmetro de esfera:                  | 11,00 até 15,81 mm  |
| Diâmetro do tubo de medição:         | 15,95 mm  |
| Tempo de percurso da esfera:         | 30 até 450 s  |
| Comprimento da distância de medição: | 100 mm em ambas as direções do percurso   |
| Ângulo de trabalho:                  | 10° para a vertical   |
| Ângulo de trabalho adicional         | 70°, 60°, 50° para a horizontal   |
| Volume de enchimento:                | 40 ml   |
| Faixa de temperatura permitida:      | -60°C até +150°C  |
| Dimensões:                           | aprox. 180x220x330 mm <sup>3</sup>  |
| Massa:                               | aprox. 3,1 kg   |

**P-1012827**

### Exigência complementar:

**P-1002811 Cronômetro digital**

### Recomendação suplementar:

**P-1002622 Mangueira de silicone (2x)**

**P-1008654 Termostato de circulação e banho (230 V, 50/60 Hz)**  
ou

**P-1008653 Termostato de circulação e banho (115 V, 50/60 Hz)**

#### Temas para experiências:

- Deformação elástica de hastes planas
- Determinação do módulo de elasticidade

#### Temas para experiências:

- Torsão de hastes circulares
- Determinação do módulo de cisalhamento



#### Vantagens

- A linha característica de carga do medidor não precisa ser considerada
- As medições são possíveis em amostras apoiadas em ambos os lados e tensionadas em um dos lados



#### Aparagem de medição módulo de elasticidade

Aparagem de medição para análise da deformação elástica de hastes com geometria plana e para determinação do módulo de elasticidade. Com unidade de medidor para determinação da deformação em amostras de material condutor elétrico. A unidade do medidor é conectada eletricamente à amostra de material de forma que a colocação da ponta de medição sobre a amostra do material é determinada sensivelmente e indicada com auxílio de dois LEDs. A deflexão da amostra de material com peso suspenso é medida com precisão de leitura de 0,01 mm e, a partir dela, o módulo de elasticidade é determinado.

Bateria para a unidade do medidor: 9 V, 6F22  
Dimensões: aprox. 550x280x500 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 5,5 kg

#### Fornecimento:

- 6 hastes planas de aço (l: 15 mm, c: 200 / 300 / 400 mm, e: 2 / 3 mm)
- 1 unidade de medidor
- 1 travessão horizontal com suporte
- 2 suportes
- 1 bloco de aperto
- 1 conjunto de pesos e grampos de suporte

**P-1018527**

#### Conjunto de extensão módulo de elasticidade (sem foto)

Conjunto de hastes planas com os comprimentos efetivos 200, 300 e 400 mm, bem como as larguras 10 e 20 mm para medição da deformação elástica e do módulo de elasticidade com o conjunto de aparelhos módulo de elasticidade (P-1018527).

#### Fornecimento:

- 12 hastes planas de aço (espessura: 2 / 3 mm)
- 6 hastes planas de alumínio (espessura: 3 mm)

**P-1018528**



#### Vantagens

- Montagem simples, operação simples
- Possibilidade de medições estáticas e dinâmicas sem modificações trabalhosas



#### Aparelho de torsão

Aparagem de medição para análise da torsão de hastes com geometria redonda e para determinação da grandeza de referência e do módulo de cisalhamento. Com disco de escala para medição do ângulo de torsão e disco de pêndulo para transferência das forças de torsão para amostras de material fixadas em medição estática, bem como para determinação do momento de inércia em medição dinâmica. A duração da oscilação é medida eletronicamente, no caso dinâmico, com auxílio de uma fotocélula. A partir dos valores medidos, são determinados grandeza de referência e módulo de cisalhamento.

Dimensões: aprox. 570x300x300 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 2,3 kg

#### Fornecimento:

- 1 haste redonda de aço (d: 2 mm, c: 500 mm)
- 1 aparelho base de torção
- 1 placa de suporte para fotocélula (P-1000563)

**P-1018550**

#### Exigência complementar:

**P-1003370** Dinamômetro, código de cores, 2,5 N

**P-1003371** Dinamômetro, código de cores, 5 N

**P-1000563** Fotocélula

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

ou

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

#### Conjunto de extensão do aparelho de torsão (sem foto)

Conjunto de hastes redondas para o aparelho de torsão (P-1018550).

#### Fornecimento:

- 1 haste redonda de aço (d: 2 mm, c: 300 mm)
- 6 hastes redondas de latão, cobre, alumínio (d: 2 mm, c: 300 / 500 mm)
- 2 hastes redondas de alumínio (d: 3 / 4 mm, c: 500 mm)

**P-1018787**



#### **Câmara de vácuo com bomba manual**

Câmara de vácuo em conta, transparente de material plástico para experiências fundamentais para a depressão. Com a bomba manual, válvula de ventilação e manômetro integrados à placa base para a medição da depressão até 330 hPa.

Dimensões: aprox. 200 mm Ø x 250 mm

**P-1010126**

#### **Recomendação suplementar:**

**P-1010125** Conjunto de 100 balões aerostáticos



#### **Conjunto de 100 balões aerostáticos**

Conjunto de 100 balões aerostáticos para a utilização dentro da câmara de vácuo com bomba manual.

**P-1010125**



#### **Hemisfério de Magdeburgo**

Para a demonstração da experiência histórica de Guericke sobre o efeito da pressão do ar atmosférico. Dois hemisférios de matéria plástica com alças e anel de vedação embutido de borracha podem ser montados de forma hermética. Um dos hemisférios está equipado com uma torneira e uma conexão para a mangueira. Mangueira incluída.

Conexão ao vácuo: 8 mm

Diâmetro: aprox. 120 mm

Comprimento da mangueira: aprox. 110 mm

**P-1003208**

#### **Exigência complementar:**

**P-1012856** Bomba manual de vácuo



#### **Placas de Magdeburgo**

Conjunto de aparelhos para a demonstração da experiência histórica de Guericke sobre o efeito da pressão do ar atmosférico em experiências práticas e demonstrativas. Inclui conexão de mangueira, uma bomba manual simples e conexões de mangueira com válvulas unidirecionais integradas. Duas placas de acrílico transparente com punhos podem ser montadas para vácuo relativo. Para vedação encontram-se três anéis de vedação, pelo que é possível pesquisar a dependência da ação da força da superfície de contato.

Placas de acrílico

transparente: aprox. 13x105 mm Ø

Anéis de vedação: aprox. 65 mm, 80 mm, 100 mm Ø

**P-1003496**

### Câmara de vácuo

Câmara de vácuo de vidro com alça para segurar e rebordo polido visando a montagem do prato para ensaio de vácuo (P-1003166).

Diâmetro interno: aprox. 190 mm  
Altura total: aprox. 220 mm

**P-1020809**



### Campainha elétrica

Para a demonstração de aparelhos que operam com eletromagnetismo e para a comprovação da interrupção da propagação do som no vácuo ( $< 1$  mbar).

Alimentação elétrica: 6 V AC  
Dimensões: aprox. 100x95x50 mm<sup>3</sup>

**P-1003170**

### Exigência complementar:

**Recipiente de vácuo**

**Bomba de vácuo**

**P-1003316** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003315** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A  
(115 V, 50/60 Hz)



### Prato para ensaio de vácuo

Para a montagem de um recipiente de vácuo associado com a câmara de vácuo (P-1020809) em experimentos no campo do vácuo aproximado e de precisão. Inclui transmissor de corrente de dois pólos com aproximadamente 1 m de cabo com conectores e segurança de 4 e com perfuração mediana com passo de parafuso M12 para a fixação de aparelhos experimentais.

Diâmetro: aprox. 250 mm  
Altura: aprox. 90 mm  
Dados elétricos  
limites: máx. 48 V, máx. 12 A  
Conexão ao vácuo: 2 mangueiras de 12 mm e 8 mm Ø

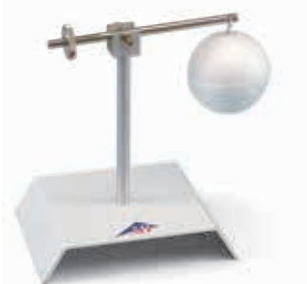
**P-1003166**

### Exigência complementar:

**P-1020809** Câmara de vácuo

**P-1003317** Bomba de vácuo de palheta rotatória, dois níveis

**P-1002619** Mangueira de vácuo 8 mm



### Balança de sustentação

Balança de travessão sobre base com bola de isopor pendurada e contra-peso ajustável para a comprovação da pressão de flutuação de um corpo sob pressão atmosférica do ar. Montar a balança de dois pratos sobre a base com uma bola de isopor num dos lados e contra-peso ajustável do outro lado.

Bola de isopor: 50 mm Ø  
Base: aprox. 120x90 mm<sup>2</sup>  
Altura: aprox. 125 mm

**P-1003169**

### Exigência complementar:

**Recipiente de vácuo**

**Bomba de vácuo**

### Recipiente de Vácuo

Recipiente de vácuo, de vidro acrílico para experiências na faixa de vácuo aproximativo e fino. Consiste de uma placa de base e cilindro de vácuo com válvula de ventilação, manômetro, torneira de sucção, travessias para contatos e anel de borracha.

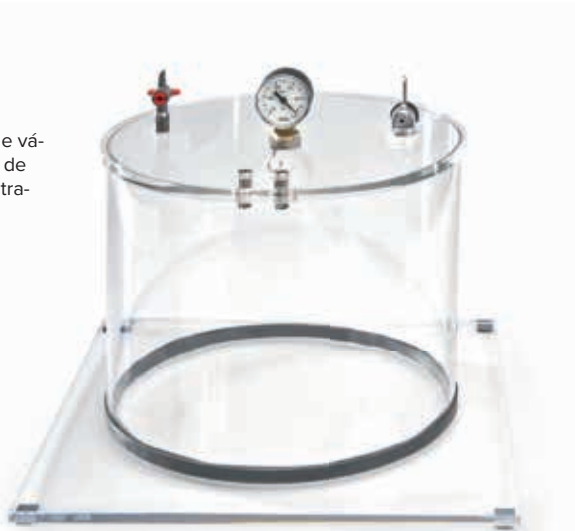
Volume: aprox. 9 l  
Taxa de vazamento:  $< 0,5$  mbar/h  
Placa base: aprox. 320x320x10 mm<sup>3</sup>  
Cilindro de vácuo: aprox. 200x240 mm Ø  
Grossura da parede: 5 mm  
Massa: aprox. 2,9 kg

**P-1009943**

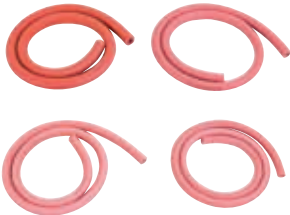
### Exigência complementar:

**P-1012831** Mangueira de vácuo 4 mm

**P-1003317** Bomba de vácuo de palheta rotatória, dois níveis



|                         | P-1012831    | P-1012830    | P-1002619    | P-1002620    |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Comprimento             | 1 m          | 1 m          | 1 m          | 1 m          |
| Diâmetro interno        | 4 mm         | 6 mm         | 8 mm         | 10 mm        |
| Espessura das paredes   | 4 mm         | 4 mm         | 5 mm         | 5 mm         |
| Temperatura de trabalho | -30° – + 85° | -30° – + 85° | -30° – + 85° | -30° – + 85° |



**Mangueiras de vácuo**  
Mangueiras de vácuo de borracha natural conforme a DIN 12865. Cor vermelha.



**Bomba de vácuo de pistão**  
Robusta bomba de duplo pistão para experiências com vácuo que não requer mais de 400 hPa. Tanto no movimento ascendente como no movimento descendente do êmbolo o ar é aspirado do recipiente. Vara de bombeio com punho para pegar e estribo de pé maciço. Inclui mangueira de vácuo de Ø 5 mm.  
Pressão final: 400 hPa  
Conexão da mangueira: 5 mm Ø  
Dimensões: aprox. 160x235x560 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,7 kg  
**P-1000798**



**Bomba manual de vácuo**  
Bomba de ar mecânica, simples, para o enchimento e para a evacuação de pequenos recipientes com alça ergonômica, manômetro giratório de 360°, válvula de ventilação, duas mangueiras (longa e curta) e seis adaptadores para a conexão.  
Manômetro: -980 hPa – 4000 hPa  
Conexão da mangueira: 8,5 mm Ø  
Mangueira: 850 mm x 6,5 mm Øinterior  
65 mm x 4,5 mm Øinterior  
Dimensões: aprox. 180x60x260 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,3 kg  
**P-1012856**



**Bomba de vácuo de palheta rotatória, um nível**  
Bomba de vácuo de palheta rotatória, alto desempenho de um nível. Bomba de palheta rotatória compacta selada a óleo para experiências com vácuo. Com proteção contra superaquecimento, punho, válvula de ventilação, manômetro e bocal de mangueira. Inclui bomba de óleo.  
Capacidade de sucção: 100 l/min  
Pressão final: 0,05 hPa  
Potência do motor: 245 W  
Manômetro: 0 – 1000 hPa  
Bocal de mangueira: 10 mm Ø  
Fonte de alimentação: 115 V ó 230 V, 50/60 Hz  
Dimensões: aprox. 318x124x240 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 8 kg  
**P-1012855**



**Bomba de vácuo de palheta rotatória, dois níveis**  
Bomba de vácuo de palheta rotatória, alto desempenho de dois níveis. Bomba de palheta rotatória compacta selada a óleo para experiências com vácuo. Com proteção contra superaquecimento, punho, válvula de ventilação, manômetro e bocal de mangueira. Inclui bomba de óleo.  
Capacidade de sucção: 100 l/min  
Pressão final: 0,003 hPa  
Potência do motor: 245 W  
Manômetro: 0 – 1000 hPa  
Bocal de mangueira: 10 mm Ø  
Fonte de alimentação: 115 V ó 230 V, 50/60 Hz  
Dimensões: aprox. 335x138x250 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 11 kg  
**P-1003317**



**A. Válvula dosadora DN 16 KF**  
Ajustável com parafuso micrométrico.  
Conexão: DN 16 KF  
**P-1018822**



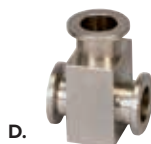
**B. Torneira esférica manual de dois modos DN 16 KF**  
Conexões: DN 16 KF  
Comprimento: 100 mm  
**P-1002923**



**C. Cruzeta DN 16 KF**  
Conexões: DN 16 KF  
Dimensões: 80x44 mm<sup>2</sup>  
**P-1002924**

**D. Peça em T DN 16 KF**  
Conexões: DN 16 KF  
Dimensões: 50x44 mm<sup>2</sup>  
**P-1002925**

**E. Flange de adaptação DN 16 KF / NS 19/26**  
Conexão de transição para o conector de componentes com polimento de superfície, como por exemplo, os tubos de descarga de gases (P-1002905), com sistemas KF.  
Conexão: DN 16 KF  
Núcleo: 19/26 NS  
Comprimento: 40 mm  
**P-1002929**



**F. Flange de adaptação DN 16 KF / Eixo 12 mm**  
Conexão de transição para o conector de uma mangueira de vácuo em sistemas KF.  
Conexão: DN 16 KF  
Conexão de mangueira: 12 mm  
Comprimento: 40 mm  
**P-1002928**



**G. Válvula de ventilação DN 16 KF**  
Conexões: DN 16 KF  
Dimensões: 36x26 mm Ø  
**P-1002926**



**H. Flange cega DN 16 KF**  
Conexões: DN 16 KF  
**P-1002927**



#### Bomba de vácuo de palheta rotatória P 4 Z

Bomba de vácuo de palheta rotatória compacta, com alto poder de sucção em dois níveis. A válvula de distribuição rotativa e o rolamento são lubrificados automaticamente com um óleo de pressão otimizado que melhora a pressão final alcançada das bombas de vácuo, estabiliza a temperatura da bomba e aumenta a durabilidade. Propulsão direta com transmissão elástica. Boa resistência a ataques químicos e alta resistência ao vapor de água. Um dispositivo adequado impede que o óleo volte a subir e suje o recipiente. Pouco peso e barulho. Operação permanente graças à tecnologia de ponta. Bomba completamente operacional com preenchimento de óleo, anel de centragem, anel de tensão, interruptor de proteção do motor, interruptor de corrente de rede e cabo de conexão com unidade de alimentação em rede.

Conector: DN 16 KF  
Capacidade de absorção (Pneurop): 77/92 l/min a 50/60 Hz  
Pressão final (sem carga gasosa parcial):  $2 \times 10^{-4}$  hPa  
Pressão final (com carga gasosa total):  $1 \times 10^{-2}$  hPa  
Resistência ao vapor de água: 40 hPa  
Potência do motor: 200 W  
Preenchimento óleo: 530 ml  
Fonte de alimentação: 100 / 115 / 230 V, 50/60 Hz  
Dimensões: aprox. 415x150x235 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 17,5 kg

**P-1002919**



**Anel de tensão DN 10/16 KF**  
Anel de tensão para a conexão mecânica segura com elementos KF.  
Conexão: DN 16 KF  
**P-1002930**

**Anel de centragem externa KF DN 10/16 KF**  
Vedação de borracha para conexões KF.  
**P-1002931**



#### Medidor de vácuo Pirani

Aparelho de mesa fácil de programação para a medição e ajuste em áreas aproximadas e precisas de vácuo equipado com sensor de pressão Pirani e teclado de disposição clara. Sensor de medição, condutor de medição (2,5 m) e cabo da rede estão incluídos no fornecimento.

Conexão para vácuo: DN 16 KF  
Área de medição: 1100 – 0,001 hPa  
Insegurança na medição: < 20% do valor indicado  
Indicador: indicador digital LED em mbar, Pa, psi, torr  
Altura das cifras: 10 mm  
Leitura: 5 por s  
Interruptor de valor limiar: 2x 230 V, 2 A, ajustagem independente  
Exatidão/histerese:  $\pm 1$  dígito  
Sobrecarga permitida: 2 bar absoluto  
Conexão do vácuo: DN 16 KF  
Recepção da potência: máx. 15 W  
Fonte de alimentação: 100 / 115 / 230 V, 50/60 Hz  
Dimensões: aprox. 90x120x90 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,9 kg

**P-1012514**

### O bocal de jato (fluxo laminado)

Turbina de ar para a criação de uma corrente de ar quase laminada, por exemplo, em experiências com o conjunto de corpos de resistência e de flutuação ou em experiências com o contragolpe. Sobre haste. A turbina de ar não contém qualquer peça móvel, não produz vibração e é muito leve. Ela amplia a corrente de ar de um soprador associado. Assim, o ar sai da turbina em forma de tubo na área do anel de plástico e se mistura com o ar secundário formando uma corrente de ar total de grande diâmetro.

Inclui mangueira.

Entrada de ar: 33 mm  
Saída de ar: 120 mm  
Dimensões: aprox. 255x150 mm<sup>2</sup>  
Suporte de estante: 10 mm  
Massa: aprox. 350 g

**P-1000758**

### Exigência complementar:

**P-1000606** Gerador de corrente de ar  
(230 V, 50/60 Hz)

OU

**P-1000605** Gerador de corrente de ar  
(115 V, 50/60 Hz)

Material de suporte



**P-1000758**

### Balança de componentes

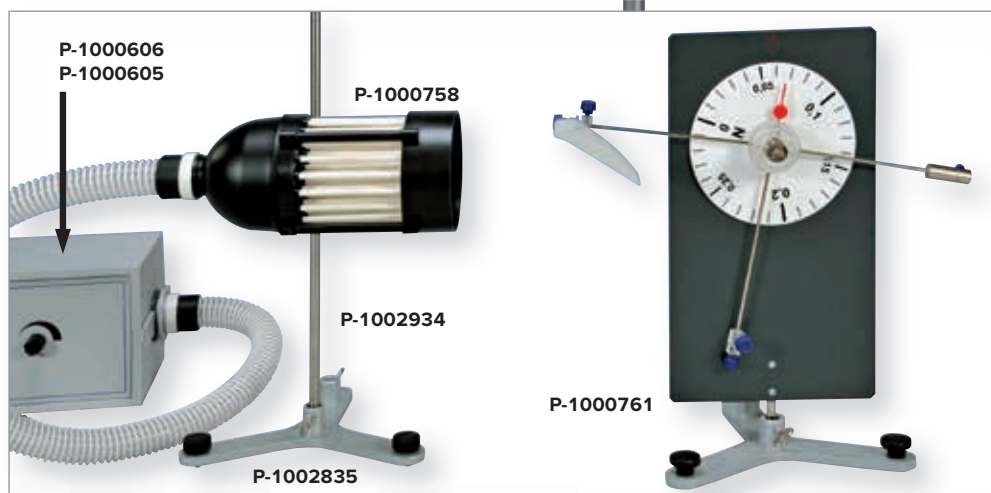
Balança de componentes com dispositivo de apoio para a medição da resistência do ar e da pressão de flutuação em corpos resistivos P-1000760. Sobre palito.

Escala de medição: 0 – 0,3 N  
Diâmetro de escala: 170 mm  
Dimensões: aprox. 350x220 mm<sup>2</sup>  
Diâmetro do eixo: 10 mm  
Massa: aprox. 900 g

**P-1000761**



**P-1000761**



### Gerador de corrente de ar

Soprador com corrente de ar de ajuste contínuo. Inclui mangueira.

Comprimento da mangueira: aprox. 1,5 m  
Recepção de potência: máx. 1100 W  
Dimensões: aprox. 300x180x170 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 4,4 kg

**Gerador de corrente de ar (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1000606**

**Gerador de corrente de ar (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1000605**



### Conjunto corpos resistivos e de pressão de flutuação

Conjunto de 7 modelos de madeira com palito para a medição da pressão de flutuação e da resistência a correntes de diversos corpos em corrente de ar laminar. Inclui bloco de armazenamento.

### Fornecimento:

1 corpo aerodinâmico, liso, l = 120 mm  
1 corpo aerodinâmico, áspero, l = 120 mm  
1 esfera, d = 50 mm  
1 disco circular, d = 47 mm  
1 disco circular, d = 68 mm  
1 corpo semicircular, d = 50 mm  
1 perfil de asa, l = 150 mm

**P-1000760**

### Exigência complementar:

**P-1000758** O bocal de jato (fluxo laminado)

**P-1000761** Balança de componentes



#### Aparelho de linhas de corrente de ar

Para demonstrar testes padrões do fluxo de ar em torno dos corpos de formas diferentes. Os testes padrões do fluxo de ar podem ser projetados sobre a uma tela larga usando um projetor. Duas cordas são presas em um lado em distâncias iguais entre duas placas de vidro. As cordas movem-se de acordo com as correntes de ar entre as duas placas de vidro. Os corpos de formas diferentes podem ser introduzidos na corrente de ar. Os corpos introduzidos podem ser movidos para várias posições na corrente de ar da parte externa. Inclui mangueira.

Dimensões: aprox. 385x310x75 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 3,2 kg

#### Fornecimento:

- 1 aparelho de linhas de correntes de ar
- 1 Corpos circulares
- 1 Corpos retangulares
- 1 Corpos de linhas de correntes
- 1 Perfil de asa
- 2 Corpos de corrente para a representação de um estreitamento
- 1 Mangueira

**P-1000765**

#### Exigência complementar:

**P-1000606** Gerador de corrente de ar (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1000605** Gerador de corrente de ar (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

Retroprojetor



**Quadro típico de corrente de ar**

#### Instrumento laminar do fluxo

Para demonstrar e investigar as propriedades laminares do fluxo da água. O emergente das correntes na água, o fluxo da corrente no exemplo do fluxo reto laminar e o excesso de corpos diferentemente formados podem ser estudados. O fluxo da corrente ao estreitar-se pode também ser demonstrado claramente. Uma parte retangular de papel aveludado é colocada no aparelho que consiste em uma calha superior e mais baixa. Devido às forças capilares, a água da calha superior é extraída para dentro pelo papel. A água flui para baixo no papel aveludado. O fluxo da água no nível superior é marcado com uma tintura em intervalos constantes. Devido à velocidade baixa do fluxo de aprox. 2 mm/s, o desenvolvimento das correntes pode ser observado com a ajuda da tintura. Depois que o papel aveludado é seco, um teste padrão atual permanece, e poderá ser copiado e avaliado.

Dimensões: aprox. 220x140x240 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1 kg

**P-1006784**

#### Fornecimento:

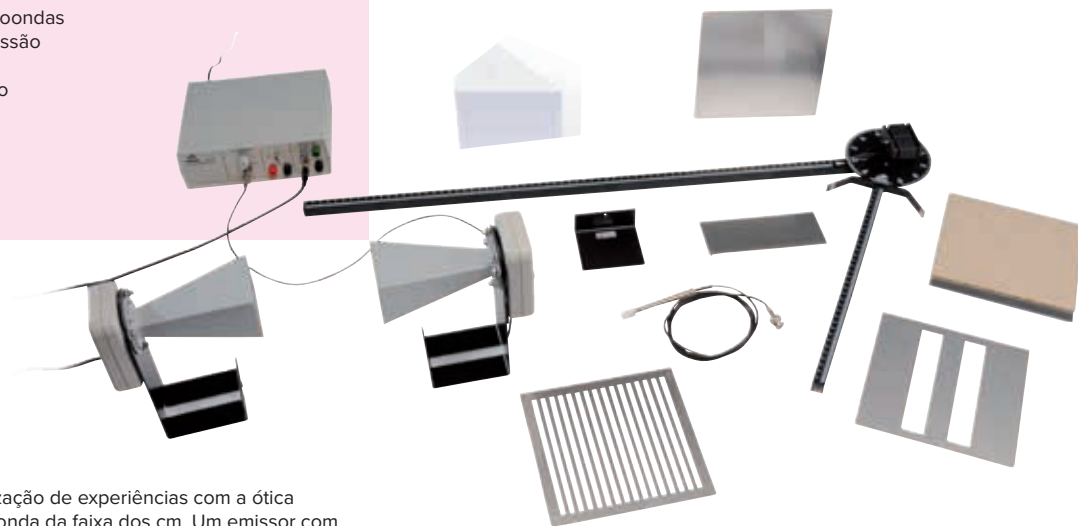
- 2 recipientes de vidro acrílico
- 1 máscara
- 20 folhas de papel veludo com ressalvas
- 1 garrafinha com corante
- Tampão para o corante
- Luvras de borracha



# ONDAS E SOM

## Temas para experiências:

- Propagação retilínea de microondas
- Reflexão, absorção e transmissão
- Isolação de microondas
- Experiências com polarização
- Experiências com refração
- Experiências com difração e interferência
- Transmissão de informações



## Conjunto para microondas

Conjunto de aparelhos para a realização de experiências com a ótica ondulatória com comprimentos de onda da faixa dos cm. Um emissor com antena cônica emite um feixe de ondas eletromagnéticas polarizadas linearmente, com um comprimento de onda a partir de aproximadamente 3 cm. A direção da polarização pode ser girada ao girar a antena cônica no eixo da direção de propagação. Para a comprovação das ondas encontram-se um receptor com antena cônica ou uma sonda de microondas a disposição. No aparelho operacional a intensidade do sinal recebido é convertido numa tensão de saída proporcional para permitir a medição com um voltímetro. Além disso, pode ser ligado um sinal acústico cujo volume é proporcional à intensidade.

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Frequência de oscilação:         | 9,4 GHz (P-1009951)<br>10,5 GHz (P-1009950) |
| Potência de emissão:             | 10 – 25 mW                                  |
| Frequência interna do modulador: | aprox. 3 kHz                                |
| Sinal acústico:                  | comutável                                   |
| Modulação externa:               | 100 Hz – 20 kHz, máx. 1 V                   |
| Tensão de saída:                 | máximo 10 V                                 |
| Receptor com antena corniforme:  | díodo de silício com ressonador             |
| Sonda de microondas:             | díodo de silício com ressonador             |
| Dimensões do aparelho básico:    | aprox. 170x200x75 mm <sup>3</sup>           |

## Fornecimento:

- 1 aparelho operacional
- 1 aparelho de alimentação na rede elétrica
- 1 emissor com antena cônica
- 1 receptor com antena cônica
- 1 sonda de microondas
- 1 banco de microondas, 800 mm
- 1 banco articulado de microondas, 400 mm com suporte para placas
- 1 Placa do refletor 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 grade de polarização, 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 placa de absorção de tecido de fibras, 180x180 mm<sup>2</sup>
- 1 prisma de parafina
- 1 Placa de montagem para prisma
- 1 placa com fenda dupla
- 1 placa de tampa para fenda dupla

## Conjunto para microondas 9,4 GHz (230 V, 50/60 Hz) P-1009951

## Conjunto para microondas 10,5 GHz (115 V, 50/60 Hz) P-1009950

## Indicação:

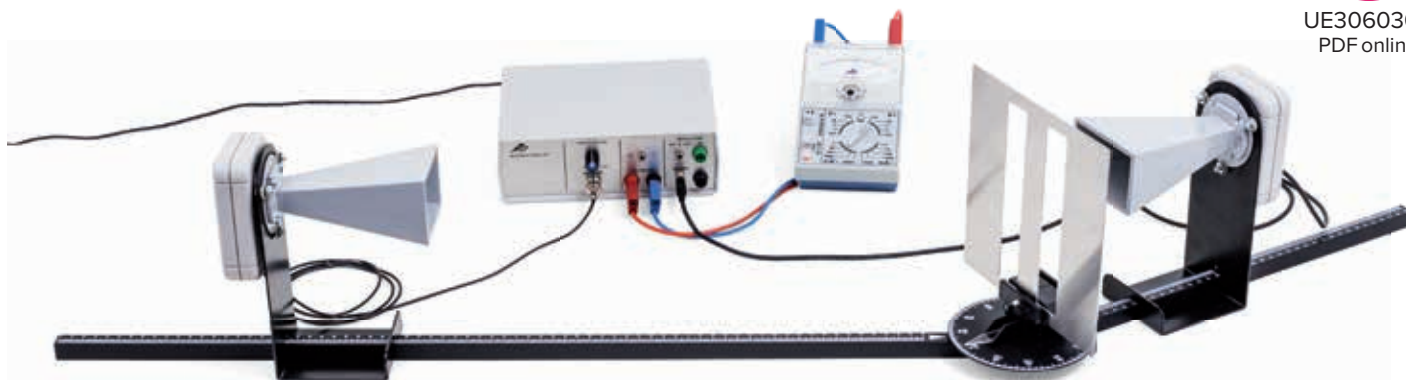
As nossas recomendações para a ótica ondulatória com luz visível encontram-se no capítulo “Luz e ótica”

## Recomendação suplementar:

P-1013526 Multímetro analógico ESCOLA 30



UE3060300  
PDF online



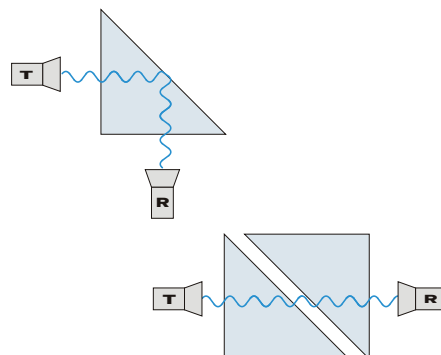
Difração na fenda dupla



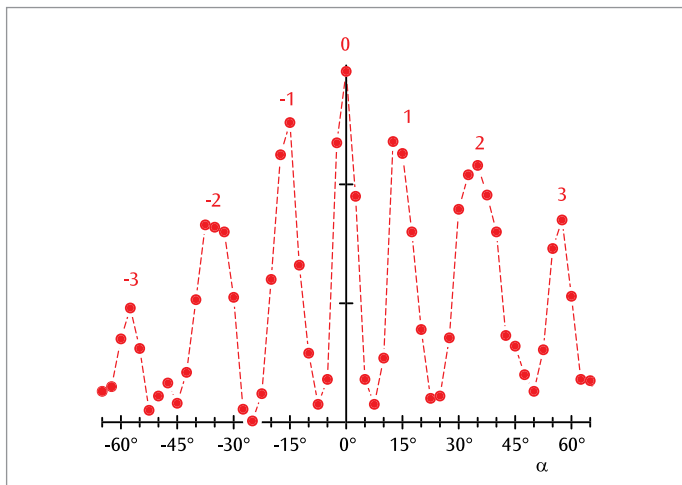
### Prisma de parafina

Prisma de plástico cheio de parafina para utilização com o conjunto de micro-ondas (P-1009950 ou P-1009951).

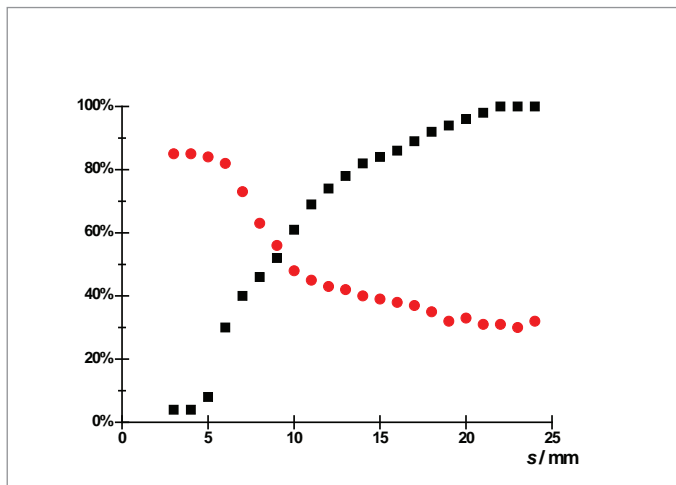
P-4008112



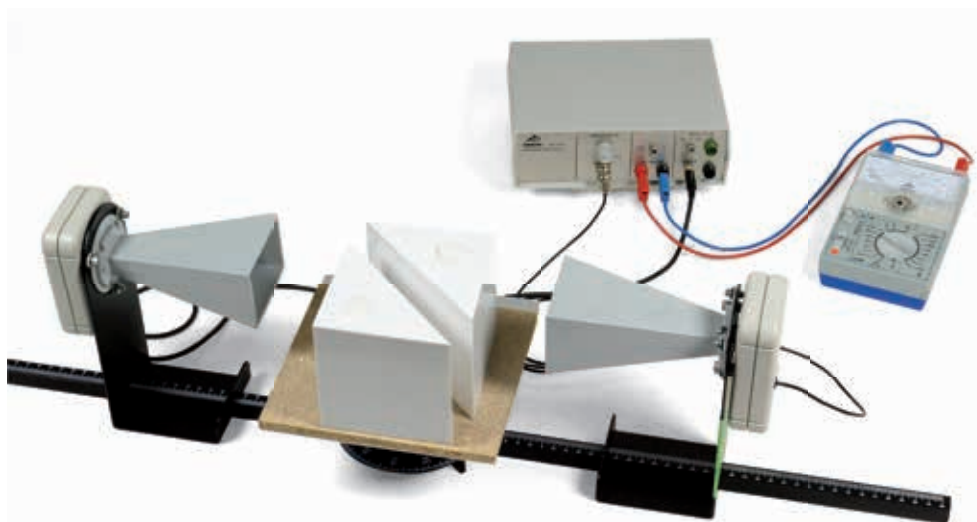
Representação esquemática do efeito túnel (T: emissor, R: receptor)



Distribuição de intensidade na difração de microondas na fenda dupla



Intensidade relativa em dependência da distância entre os prismas de parafina



Experiência de analogia ao efeito túnel com dois prismas de parafina

#### Temas para experiências:

- Estimulação de ondas circulares e retilíneas
- Reflexão
- Refração
- Difração
- Interferência
- Efeito Doppler



#### Bacia de ondas PM02

Conjunto de aparelhos com bacia de ondas para demonstração e análise das características de ondas no exemplo de ondas em água. A bacia de ondas é uma bacia plana com fundo de vidro em quadro de alumínio preenchida com água. O ajuste horizontal da bacia ocorre por meio dos pés de altura ajustável. Através de oscilações locais da pressão do ar, cuja frequência e amplitude são ajustadas no controlador, são causadas ondas retilíneas ou circulares na água. Para medição da frequência, pode ser conectado um contador externo ao controlador. Uma lâmpada de LED ilumina a bacia de cima como estroboscópio com frequência assíncrona ou síncrona. Abaixo da bacia, há um espelho enviesado que projeta as ondas sobre uma chapa de observação. Com gaveta para armazenamento dos acessórios e alças para transporte. Inclui fonte de alimentação.

|                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Faixa de frequência:                 | ajustável infinitamente, 1 – 60 Hz   |
| Lâmpada estroboscópica:              | LED                                  |
| Conexão para contador de frequência: | buchas de segurança de 4 mm          |
| Alimentação de tensão:               | por fonte de alimentação 100 - 240 V |
| Dimensões da bacia:                  | aprox. 400x300x320 mm <sup>3</sup>   |
| Dimensões da chapa de observação:    | aprox. 375x320 mm <sup>2</sup>       |

#### Fornecimento:

- 1 bacia de ondas com espelho projetor, chapa de observação e iluminação
- 1 controlador
- 1 fonte de alimentação de energia
- 1 módulo para geração de ondas retilíneas
- 1 módulo para geração de ondas circulares
- 1 módulo para geração de duas ondas circulares interferentes
- 1 mangueira longa
- 3 corpos de inserção para reflexão e refração (prisma, lente biconcava e biconvexa)
- 4 corpos de inserção para construção de fenda única e fenda dupla
- 1 mangueira de saída

**P-1017591**



**Refração de ondas de água sobre uma lente convergente**



**Reflexão de ondas de água num espelho côncavo**

**Temas para experiências:**

- Excitação de ondas periódicas e não periódicas
- Abertura angular, fase e amplitude
- Frequência de comprimento de onda
- Velocidade de fase e velocidade de grupo
- Superposição de ondas em fase e defasadas
- Reflexão de uma onda
- Ondas estacionárias

**Canal para ondas na água**

Canal de ondas para a demonstração e a pesquisa de propriedades fundamentais das ondas segundo o exemplo das ondas na água. A onda é criada num canal de acrílico transparente cheio de água, a qual se propaga sem reflexão graças a um absorvedor no final do canal. Sua frequência, e o seu comprimento de onda, podem ser variados de forma contínua. Para a pesquisa da reflexão é retirado o absorvedor do final do canal. Há dois excitadores de ondas a disposição, que podem ser operados em fase ou defasados e suas ondas podem ser observadas divididas ou em superposição. No caso de operação pulsante do excitador surgem ondas não periódicas.

Tensão de alimentação: 9 – 12 V DC

Recepção de potência: máx. 40 W

Conexão: conectores de segurança de 4 mm

Faixa de frequência: de ajuste contínuo

Dimensões: aprox. 1500x150x290 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 12,6 kg

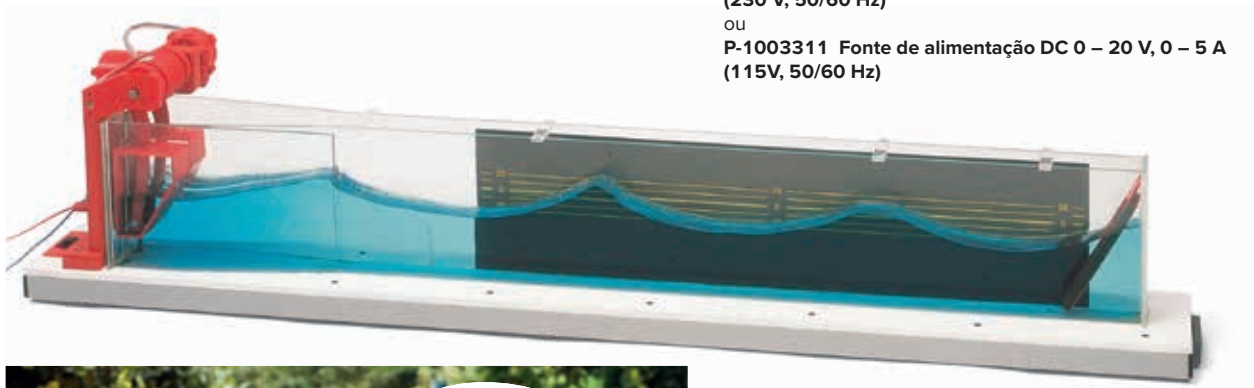
**P-1000807**

**Exigência complementar:**

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

ou

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

**Mola helicoidal Snakey**

Mola helicoidal comprida, especialmente para a demonstração e análise de ondas transversais e longitudinais.

Comprimento: 2 m – 14 m

Número total de voltas: 1300

Diâmetro da bobina: aprox. 25 mm

Massa: aprox. 1400 g

**P-1008687**

**Mola de bobina Slinky**

Mola em parafuso longa para demonstrar a propagação e a reflexão de ondas longitudinais.

Comprimento: 0,2 m – 5 m

Número total de voltas: 330

Diâmetro da bobina: aprox. 70 mm

Massa: aprox. 550 g

**P-1003516**

#### Acessórios para oscilações de molas

Acessório ideal para o gerador de vibração (P-1000701) para a demonstração impactante de ondas longitudinais estacionárias numa mola em parafuso. Consiste em uma haste de tripé dobrada, mola em espiral e pinos de fixação para fixar a mola no gerador de vibrações.

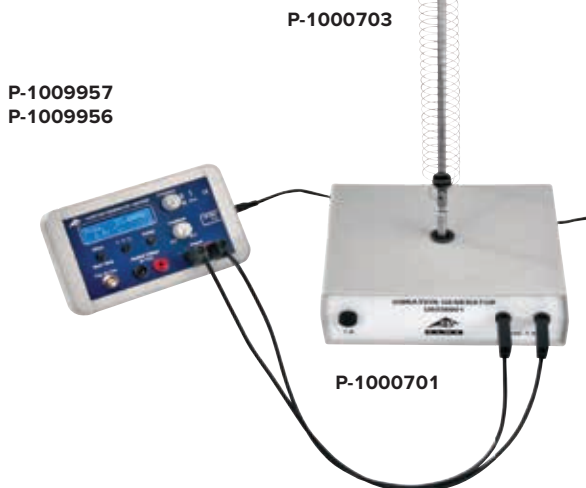
Haste: 450 mm x 8 mm Ø

Constante elástica: 3,9 N/m

**P-1000703**

**Exigência complementar:**

**P-1000701** Gerador de vibrações



#### Acessório para ondas em cordas

Acessório ideal para o gerador de vibração (P-1000701) a pesquisa de ondas estacionárias transversais e as suas longitudes de onda em função da tensão da corda e da frequência. Consiste em uma placa base com haste de tripé, fixação para um potenciômetro, haste do suporte com pino, dispositivo de desvio e corda de borracha.

Placa base: aprox. 180x180x25 mm<sup>3</sup>

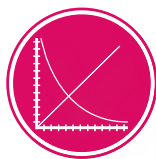
Corda: 1 m

**P-1008540**

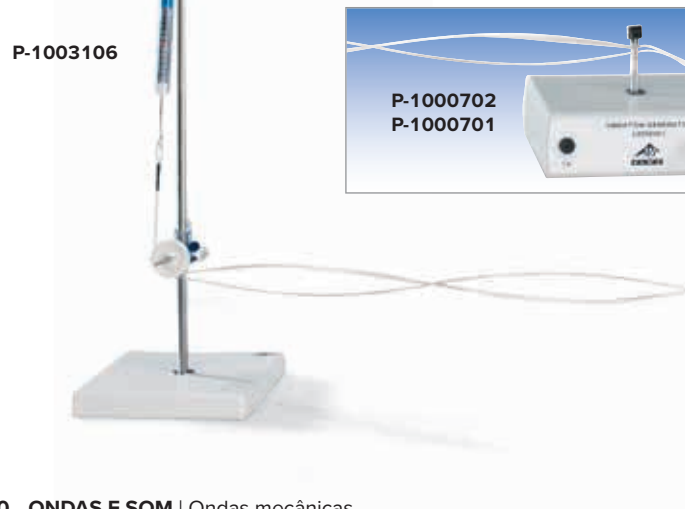
**Exigência complementar:**

**P-1000701** Gerador de vibrações

**P-1003106** Dinamômetro 5 N



UE1050700  
PDF online



#### Fio de ressonância, formato circular

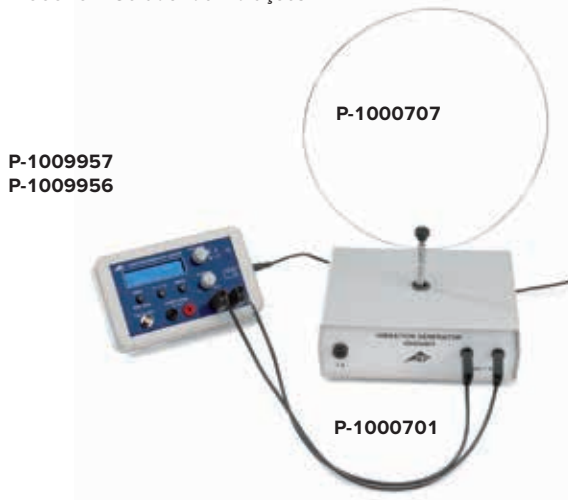
Acessório para o gerador de vibração (P-1000701) para a demonstração dos pontos de oscilação em várias frequências. Anel de arame com tomada de 4 mm.

Diâmetro: 290 mm

**P-1000707**

**Exigência complementar:**

**P-1000701** Gerador de vibrações



#### Gerador de vibrações

Robusto gerador de vibração para a excitação mecânica de oscilações e ondas, como por exemplo numa mola espiral, num barbante borracha, um anel de arame ou uma placa de Chladni. Gerador em robusta caixa plástica, haste de fixação e tomadas de 4 mm para fixar os acessórios (placas de Chladni, cabo de ressonância, elástico, etc.). O fornecimento inclui a fixação para a haste de tripé (até 8 mm Ø) na parte posterior do aparelho para a demonstração das ondas estacionárias numa mola em espiral. O gerador está equipado de proteção contra sobrecarga.

Conexão: por tomadas de segurança de 4 mm

Impedância: 8 Ω

Faixa de frequência: 0 – 20 kHz

Proteção sobrecarga: fusível de 1 A

Dimensões: aprox. 200x160x70 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,4 kg

**P-1000701**

**Exigência complementar:**

**P-1009957** Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1009956** Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)

**P-1002849** Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm, preto

#### Tira de borracha

Para a demonstração de ondas estacionárias e da propagação de ondas p. e. em conexão com o gerador de vibrações (P-1000701). Sobre uma tábua, 25 m, 2 mm Ø.

**P-1000702**

**Exigência complementar:**

**P-1000701** Gerador de vibrações





#### Placas de Chladni

Placas de metal em conta para a produção de figuras acústicas segundo Chladni em areia fina, por exemplo, em associação com o gerador de vibração (P-1000701). Com conector de 4 mm.

**Placa de Chladni, redonda, Ø 240 mm**  
**P-1000705**

**Placa de Chladni, quadrada, 180x180 mm<sup>2</sup>**  
**P-1000706**

#### Exigência complementar:

**P-1000701** Gerador de vibrações

P-1000706



P-1000705



#### Vantagens:

- Rotor livre de ferro
- Alto torque de arranque
- Baixo momento de inércia

#### Motor de corrente contínua 12 V

Motor de experiência compacto, pode também ser usado como um gerador tacométrico, gerador de oscilação ou para a excitação de ondas na água. O motor consiste em um rotor sem núcleo e assim tem um elevado começo de torque em um momento mais baixo da inércia. É caracterizado por um começo muito curto, por uma corrida macia e por um ruído baixo. Em seu eixo, o motor tem um arbusto colocado com uma polia de retenção parafusada. Assim, as placas e as alavancas também podem ser fixadas sobre o eixo.

Tensão nominal/corrente: 12 V/260 mA DC

Tensão de aumento/corrente: 0.5 V/45 mA DC

Consumo da alimentação: 3.6 W

Torque nominal

de W speed/rated: 3900 rpm/0.5 Ncm

Direção da rotação:

reversível

Conexão:

tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões:

aprox. 130x55 mm<sup>2</sup>

Massa:

aprox. 200 g

**P-1001041**



#### Dispositivo de onda

Sólido aparelho para a demonstração de ondas transversais estacionárias numa corda e para a análise das suas longitudes de onda em função da tensão da corda e a frequência.

Dimensões: aprox. 700x150x230 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 4,4 kg

#### Fornecimento:

1 chassis

1 corda de borracha

1 rolo direcional

1 presilha de eixo

2 pinos de eixo

2 pinos de quatro cantos

2 estruturas do tripé, 400 mm

1 dinamômetro 5 N

**P-1000808**

#### Exigência complementar:

**P-1001041** Gerador de onda senoidal

**P-1001038** Motor de corrente contínua 12 V

**P-1000866** Transformador 12 V, 25 W (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000865** Transformador 12 V, 25 W (115 V, 50/60 Hz)

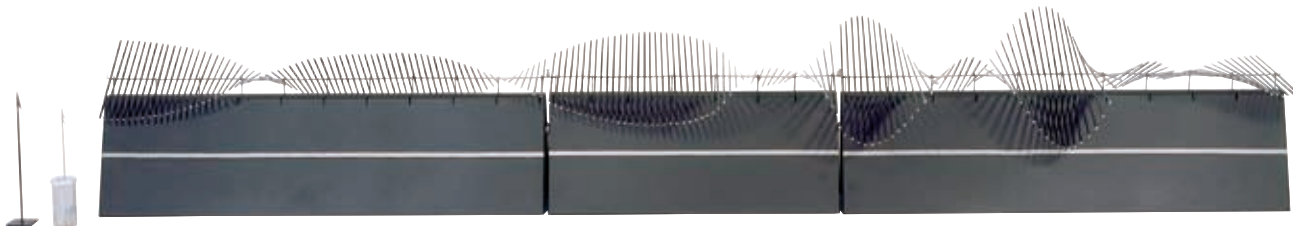


#### Máquina de ondas, aparelho manual

Aparelho de demonstração para a visualização da propagação, reflexão, refração e superposição de ondas transversais. Uma cadeia de pêndulos duplos de madeira está acoplada de forma bifilar por meio de uma banda de torção. Dois punhos servem simultaneamente de punho e de excitação manual.

Número de  
pendulos pares: 79  
Comprimento: 3 m  
Massa: aprox. 0,8 kg

**P-1003524**



#### Temas para experiências:

- Propagação de uma onda em progressão
- Longitude de onda, frequência e velocidade de fases
- Reflexão de ondas nas pontas soltas e nas presas
- Ondas estacionárias e ressonância nas pontas soltas e nas presas
- Superposição construtiva e destrutiva de ondas
- Propagação e velocidade de reprodução de uma perturbação do equilíbrio
- Reflexão de uma perturbação do equilíbrio nas pontas soltas e nas presas.
- Amortecimento de ondas progressivas
- Reflexão numa passagem de limite (experiência somente realizável com o conjunto completo)
- Acoplamento de limite (experiência somente realizável com o conjunto completo)

#### Máquina de ondas de demonstração, conjunto completo

Complemento da máquina de ondas de demonstração composto de um módulo com braços de pêndulo curtos, um módulo intermediário e dois acopladores de módulos. Se os dois módulos são acoplados com comprimentos de pêndulo diferentes e assim diferentes velocidades de ondas umas com as outras, então pode ser observada a reflexão no ponto de acoplamento. Esta é evitada utilizando-se o módulo intermediário.

Comprimento da vara módulo 1: 460 mm  
Comprimento da vara módulo 2: 230 mm  
Comprimento da vara módulo de passagem: 230 – 460 mm  
Comprimento total: 2440 mm

**P-1003491**

#### Unidade motriz para máquina de onda

Para propulsão contínua da máquina de onda de demonstração com frequência continuamente ajustável. O acoplamento entre o disco de manivela e a biela ocorre por fixação magnética.

Curso: 10 mm ou 32 mm  
Frequência: aprox. 275 mHz ... 2,85 Hz  
Alimentação de energia: 12 V AC, 500 mA fonte de rede  
Dimensões (sem pé): aprox. 60x90x160 mm<sup>3</sup>  
Peso (incl. fonte): aprox. 640 g

**P-1021156 Unidade motriz para máquina de onda (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1021443 Unidade motriz para máquina de onda (115 V, 50/60 Hz)**

#### Exigência complementar:

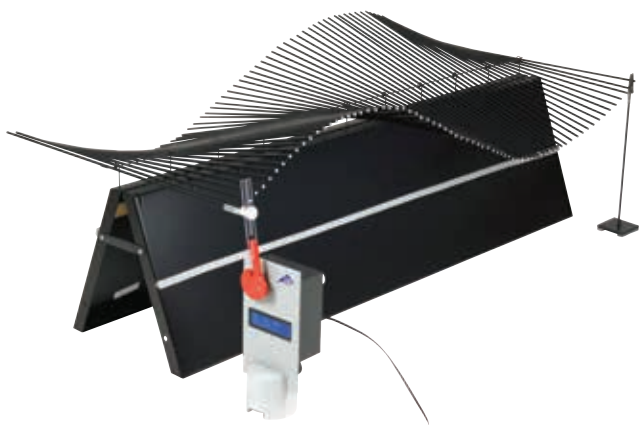
**P-1001045 Base em tonel 0,9 kg**

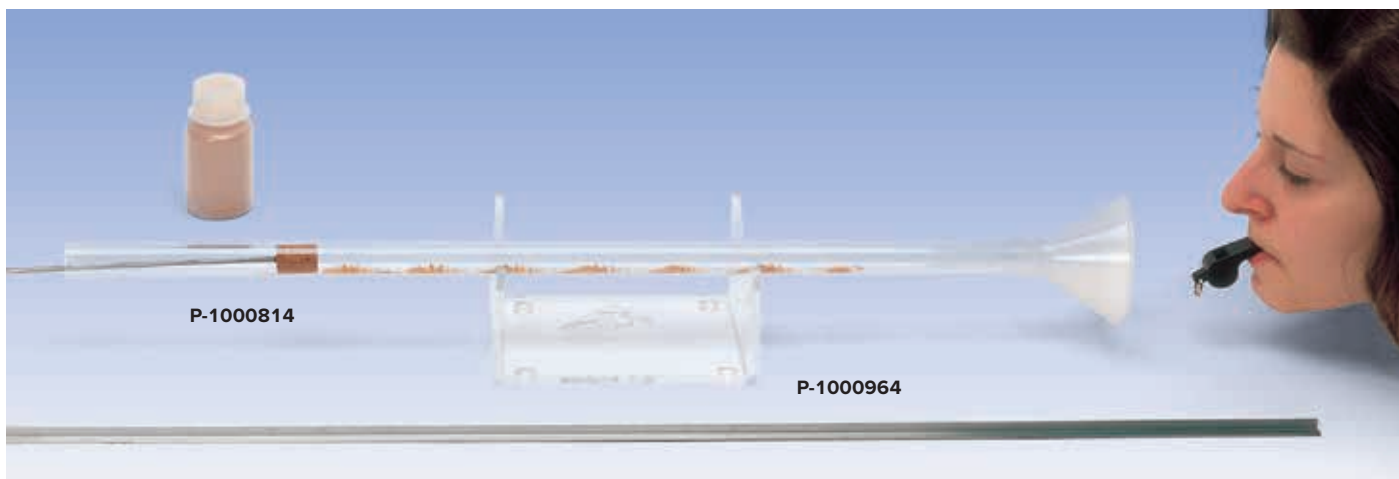
#### Máquina de ondas de demonstração, módulo único

Máquina de ondas para a realização de numerosas experiências demonstrativas para a visualização do comportamento e das propriedades das ondas transversais. Para a representação do movimento das ondas é utilizada uma corrente de 73 varas de pêndulo de aço que estão soldadas medianamente numa mola de haste de aço que pode se retorcer. As pontas das varas do pêndulo estão pintadas de um lado com tinta fluorescente e do outro com tinta branca. A montagem está apoiada sobre um suporte dobrável de folha de aço. Um dispositivo de amortecimento está incluso no fornecimento assim como uma pinça de fixação sobre haste para a demonstração de reflexões em pontas fixas.

Número de varas: 73  
Comprimento da vara: 460 mm  
Comprimento: 920 mm

**P-1003492**





### Tubo de Kundt

Tubo de vidro para a representação de ondas sonoras estacionárias e para a determinação de comprimentos de onda com serragem segundo o método de Kundt. A serragem é distribuída de modo uniforme no tubo de vidro por meio de uma calha de preenchimento e logo ela é excitada utilizando, por exemplo, um apito, um diapasão de 1700 Hz (P-1002607) ou o alto-falante de martelo de pressão (P-1000811), para a representação de um desenho periódico com nós e depressões. O comprimento de tubo disponível pode ser variado por meio de um ajuste deslizável.

Comprimento: 600 mm

Diâmetro externo: 20 mm

Diâmetro interno: 17 mm

**P-1000814**

### Fornecimento:

- 1 tubo de vidro com funil
- 1 ajuste deslizável
- 1 calha de preenchimento
- 1 apito
- 1 garrafa de serragem

### Recomendação suplementar:

**P-1000964** Apoios de acrílico transparente



### Serragem, garrafinha de 10 g

Serragem fina para utilização com o tubo de vidro de Kundt (P-1000814).

**P-1000815**

### Temas para experiências:

- Ressonâncias de uma coluna de ar oscilante
- Ondas sonoras estáticas
- Determinação do comprimento de onda de ondas sonoras no ar
- Determinação da velocidade do som no ar

### Tubo de ressonância de Quincke

O conjunto de aparelhos se constitui de um tubo de ressonância com escala milimétrica que é enchido parcialmente com água e conectado a um recipiente de compensação através de uma mangueira. A coluna de ar acima da água é posta em oscilação através de um diapasão (opcional: alto-falante). Através da elevação do recipiente de compensação, o nível da água no tubo de ressonância pode ser elevado e, assim, a coluna de ar é encurtada. A onda sonora que sai da fonte sonora se sobrepõe com a onda sonora refletida na superfície da água e ocorre interferência construtiva ou destrutiva. Surgem ressonâncias audíveis quando o comprimento da coluna de ar oscilante corresponde a múltiplos ímpares de um quarto do comprimento da onda sonora.

|  |               |
|--|---------------|
| Altura do tubo de ressonância:               | 1 m           |
| Diâmetro do tubo de ressonância:             | 3 cm          |
| Escala:                                      | 98 cm         |
| Graduação:                                   | 1 mm          |
| Altura do recipiente de compensação:         | 24 cm         |
| Diâmetro do recipiente de compensação:       | 7 cm          |
| Peso (sem acessórios e material de suporte): | aprox. 3,3 kg |

### Fornecimento:

- 1 tubo de ressonância com escala
- 1 recipiente de compensação
- 1 mangueira de silicone
- 2 terminais horizontais
- 1 diapasão a 440 Hz
- 1 martelo para tocar

**P-1018475**

### Exigência complementar:

- P-1002936** Vara de apoio 1000 mm
- P-1001044** Pé de apoio em A, 200 mm
- P-1002830** Manga universal



## Experiências com ondas sonoras e com a velocidade do som

Análises quantitativas em ondas estáticas em tubo fechado e aberto – obtenção da velocidade do som a partir do comprimento de onda e da frequência

| Número / Denominação                             | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 tubo de Kundt E                                | P-1017339  |
| 1 sonda microfone, longa                         | P-1017342  |
| 1 caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)           | P-1014520  |
| ou   |            |
| 1 caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)           | P-1014521  |
| 1 gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)    | P-1009957  |
| ou   |            |
| 1 gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)    | P-1009956  |
| 1 multímetro analógico ESCOLA 30                 | P-1013526  |
| 1 par de cabos de experiência de segurança       | P-1002849  |
| 1 cabo de alta frequência BNC / conector de 4 mm | P-1002748  |

Análise da frequência em ondas estáticas em tubo fechado

| Número / Denominação                             | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 tubo de Kundt E                                | P-1017339  |
| 1 sonda microfone, longa                         | P-1017342  |
| 1 caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)           | P-1014520  |
| ou   |            |
| 1 caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)           | P-1014521  |
| 1 gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)    | P-1009957  |
| ou   |            |
| 1 gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)    | P-1009956  |
| 1 osciloscópio PC 2x25 MHz                       | P-1020857  |
| 1 cabo de alta frequência                        | P-1002746  |
| 1 cabo de alta frequência BNC / conector de 4 mm | P-1002748  |
| 1 par de cabos de experiência de segurança       | P-1002849  |

Determinação do tempo de percurso de impulsos sonoros em sala aberta

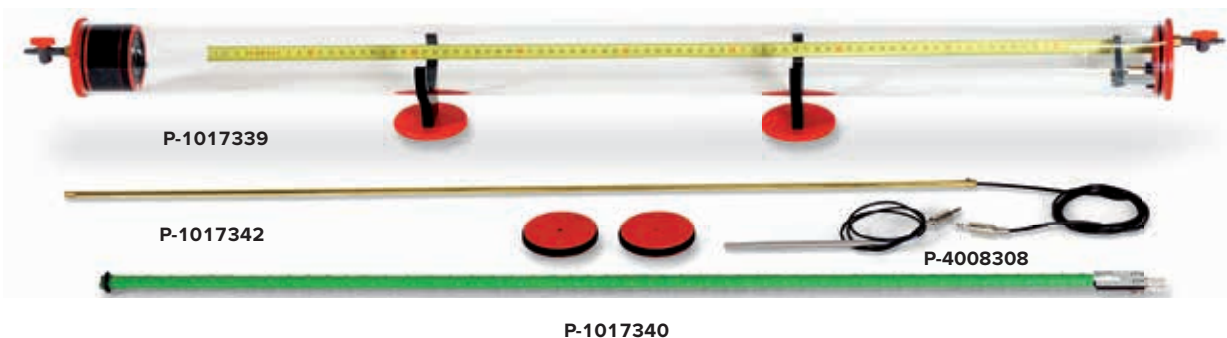
| Número / Denominação                             | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 sonda microfone, curta                         | P-4008308  |
| 1 caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)           | P-1014520  |
| ou   |            |
| 1 caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)           | P-1014521  |
| 1 contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)   | P-1017333  |
| ou   |            |
| 1 contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)   | P-1017334  |
| 1 Cabo de conexão com duas hastes metálicas      | P-1017344  |
| 1 trena de bolso, 2 m                            | P-1002603  |
| 1 cabo de alta frequência BNC / conector de 4 mm | P-1002748  |

Determinação da velocidade do som a partir do tempo de percurso de um impulso sonoro no ar e em outros gases

| Número / Denominação                              | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 tubo de Kundt E                                 | P-1017339  |
| 1 caixa de impulso K                              | P-1017341  |
| 1 sonda microfone, longa                          | P-1017342  |
| 1 sonda microfone, curta                          | P-4008308  |
| 1 caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)            | P-1014520  |
| ou  |            |
| 1 caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)            | P-1014521  |
| 1 contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)    | P-1017333  |
| ou  |            |
| 1 contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)    | P-1017334  |
| 2 cabos de alta frequência BNC / conector de 4 mm | P-1002748  |
| 1 par de cabos de experiência de segurança        | P-1002849  |
| Possivelmente, diferentes gases técnicos          |            |

Determinação da velocidade do som a partir do tempo de percurso de um impulso sonoro em dependência da temperatura

| Número / Denominação                              | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 tubo de Kundt E                                 | P-1017339  |
| 1 caixa de impulso K                              | P-1017341  |
| 1 sonda microfone, longa                          | P-1017342  |
| 1 sonda microfone, curta                          | P-4008308  |
| 1 caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)            | P-1014520  |
| ou  |            |
| 1 caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)            | P-1014521  |
| 1 contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)    | P-1017333  |
| ou  |            |
| 1 contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)    | P-1017334  |
| 1 haste de aquecimento K                          | P-1017340  |
| 1 fonte DC 0-20 V, 0-5 A (230 V, 50/60 Hz)        | P-1003312  |
| ou  |            |
| 1 fonte DC 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)        | P-1003311  |
| 1 termômetro de bolso de segundos digital         | P-1002803  |
| 1 sensor submerso NiCr-Ni Tipo K,-65 – 550 °C     | P-1002804  |
| 2 cabos de alta frequência BNC / conector de 4 mm | P-1002748  |
| 2 pares de cabos de experiência de segurança      | P-1002849  |



### Tubo de Kundt E

Tubo sonoro de acrílico com alto-falante com escala variável para análise quantitativa de ondas sonoras no ar e em outros gases, especialmente para medição do comprimento de onda e da velocidade do som. Com dois suportes inferiores, placa capilar, placa de sondas, dois bicos para mangueira com torneira de fechamento para enchimento com gases, entrada e condução da sonda microfone longa, perfuração para sonda microfone curta, assim como suporte e conexão para haste de aquecimento K.

Faixa de frequência: 20 a 5000 Hz  
Comprimento do tubo sonoro: 1000 mm  
Diâmetro do tubo sonoro: 70 mm  
Escala: 950 mm  
Bicos para mangueira: 5 mm Ø  
Potência do alto-falante: 2 W  
Impedância do alto-falante: 50 Ω  
Massa: aprox. 1,25 kg

**P-1017339**

### Haste de aquecimento K

Haste de aquecimento para aquecimento do ar no tubo de Kundt E até cerca de 50 °C.

Tensão de operação: máx. 12 V  
Recepção de potência: 36 W  
Temperatura no tubo de Kundt: máx. 50 °C  
Conexão: par de conectores de 4 mm  
Dimensões: aprox. 900 mm x 11 mm x 11 mm

**P-1017340**

### Exigência complementar:

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

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

### Sonda microfone, longa

Microfone miniaturizado na extremidade de haste longa para medição de alterações de pressão sonora no tubo de Kundt E. Com rosca para colocação da placa de sonda do tubo de Kundt E.

Faixa de frequência: 20 Hz – 16 kHz  
Diâmetro da haste: 6 mm  
Comprimento da haste: 810 mm  
Cabo de conexão: aprox. 1 m, com tomada de 3,5 mm

**P-1017342**

### Sonda microfone, curta

Microfone miniaturizado na extremidade de cabo curto para medição de alterações de pressão sonora.

Faixa de frequência: 20 Hz – 16 kHz, (1 – 20 Hz e 16 – 42 kHz faixa de tolerância não especificada)  
Diâmetro da haste: 6 mm  
Comprimento da haste: 140 mm  
Cabo de conexão: aprox. 0,6 m, com tomada de 3,5 mm

**P-4008308**



*Determinação da velocidade do som no ar a partir do tempo de percurso de um impulso sonoro*



UE1070310  
PDF online



#### Contador de microssegundos

Contador de operação simples para medição de tempo no âmbito dos microssegundos. Especialmente adequado para medições em conexão com a caixa de microfone. Inclui fonte de alimentação 12 V AC. O procedimento de contagem é iniciado com a entrada de início e parada com a entrada de parada. O contador é zerado automaticamente a cada novo início. Ambas as entradas reagem a um flanco crescente e são equipadas internamente com resistores pull-up.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Âmbito de medição:   | 1 – 9999 $\mu$ s   |
| Resolução:           | 1 $\mu$ s  |
| Precisão:            | precisão do quartzo  |
| Resistência interna: | 2,4 k $\Omega$ (entrada de início), 5,6 k $\Omega$ (entrada de parada) |

|   |   |
|---|---|
| Flanco de chaveamento para ambas as entradas: | flanco crescente  |
| Tela:   | LED, 4 casas  |
| Conexões:                                     | buchas de segurança de 4 mm                             |
| Alimentação:                                  | por fonte 12 V AC, 500 mA                               |
| Dimensões:                                    | aprox. 100x75x35 mm <sup>3</sup>                        |
| Massa:  | aprox. 400 g, incluindo fonte de alimentação de energia |

#### Contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)

**P-1017333**

#### Contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)

**P-1017334**



#### Cabo de conexão com duas hastas metálicas

Par de hastas metálicas com cabo de conexão para caixa de microfone para início de medições de tempo de percurso de impulsos sonoros em sala aberta.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Comprimento do cabo: | 75 cm   |
| Conexões:            | conectores de segurança 2x4 mm, conector jack de 3,5 mm |
| Haste:               | 110 mm x 10 mm $\varnothing$                            |

**P-1017344**



#### Caixa de microfone

Amplificador universal de dois canais para sonda microfone longa ou curta. Especialmente adequado para o uso com o contador de microssegundos em experiências para determinar a velocidade do som. Inclui fonte de alimentação 12 VAC. Ambos os canais podem ser alternados entre as formas de operação "sinal" para ligação a um osciloscópio, "nível" para ligação a um voltímetro e "impulso" para ligação ao contador de microssegundos. O limite de disparo para o impulso depende da sensibilidade ajustável do pré-amplificador.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Largura de banda:    | 10 Hz a 42 kHz  |
| Amplificação:        | 20 a 70 vezes   |
| Impedância de saída: | 1 k $\Omega$  |
| Sinal de saída:      | alternável entre sinal, nível e impulso                 |
| Sinal:               | 0 – 14 Vpp.   |
| Nível:               | 0 – 7 V DC  |
| Pulso:               | Baixo: 0 V, Alto: 8 V DC, extensão: 150 ms              |
| Entradas:            | tomada de 3,5 mm  |
| Saídas:              | conector BNC  |
| Alimentação:         | por fonte 12 V AC, 500 mA                               |
| Dimensões:           | aprox. 100x75x35 mm <sup>3</sup>                        |
| Massa:               | aprox. 450 g, incluindo fonte de alimentação de energia |

#### Caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)

**P-1014520**

#### Caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)

**P-1014521**

#### Exigência complementar:

**P-1017342** Sonda microfone, longa

ou

**P-4008308** Sonda microfone, curta



#### Caixa de impulso K

Chave eletrônica, que gera impulso elétrico para um alto-falante conectado com o toque de um botão. Alimentação de tensão por bateria de bloco de 9 V.

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| Dimensões: | aprox. 100x75x35 mm <sup>3</sup> |
|------------|----------------------------------|

**P-1017341**

#### Temas para experiências:

- Velocidade de propagação de impulsos sonoros em diferentes hastes
- Comparação da propagação de ondas longitudinais e transversais
- Ondas sonoras estáticas em hastes curtas
- Polaridade da reflexão na extremidade da haste
- Reflexão múltipla nas extremidades de hastes longas



#### Vantagens

- Montagem compacta na mesa do laboratório
- Medição sem contato e com baixo abafamento das ondas sonoras

#### Conjunto de aparelhos “Propagação do som em hastes”

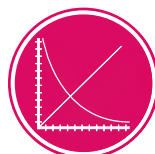
Conjunto de aparelhos para análise da propagação do som e para determinação da velocidade do som em hastes de diferentes materiais. O conjunto de aparelhos é constituído de diferentes hastes de prova, duas sondas microfones e uma caixa microfone para conexão a um osciloscópio. Em forte estojo plástico com inserções de espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente.

#### Fornecimento:

- 6 hastes de prova 200 mm de vidro, acrílico, PVC, madeira (faia), aço inoxidável e alumínio
- 4 hastes de prova 100 mm de cobre, latão, aço inoxidável e alumínio
- 1 haste de prova 400 mm de aço inoxidável
- 2 martelos para tocar
- 2 sondas microfones
- 1 caixa microfone
- 1 Fonte de alimentação 12 V AC
- 3 tapetes de borracha 50x40x5 mm<sup>3</sup>

#### Temas para experiências:

- Audição direcional
- Determinação da diferença do tempo de percurso até a orelha esquerda e a direita
- Influência de distorções lineares sobre a ressonância de espaço oco



UE1070410  
PDF online



**Conjunto de aparelhos “Propagação do som em hastes”**  
(230 V, 50/60 Hz)  
**P-1018469**

**Conjunto de aparelhos “Propagação do som em hastes”**  
(230 V, 50/60 Hz)  
**P-1018468**

#### Adicionalmente necessários:

Osciloscópio de dois canais, por exemplo,  
**P-1020857 Osciloscópio PC 2x25 MHz**



**Determinação da diferença do tempo de percurso até a orelha esquerda e a direita**

#### Conjunto de aparelhos “Audição espacial”

Conjunto de aparelhos para a análise da audição espacial e para a determinação da diferença do tempo de percurso para a orelha esquerda e para a direita através da geração de ruídos de batida sobre uma mangueira fechada. De resto, é analisada a interferência de distorções lineares sobre a audição de direções por ressonância de espaço oco por introdução paralela e alternada de duas extremidades abertas de mangueira em copo vazio ou meio cheio com água. Constituído de um estetoscópio com diferentes mangueiras e um copo plástico em estojo forte de plástico com inserções de espuma na forma dos aparelhos e tampa transparente.

#### Fornecimento:

- 1 estetoscópio
  - 2 fones de ouvido de reposição
  - 1 mangueira de 1 m
  - 2 mangueiras 0,5 m
  - 2 palitos de dente
  - 1 copo plástico
  - 1 estojo para armazenamento
- P-1018551**

#### Recomendação suplementar:

- P-4008308 Sonda microfone, curta, kurz (2x)**
- P-1014520 Caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)**
- ou
- P-1014521 Caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1017333 Contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)**
- ou
- P-1017334 Contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)**
- P-1002748 Cabo de alta frequência BNC / conector de 4 mm (2x)**



#### Diapasão de 440 Hz sobre caixa de ressonância

Diapasão de som particularmente prolongado sobre caixa de ressonância fabricada de madeira de pinho clara e rajada.

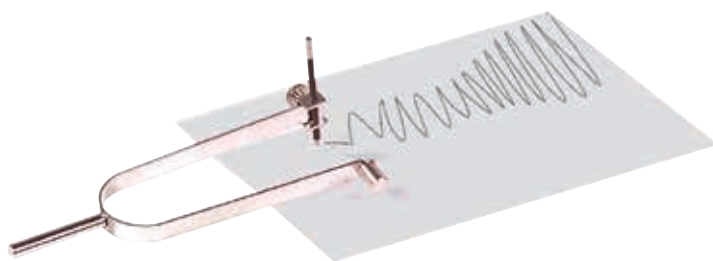
Removível, inclui martelo (P-1002608).

Frequência própria: 440 Hz

Comprimento do diapasão: aprox. 170 mm

Caixa de ressonância: 180x90x50 mm<sup>3</sup>

**P-1002613**



#### Diapasão registrador de 21 Hz

Diapasão para o registro das oscilações de um diapasão sobre uma folha de papel. Excitação de oscilação pressionando as hastes. A oscilação do diapasão é claramente reconhecível tanto visualmente como também estroboscopicamente. Estão inclusos no fornecimento um lapis com suporte e um contrapeso.

Frequência própria: 21 Hz

Comprimento: 245 mm

Massa total: aprox. 170 g

**P-1000805**

#### Diapasão de demonstração

Diapasão grande para demonstração da oscilação lateral de um diapasão.

Comprimento: 750 mm

**P-1000700**



#### Diapasão 2000 Hz

Diapasão com punho para a demonstração do efeito Doppler, equipado com cabo. O efeito pode ser muito impressionante se for efetuada movimentação lenta, para frente e para trás, em direção ao ouvinte.

Frequência própria: 2000 Hz

Comprimento do diapasão: 220 mm

**P-1002609**

#### Recomendação suplementar:

**P-1002610 Martelo duro**



#### Diapasão registrador em dó 128 Hz

Para a demonstração e registro das oscilações sonoras. Um dos dois dentes está equipado com uma ponta de metal para o registro das oscilações sobre uma placa de vidro. Placa de vidro inclusa.

Frequência própria: 128 Hz

Comprimento total: aprox. 280 mm

Placa de vidro: 120x50 mm<sup>2</sup>

**P-1002606**



#### Diapasão de metal leve, 1700 Hz

Fonte intensa de som de alta frequência para, por exemplo, a produção de ondas sonoras no tubo de Kundt.

Frequência própria: 1700 Hz

Comprimento: aprox. 105 mm

**P-1002607**

#### Diapasão de metal leve, 1000 Hz

Fonte intensa de som de alta frequência para, por exemplo, a produção de ondas sonoras no tubo de Kundt.

Frequência própria: 1000 Hz

Comprimento: aprox. 115 mm

**P-1002608**



**Kit de diapasão no acorde em dó maior sobre caixa de ressonância**  
Conjunto de quatro diapasões para a demonstração do acorde dó maior. Na caixa de ressonância de madeira clara de pinho, som de duração particularmente longa, diapasão removível. Inclui o martelo suave (P-1002614).

**Frequências próprias:**  
dó = 256 Hz  
mi = 322 Hz  
sol = 384 Hz  
dó = 512 Hz

**Comprimento interno:**  
300 mm  
240 mm  
190 mm  
140 mm

**P-1002615**



**Kit de diapasão na escala em dó maior**  
Conjunto de 8 diapasões acondicionadas num estojo.

**Frequências:**  
dó = 256 Hz  
ré = 288 Hz  
mi = 320 Hz  
fá = 341 1/3 Hz

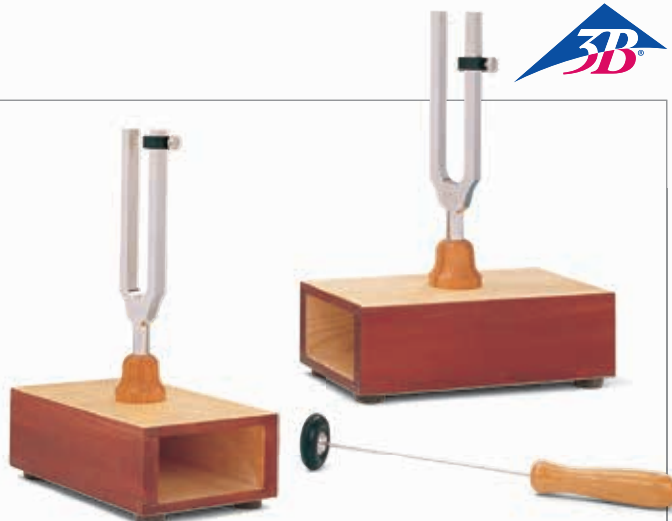
sol = 384 Hz  
lá = 426 2/3 Hz  
si = 480 Hz  
dó = 512 Hz

**P-1002605**

#### Dois pesos de afinação (sem fotos)

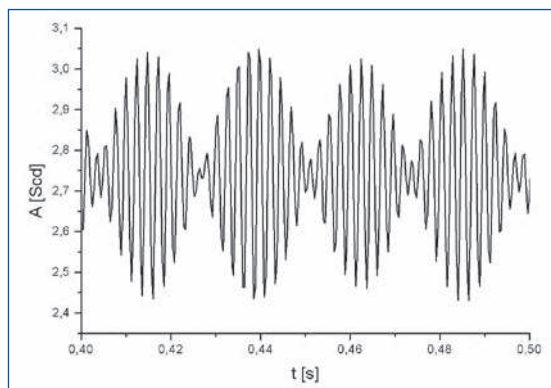
Dois pesos de afinação para a mudança de frequência em diapasões, em experiências com flutuações, adequado para o diapasão de 440 Hz sobre caixa de ressonância (P-1002613).

**P-1002611**



**Par de diapasões de 440 Hz sobre caixa de ressonância**  
Par de diapasões para experiências com batimentos. Os diapasões são de construção idêntica com o P-1002613. Inclui martelo macio (P-1002614) e pesos de afinação (P-1002611).

**P-1002612**



**Batimento acústico**



#### Martelo macio

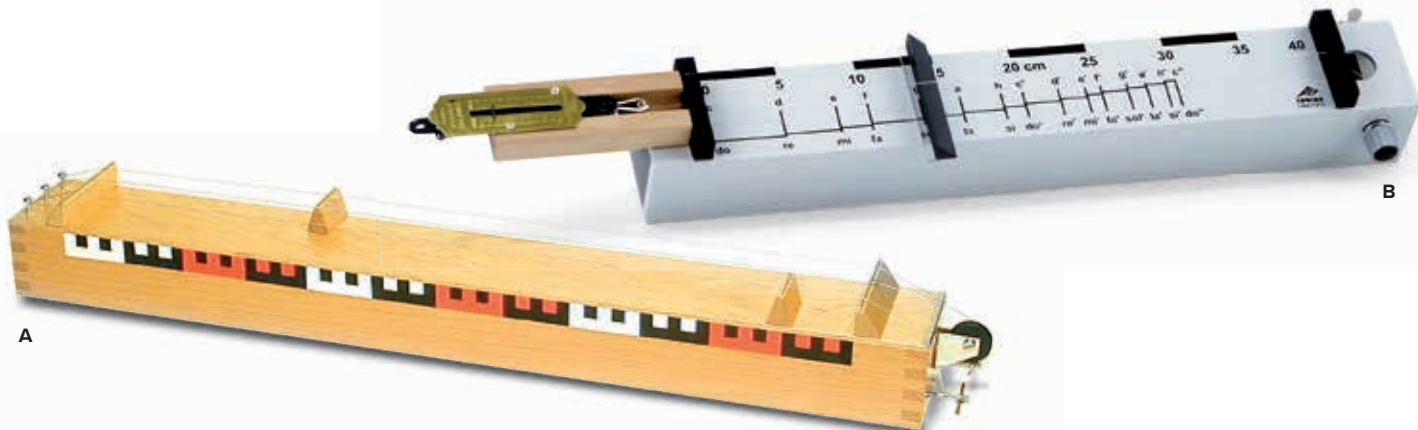
Martelo de borracha particularmente adaptado para diapasões de baixa frequência, por exemplo, para diapasões sobre caixa de ressonância (P-1002612, P-1002613 e P-1002615).

**P-1002614**

#### Martelo duro

Martelo de alumínio particularmente adaptado para diapasões de alta frequência, por exemplo, o diapasão de 2000 Hz (P-1002609).

**P-1002610**



#### A. Monocórdio D

Aparelho de demonstração para a pesquisa da relação entre altura do tom e comprimento da corda, da formação de sobretons através de divisões harmônicas e da dependência da altura do tom da tensão das cordas. Por cima de uma caixa de ressonância são esticadas duas cordas de aço e uma de náilon. A tensão de duas cordas pode ser ajustada por meio de uma tarracha, no caso de uma das cordas isto ocorre por meio de uma polia que varia com a ajuda de massas ou de um dinamômetro. Os comprimentos eficientes de corda são variáveis graças a duas tarrachas independentes.

Comprimento da escala: 600 mm

Divisão da escala: cm e dm

Dimensões da caixa de ressonância: aprox. 700x90x70 mm<sup>3</sup>

**P-1002959**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003375** Dinamômetro 50 N

#### Kit com três cordas de monocórdio (sem foto)

Duas cordas de aço e uma de nylon com alças, adequada para o monocórdio D (P-1002959).

**P-1002960**

#### B. Monocórdio

Caixa de madeira aberta em ambos lados com dispositivo de tensão para uma corda para a representação da relação entre altura de tom e tensão da corda e da dependência entre altura de tom e comprimento da corda. Com dispositivo de leitura de resultados para a força de tensão. Inclui uma corda de aço (tom si) e uma corda de perlon.

Dimensões: aprox. 490x70x60 mm<sup>3</sup>

**P-1000806**



#### Apito

Apito para experiências com a altura do som dependendo da ressonância no comprimento selecionado. Apito fechado de madeira com corte transversal circular, êmbolo móvel, cromático de g<sup>1</sup> (392 Hz) até g<sup>2</sup> (794 Hz).

Área de frequência: aprox. 400 Hz – 800 Hz

Região de ressonância: aprox. 170 mm x 20 mm Ø

Comprimento: aprox. 250 mm

**P-1009924**

#### Ressonador de Helmholtz

Esfera de vidro com um pequeno tubo para fora para a demonstração de ressonâncias acústicas. A oscilação básica é excitada soprando na abertura ou batendo contra o interior oco. Através da elasticidade do ar na esfera em associação com a massa inerte do ar no tubo forma-se um ressonador acústico com ressonância própria claramente definida. A sua frequência depende das dimensões da esfera e do tubo. Com um conjunto de ressonadores de Helmholtz pode-se demonstrar a formação de uma mistura de tons a partir de tons individuais.

Abertura da esfera de vidro: 14 mm Ø

Comprimento do tubinho: 15 mm

Dimensão interna do tubinho: 6 mm

#### Ressonador de Helmholtz, 70 mm Ø

**P-1003520**

#### Ressonador de Helmholtz, 52 mm Ø

**P-1003521**

#### Ressonador de Helmholtz, 40 mm Ø

**P-1003522**

#### Ressonador de Helmholtz, 34 mm Ø

**P-1003523**



#### Metalofone

Metalofone para a demonstração da escala dó maior de c<sup>1</sup> a g<sup>2</sup>. Designação de sons, frequências e as relações de frequências estão impressas. Com martelinho de tocar.

Dimensões: aprox. 320x210 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 510 g

**P-1000804**



#### Alto-falante para câmara de alta pressão

Fonte sonora quase pontual para, por exemplo, a excitação do tubo de Kundt (P-1000814).

Faixa de frequência: 100 Hz - 20 kHz  
Capacidade de carga máx.: 10 W  
Impedância: 8  $\Omega$   
Diâmetro de eixo: 10 mm  $\varnothing$   
Dimensões: aprox. 100x135x80 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 650 g

**P-1000811**



#### Recomendação suplementar:

**P-1009957** Gerador de função FG100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1009956** Gerador de função FG100 (115 V, 50/60 Hz)

#### Alto-falante de banda larga

Fonte de som ideal para experiências acústicas na escala de frequência de 60 Hz até 23 kHz.

Inclui cabo de conexão com plugue de segurança de 4 mm.

Faixa de frequência: 60 Hz - 23 kHz  
(-10 dB)  
Capacidade de carga: 100 W  
(segundo IEC 268-5)

Impedância: 4  $\Omega$   
Agudo: 1/2"  $\varnothing$   
Grave: 5 1/2"  $\varnothing$   
Dimensões: aprox. 225x150x142 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,8 kg

**P-1000812**

#### Recomendação suplementar:

**P-1009957** Gerador de função FG100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1009956** Gerador de função FG100 (115 V, 50/60 Hz)



#### Registro de ondas de ultra-som estacionárias



#### Conjunto de aparelhos conversor de ultra-som de 40 kHz

Conjunto de aparelhos par experiências com a acústica geométrica e mecânica-ondulatória. Baseado no efeito Piezo descoberto pelos irmãos Curie, é aplicada uma tensão alternada num corpo piezoelétrico o qual é levado assim a oscilar. Através de ondas sonoras ele pode, porém, também, ser levado a oscilar, e estas oscilações são convertidas logo em tensão elétrica.

Frequência de ressonância: aprox. 40 kHz  
Largura de faixa: aprox. 6 kHz  
Capacidade: 1900 pF  
Conexão: BNC  
Vara de apoio: 150 mm x 10 mm  $\varnothing$   
Dimensões: 40 mm x 20 mm  $\varnothing$

#### Fornecimento:

1 emissor de ultra-som sobre uma vara de apoio  
1 receptor de ultra-som sobre uma vara de apoio  
1 tela de projeção  
1 régua, 1 m

**P-1009888**

#### Equipamento em aparelhos:

**P-1009888** Conjunto de aparelhos conversor de ultra-som 40 kHz

**P-1009957** Gerador de função FG100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1009956** Gerador de função FG100 (115 V, 50/60 Hz)

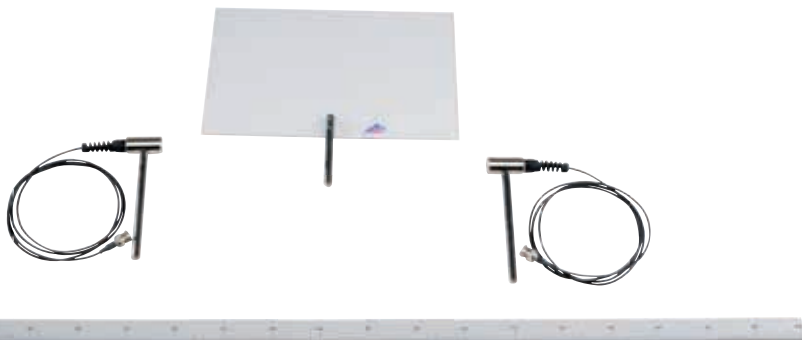
**P-1020910** Osciloscópio digital 2x30 MHz

**P-1001046** Pé de apoio, 0,5 kg (3x)

**P-1002746** Cabo HF

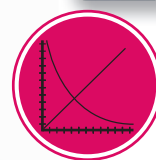
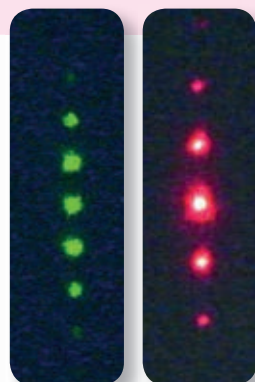
**P-1002752** Peças em T, BNC

**P-1002751** Adaptador para tomada BNC/plug de 4 mm



### Efeito de Debye-Sears

No ano de 1932, Debye e Sears demonstraram pela primeira vez que a luz apresenta um encurvamento ao atravessar um líquido que foi estimulado a vibrar em alta frequência. A máxima e a mínima densidade de uma onda estacionária atuam no caso como um elemento de uma grade óptica de difração. A constante reticular corresponde então à metade da longitude de onda e depende assim da frequência do ultra-som e da velocidade do som no meio submetido à sonografia (p. e. água, azeite de cozinha, glicerina).



UE1070550

PDF ONLINE

#### Equipamento em aparelhos para o efeito de Debye-Sears

P-1002576 Gerador ultra-sônico cw com sonda

P-1002578 Recipiente para amostras

P-1002577 Diodo laser vermelho para o efeito de Debye-Sears

P-1002579 Diodo laser verde para o efeito de Debye-Sears

#### Gerador ultra-sônico cw com sonda

Gerador de ultra-sons para a produção de ondas de ultra-som contínuas com alta potência através de uma ampla faixa de frequência de até 20 MHz. Inclui sonda de multifrequência com superfície de dispersão do som coberta e a prova d'água. A frequência de emissão é ajustável digitalmente a passos de 1 Hz e é indicada no display. A potência do som também é ajustável. Ela é regulada pela tensão de emissão no conversor de ultra-som e pode ser desligada e ligada separadamente. A operação da emissão é indicada por uma lâmpada de controle. A visualização da tensão de emissão ocorre por meio de um display LCD. Na saída de emissão encontra-se um sinal senoidal de uma amplitude máxima de 46 Vpp a disposição. Adicionalmente, a frequência de emissão como sinal TTL está em um conector BNC e como sinal de gerador (máx. 2,5 Vpp) em outro conector BNC. O aparelho pode, assim, ser usado como gerador flexível de sinais. Para o controle dos díodos verdes ou vermelhos para a experiência de Debye-Sears encontra-se uma saída de tensão correspondente a disposição. Esta pode também ser deligada separadamente e está equipada de uma lâmpada de controle.

Frequência do gerador:  $\leq 20$  MHz

Sonda de multifrequência: 1 – 13 MHz

Escalonamento da frequência: 1 Hz

Amplitude do sinal: 2 – 46 Vpp

Saída de sinal de emissão: sinal cw/burst/pulso, pode ser desligado, com lâmpada de controle

Saída TTL: 0 - 5 V, sinal retangular

Saída do gerador de sinais: seno, triângulo ou retângulo cvom cw, burst ou pulso, máx. 2,5 Vpp

Conexão: diodo laser, ajustável, pode ser desligado, com lâmpada de controle

Indicação: corrente, tensão, frequência e modo (cw, burst, pulso) ou, alternativamente, tensão laser, tensão de gerador de sinal e tipo de sinal (seno, triângulo, retângulo), comprimento do burst ou frequência de repetição do pulso

Tensão de alimentação: 100 – 240 V, 50/60 Hz

Dimensões: aprox. 255x170x265 mm<sup>3</sup>

P-1002576

#### Recipiente para amostras, completo

Recipiente da amostra em vidro para a realização da experiência de Debye-Sears ou para a projeção de ondas de ultra-som com luz divergente. Cuba com ajuste de sonda através de três parafusos de ajuste para regular a onda estacionária, por meio de um suporte para laser perpendicular ao eixo de propagação do som, com recepção em lente.

Recipiente para amostras: 100x100x120 mm<sup>3</sup>

Volume da amostra: aprox. 1 litro

Suporte para o laser: 18 mm Ø

Lente: convexa plana, f=100 mm, 16 mm Ø

P-1002578

#### Díodo laser para a experiência do efeito Debye-Sears, vermelho

Díodo laser da classe de segurança II com 1 m de cabo de conexão e aplicador de madeira para a conexão no gerador de ultra-som cw (P-1002576), adaptado ao suporte de laser do recipiente para experiências (P-1002578). Todos os exemplares são medidos na sua longitude de onda e protocolados.

Longitude de onda: aprox. 650 nm

Desempenho: < 1 mW

Tensão de alimentação: 3 V DC

Recepção elétrica: máx. de 30 mA

Dimensões: 90 mm x 17 mm Ø

P-1002577

#### Díodo laser para a experiência do efeito Debye-Sears, verde

Díodo laser da classe de segurança III a com 1 m de cabo de conexão e aplicador de madeira para a conexão no gerador de ultra-som cw (P-1002576), adaptado ao suporte de laser do recipiente para experiências (P-1002578). Todos os exemplares são medidos na sua longitude de onda e protocolados.

Longitude de onda: aprox. 532 nm

Desempenho: < 5 mW

Tensão de alimentação: 3 V DC

Recepção elétrica: máx. de 250 mA

Dimensões: 90 mm x 17 mm Ø

P-1002579

## Ecoscópio ultra-sônico GS200

Aparelho operacional para executar experiências com ultra-som em modo reflexão (princípio do impulso) ou em modo sonografia com as sondas ultra-sônicas de 1 MHz (P-1018617), de 2 MHz (P-1018618) e de 4 MHz (P-1018619). Com unidade de emissão e recepção, amplificação dependente do tempo de uso (TGC, Time-Gain-Control), assim como transdutor analógico/digital integrado e microprocessador para a conexão de um computador de medição e cálculo através da porta USB. A conexão das sondas ultra-sônicas é efetuada a través de robustas tomadas Snap-In, com reconhecimento automático de sonda. Compensação de perdas de intensidade do impulso de ultrassom que passa por um sólido ou um líquido por TGC com valor de limiar, ponto de partida, ponto final e aumento do TGC livremente selecionáveis. Os sinais de função mais importantes (Trigger, TGC, sinal de A-scan – sinal de amplitude –, sinal de US) estão disponíveis na frente do aparelho por tomadas BNC. Inclui software de medição e de análise para sistemas operacionais Windows. Representação na tela do sinal de ultrassom (Ecograma) assim como o sinal TGC simultâneo, sendo que no ecograma, pode-se gravar o sinal A-scan, o sinal de US, ou ambos simultaneamente como função de tempo ou como profundidade de penetração. Todos os ajustes atuais (tipo de operação, nível de transmissão, amplificação, sondas ultrassônicas conectadas), cálculo do espectro de frequência do sinal de US (FFT) e do cepstro, representação de imagens em corte por ultra-som em 2 dimensões (imagens B) e função no tempo de camadas de reflexão em movimento (procedimento tempo-movimento) são indicados na tela. As sondas ultra-sônicas não estão incluídas no fornecimento.

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Área de frequência:           | 1 MHz – 5 MHz  |
| Reconhecimento do transdutor: | automático   |
| Sinal de emissão:             | impulso Dirac ( $< 1\mu s$ , 0 – 300 V)  |
| Potência de emissão:          | 0-30 dB, em passos de 5 dB   |
| Amplificação:                 | 0-35 dB, em passos de 5 dB   |
| TGC:                          | com ajuste contínuo do valor limite, do início, do aumento e do período de tempo, amplificação máx. aprox. 32 dB |
| Saídas (parte dianteira):     | TGC, Trigger, sinal de US, sinal A-scan, todas através de conectores BNC   |
| Conexões de sondas:           | 2, a selecionar entre operação de emissão, recepção ou emissão e recepção simultâneas                            |
| Conexão com PC:               | USB conector do cabo de conexão e tomada incluídos no fornecimento   |
| Taxa de exame:                | 10, 25, 50 e 100 MHz   |
| Recepção de potência:         | aprox. 20 VA   |
| Tensão de rede:               | 100 – 240 V, 50/60 Hz  |
| Dimensões:                    | aprox. 226x169x325 mm <sup>3</sup>   |

**P-1018616**

### Temas para experiências:

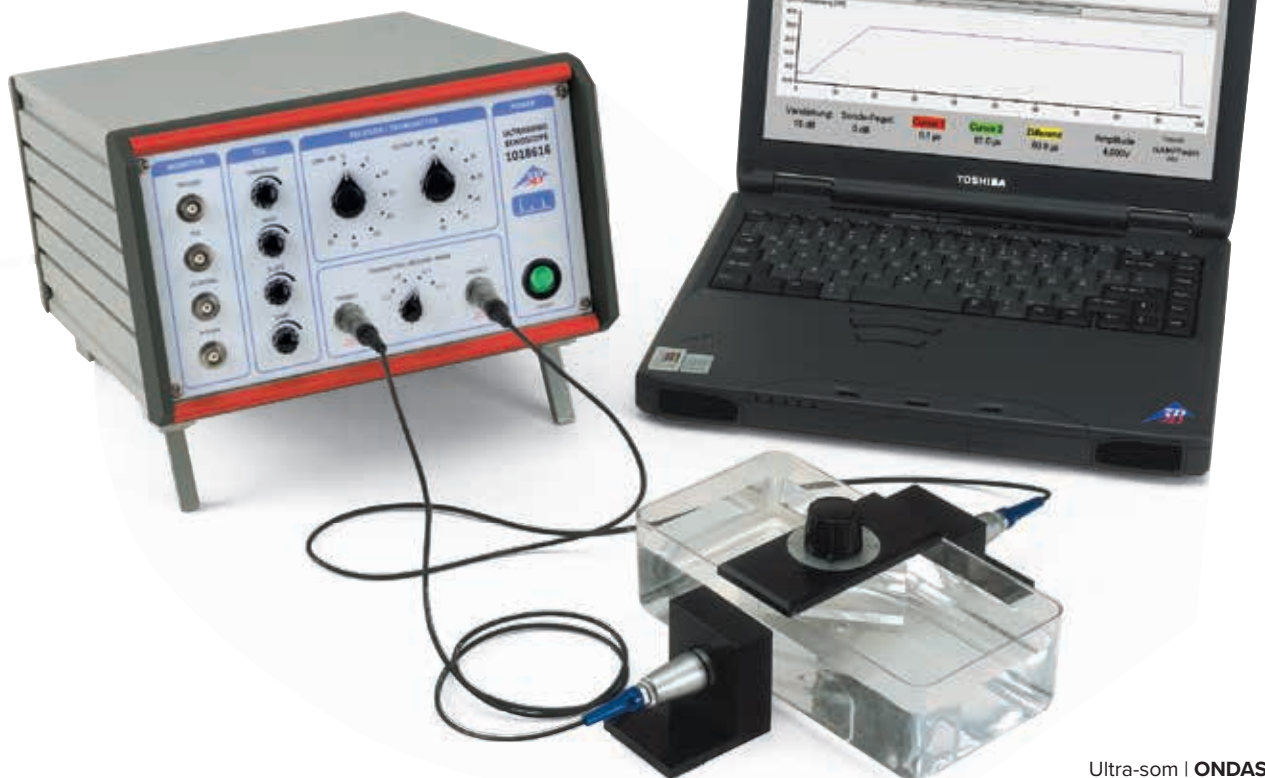
- Propagação de ondas de ultra-som longitudinais e transversais em corpos sólidos
- Determinação das velocidades longitudinais e transversais do som em corpos sólidos
- Determinação de módulo torção, módulo de elasticidade e número de Poisson
- Amortecimento de ondas em corpos sólidos e em líquidos
- Dependência do amortecimento de ondas da frequência
- Amplificação dependente do período
- Dependência da resolução da frequência
- Registro de imagens B (Brightness)
- Recepção de reflexos de ultra-som em camadas limítrofes móveis (Time-Motion-Mode)
- Medição de zonas de perturbação

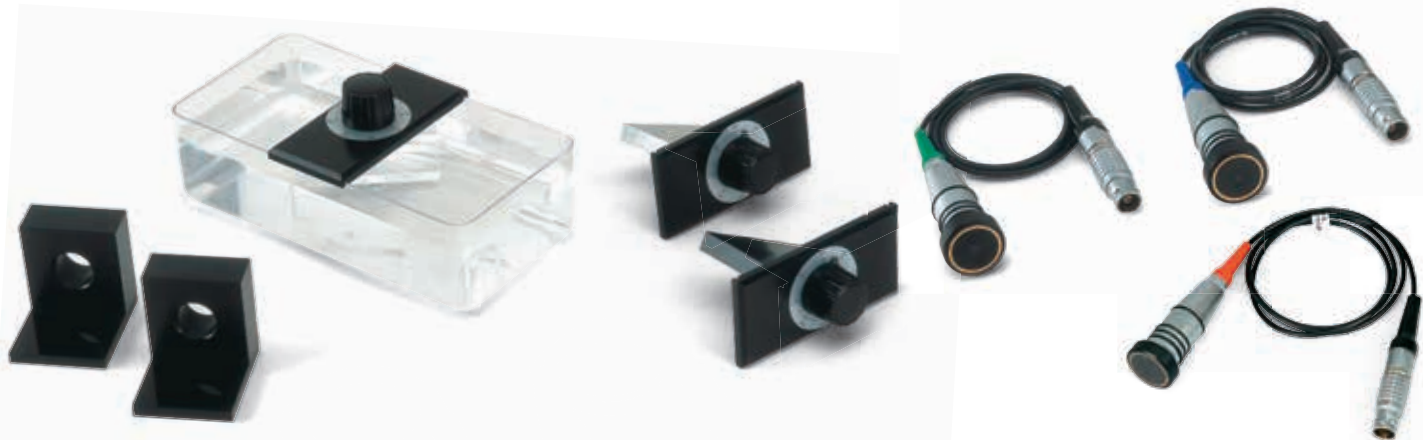
### Equipamento em aparelhos:

**P-1018616 Ecoscópio ultra-sônico GS200**

**P-1002584 Conjunto de aparelhos "Ultra-som em corpos sólidos"**

**P-1018618 Sonda ultra-sônica 1 MHz, GS200 (2x)**





#### Sonda ultra-sônica 1 MHz, GS200

Sonda de ultra-som para pesquisas com grande profundidade de penetração ou alta potência de som com baixa resolução em profundidade, disco de 16 mm em piezocerâmica em armação de metal fundido, adaptação do som à água/acrílico, cabo de 1 m com conector Snap-In codificado por frequência.

Dimensões: 65 mm x 27 mm Ø  
Utilização: com ecoscópio ultra-sônico GS200

**P-1018617**

#### Sonda ultra-sônica 4 MHz, GS200

Sonda de ultra-som para pesquisas utilizando uma resolução de profundidade máxima e uma profundidade de penetração baixa, disco de 16 mm em piezocerâmica em armação de metal fundido, adaptação do som à água/acrílico, cabo de 1 m com conector Snap-In codificado por frequência.

Dimensões: 65 mm x 27 mm Ø  
Utilização: com ecoscópio ultra-sônico GS200

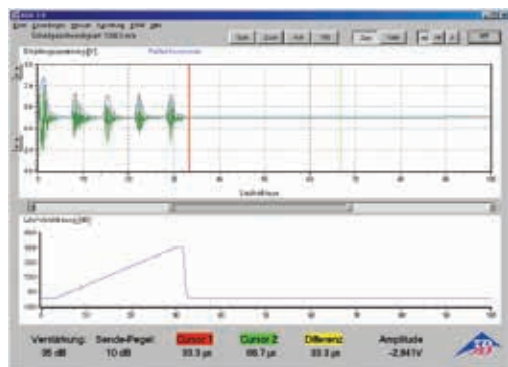
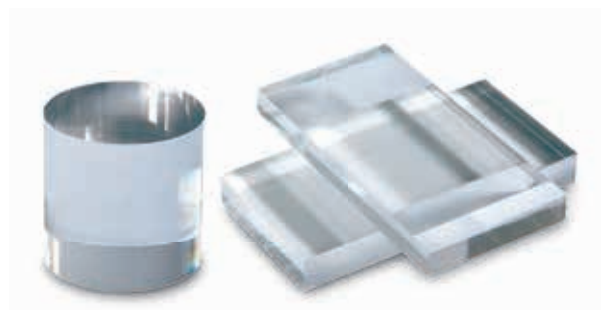
**P-1018619**

#### Par de placas de reflexão com linha de retardo

Placas de poliacrílico polida para a pesquisa de ecos múltiplos e para a medição da absorção dependente da frequência. Para estas medições a sonda ultra-sônica de 4 MHz é particularmente apropriado (P-1018619). Inicialmente registra-se uma imagem de eco com pelo menos 3 ecos e analisa-se o espectro de cada eco. Como resultado, obtêm-se um deslizamento da frequência média para frequências mais baixas, já que a absorção da porção de frequência alta do sinal é maior.

Dimensões: 80x40x10 mm<sup>3</sup>

**P-1002587**



**Reflexão múltipla numa placa de reflexão**

#### Sonda ultra-sônica 2 MHz, GS200

Sonda de ultra-som para pesquisas com profundidade de penetração média, disco de 16 mm em piezocerâmica em armação de metal fundido, adaptação do som à água e acrílico, cabo de 1 m com conector Snap-In codificado por frequência.

Dimensões: 65 mm x 27 mm Ø  
Utilização: com ecoscópio ultra-sônico GS200

**P-1018618**

#### Conjunto de aparelhos “ultra-som em corpos sólidos”

Para a pesquisa da propagação de ondas longitudinais e transversais (ondas de desvio) assim como a determinação das constantes elásticas (módulo de desvio, módulo de elasticidade e valor de Poisson) em sólidos. Além disto, também pode-se determinar a absorção do ultra-som em líquidos através da medição de amplitude dependente do tempo de função com refletores deslocáveis (P-1002585). Consiste em uma bacia de som, placas experimentais de poliacrílico em suporte com escala angular e 2 suportes para as sondas ultra-sônicas de 1 MHz (P-1018617), 2 MHz (P-1018618) ou 4 MHz (P-1018619) para um posicionamento exato da sonda na bacia de som.

Bacia de som: 200x100x60 mm<sup>3</sup>  
Placa experimentais: 104x75x50 mm<sup>3</sup>  
Escala angular: 360°, divisão de 5°  
Placa de poliacrlyl: 70x45x10 mm<sup>3</sup>

**P-1002584**

#### Recomendação suplementar:

**P-1002585 Placa de alumínio em suporte para amostra com escala angular**

**P-1002586 Placa de polioximetileno (POM) em suporte para amostra com escala angular**

#### Placa de alumínio em suporte para amostra com escala angular

Acessório para o conjunto de aparelhos para ondas longitudinais e transversais (P-1002584) para a pesquisa da estimulação de ondas transversais em metais, assim como para a determinação da constante elástica, módulo de desvio, módulo de elasticidade e valor de Poisson do alumínio; muito bom refletor (alto coeficiente de reflexão na água e portanto uma amplitude de sinal de fácil medição para medições de absorção em líquidos (por exemplo, água, azeite de cozinha, glicerina).

Escala angular: 360°, divisão de 5°  
Placa de alumínio: 70x45x10 mm<sup>3</sup>  
Dimensões: 104x75x50 mm<sup>3</sup>

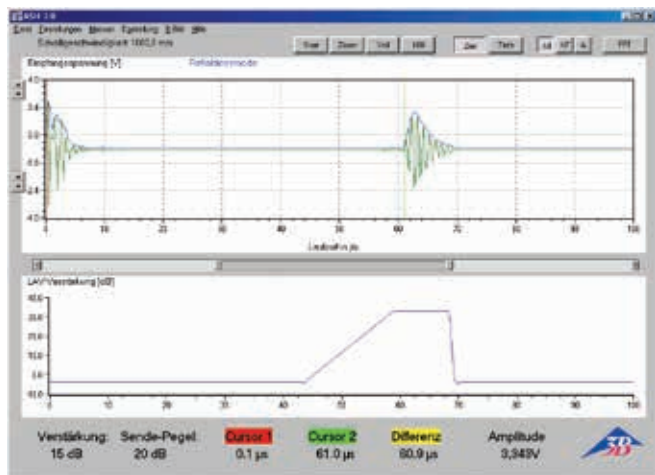
**P-1002585**

#### Placa de polioximetileno (POM) em suporte para amostra com escala angular

Acessório para o conjunto de aparelhos para ondas longitudinais e transversais P-1002584, para a pesquisa da estimulação de ondas transversais em materiais plásticos, assim como para a determinação da constante elástica, módulo de desvio, módulo de elasticidade e valor de Poisson do POM.

Escala angular: 360°, divisão de 5°  
Placa de POM: 70x45x10 mm<sup>3</sup>  
Dimensões: 104x75x50 mm<sup>3</sup>

**P-1002586**



Sinal eco de impulso numa perfuração

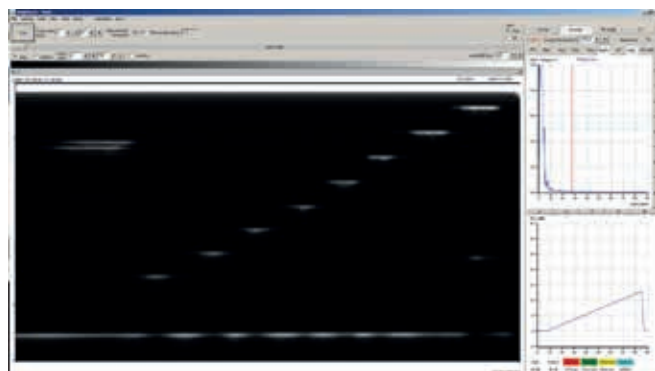


Imagem B: Corpo de acrílico com perfurações

#### Modelo de coração

Recipiente duplo com membrana de borracha e regulador de pressão para a demonstração do movimento das paredes cardíacas pelo método TimeMotion. Na experiência é produzida uma imagem parecida com a da parede coronária de um coração batente numa ecocardiografia num diagnóstico médico.

Dimensões: 160x70 mm<sup>2</sup>

**P-1002590**

#### Exigência complementar:

**P-1018616** Ecoscópio ultra-sônico GS200

**P-1018619** Sonda ultra-sônica 4 MHz, GS200

**P-1008575** Gel de contato para ultra-som



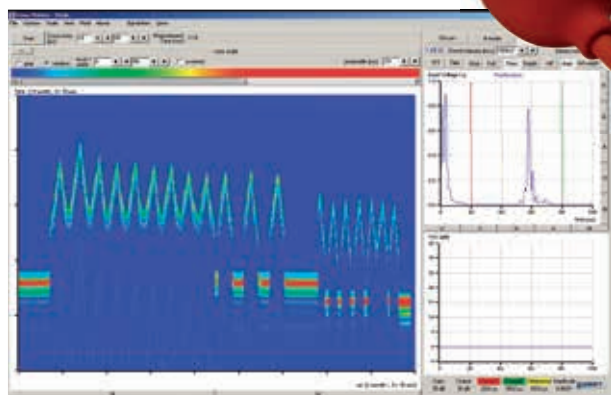
#### Kit de 3 cilindros

Cilindros de poliacrílico para a determinação da velocidade do som e da absorção do ultra-som no acrílico transparente. As medições podem ser efetuadas tanto no modo reflexão como no modo exame.

Dimensões: 40 mm, 80 mm e 120 mm

Diâmetro: 40 mm

**P-1002588**



Time-Motion-Scan



#### Modelo de olho para a biometria de ultra-som

Modelo de olho ampliado com córnea, cristalino e corpo de vidro num tamanho três vezes maior para a demonstração dos fundamentos da biometria de ultra-som. As relações biométricas do olho humano (distância entre a córnea e o cristalino, espessura do cristalino, distância entre o cristalino e a retina) são sobressalentemente apropriadas para demonstrar as medições de distância com a técnica de ultra-sonografia pulso-eco. Com o ecoscópio ultra-sônico GS200 (P-1018616) e a sonda ultra-sônica 2 MHz (P-1018618) são medidos os típicos ecos e as velocidades do som. Com isto podem ser calculadas as medições geométricas de objetos individuais do olho. Uma lesão nas proximidades do fundo do olho é visível pela sua ecoestrutura difusa.

Diâmetro: 80 mm

**P-1012869**

#### Exigência complementar:

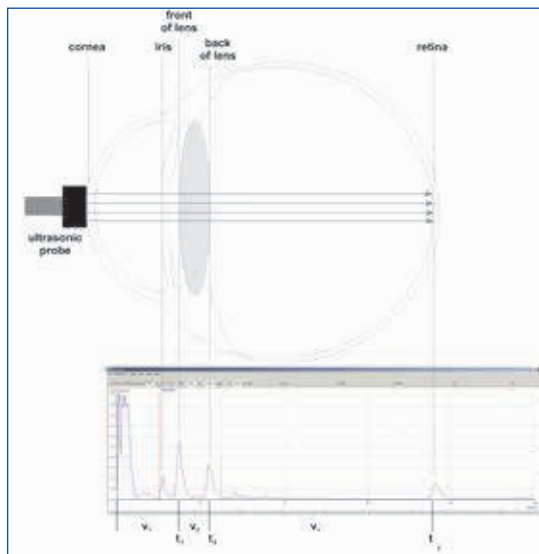
**P-1018616** Ecoscópio ultra-sônico GS200

**P-1018618** Sonda ultra-sônica 2 MHz, GS200

**P-1008575** Gel de contato para ultra-som

#### Recomendado para comparação:

**P-1000259** Modelo de olho, 3 vezes o tamanho natural, 6 partes



**Imagem A e representação esquemática do olho**



#### Modelo de seio único com tumor benigno

Reprodução de silicone 3B SKINlike™ de um seio com tumores benignos simulados para a demonstração do modo imagem B com ecoscópio ultra-sônico GS200 (P-1018616).

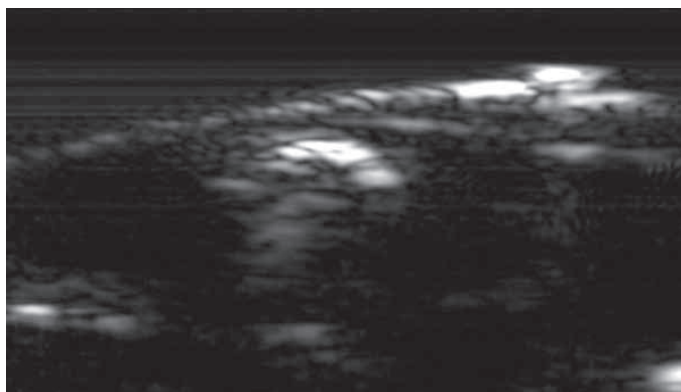
**P-1000345**

#### Exigência complementar:

**P-1018616** Ecoscópio ultra-sônico GS200

**P-1018617** Sonda ultra-sônica 1 MHz, GS200

**P-1008575** Gel de contato para ultra-som



**Imagem B: Modelo de seio**

#### Gel de contato para ultra-som (sem fotos)

Para acoplar a sonda ultra-sônica aos objetos de pesquisa sólidos.

Conteúdo: 250 ml

**P-1008575**

#### Líquido para o efeito Doppler

Líquido de contraste com propriedades de difusão excelentes para ondas ultra-sônicas na faixa de frequência de 1 – 6 MHz e de viscosidade adaptada para experiências de ultra-som de Doppler. Em garrafa de matéria plástica.

Conteúdo: 1 l

Difusão do ultra-som: 1 – 6 MHz

Cor: azul

Diâmetro da micro-bolha de vidro: 30 – 50 µm

**P-1002574**



#### Equipamento em aparelhos:

**P-1002571** Aparelho de ultra-som Doppler

**P-1002582** Sonda ultra-sônica 2 MHz

**P-1002572** Conjunto de prismas de Doppler e tubos de fluxo

**P-1002573** Tubo ascendente para medição de pressão

**P-1002574** Líquido para o efeito Doppler

**P-1002575** Bomba centrífuga

**P-1008575** Gel de contato para ultra-som

#### Aparelho de ultra-som Doppler

Aparelho de ultra-som para a execução de experiências da lei de Doppler, da mecânica do fluxo de fluidos e da ultra-sonografia de Doppler. Inclui software de medição e análise para sistemas de operação Windows para a representação dos sinais de medição e dos espectros de Doppler codificados por cores. Se as ondas emitidas são refletidas ou difundidas por partículas ou bolhas num líquido

corrente estas podem sofrer um desvio de Doppler da frequência.

O aparelho registra as ondas difundidas e produz um sinal áudio cujo volume é uma medida para a amplitude do sinal refletido, e a sua frequência é uma medida para velocidade do difusor. Simultaneamente é mostrada a amplitude na forma de barras no display LED. A sensibilidade e o volume podem ser ajustados com a ajuda dos botões correspondentes. Além disso, o aparelho operacional pode passar os dados para um PC para um registro detalhado e para análise. Durante a medição é mostrado o sinal Doppler NF atual. A análise ocorre através da transformação de Fourier no espaço de frequência, cujo resultado pode ser interpretado como distribuição da velocidade na perturbação.

Frequência: 1 MHz, 2 MHz e 4 MHz

Amplificação: 10 – 40 dB

Display: barras LED e sinal acústico com ajuste de volume

Conexão PC: USB

Tensão de alimentação: 90 – 230 V, 50/60 Hz

Dimensões: aprox. 256x185x160 mm<sup>3</sup>

**P-1002571**

#### Conjunto de prismas de Doppler e tubos de fluxo

Conjunto de aparelhos consistindo em tubos de plástico e mangueiras de diferentes diâmetros para a pesquisa de fenômenos de correntes com ondas de ultra-som. Inclui prismas de Doppler para o acoplamento da sonda ultra-sônica no tubo ou mangueiras em três ângulos diferentes.

#### Fornecimento:

1 prisma duplo 1/4"

1 prisma duplo 3/8"

1 prisma duplo 1/2"

1 tubo de correntes 1/4", 300 mm

1 tubo de correntes 3/8", 300 mm

1 tubo de correntes 1/2", 300 mm

1 mangueira 1/4", 1000 mm

1 mangueira 3/8", 3000 mm

1 mangueira 1/2", 1000 mm

diversos conectores de mangueira,

peças T e acessórios

**P-1002572**

#### Tubo ascendente para a medição de pressão

Conjunto de quatro tubos ascendentes com escala milimétrica para a medição das proporções de pressão em até quatro pontos de medição do circuito de fluxo. Inclui mangueiras e conectores de Luer-Lock para a conexão no circuito de fluxo e tripé.

Comprimento: 1000 mm

Conectores: Luer-Lock, macho

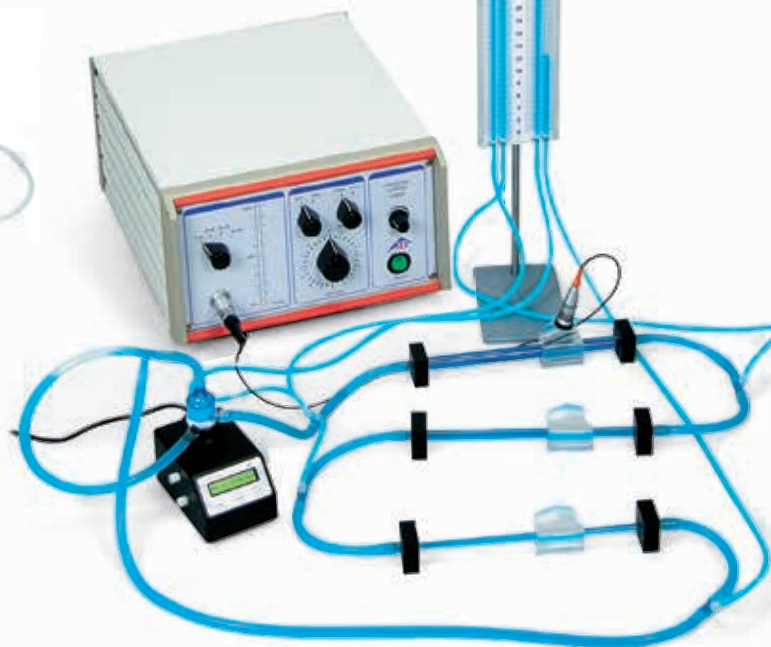
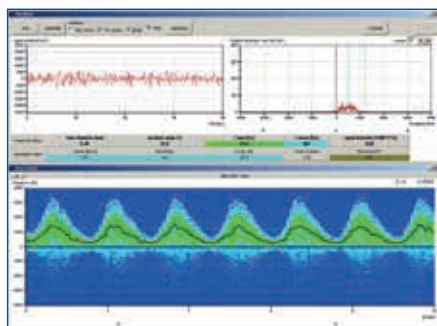
Comprimento mangueiras: 1200 mm

Conectores mangueiras: 3/8" com Luer-Lock, fêmea

**P-1002573**

#### Temas para experiências:

- Análise de correntes de líquidos com ajuda de ondas de ultra-som
- Experiências para a lei de Doppler
- Medição de velocidades de fluxo
- Comprovação dos fluxos laminares e turbulentos
- Experiências para a equação de continuidade, para a equação de Bernoulli (Pressão estática e dinâmica) e para a lei de Hagen-Poiseuille (Resistência ao fluxo)



#### Sonda ultra-sônica 2 MHz

Sonda de ultra-som para pesquisas com profundidade de penetração média, disco de 16 mm em piezocerâmica em armação de metal fundido, adaptação do som à água e acrílico, cabo de 1 m com conector Snap-In codificado por frequência

Dimensões: 65 mm x 27 mm Ø

Utilização: com aparelho de ultra-som Doppler

**P-1002582**





#### Conjunto de aparelhos simulador de braço

Modelo de um braço humano para a simulação de análise ultra-sonográfica de Doppler em vasos sanguíneos, inclui sonda ultra-sônica de Doppler e líquidos sanguíneos de contraste. O modelo contém várias mangueiras (vasos sanguíneos) e uma estenose. Em relação com o aparelho de ultra-som de Doppler (P-1002571) e a bomba centrífuga (P-1002575) podem ser simulados análises típicas da diagnose vascular. Nisto os espectros de Doppler para o fluxo arterial ou venoso com fluxo sanguíneo pulsante (batida cardíaca) e continuado e são feitos audíveis os ruídos típicos da ultra-sonografia de Doppler. Especialmente interessante é a mudança dos espectros e dos ruídos de Doppler durante o descobrimento da estenose na dobra do braço. Adicionalmente, no fluxo pulsante podem ser calculados o índice de fluxo e o índice de resistência a partir da curva de medição.

Frequência da sonda: 2 MHz

Dimensões da sonda: 200 mm x 15 mm Ø

Comprimento de cabo: 1 m

#### Fornecimento:

- Modelo de braço com estenose
- Mangueiras de silicone
- Conectores de 3/8"
- Sonda ultra-sônica de Doppler
- 250 ml de líquido de contraste sanguíneo
- Funil
- Tampas de borracha

**P-1012880**

#### Equipamento em aparelhos:

**P-1002571** Aparelho de ultra-som Doppler

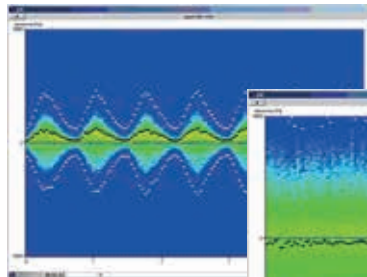
**P-1002575** Bomba centrífuga

**P-1012880** Conjunto de aparelhos simulador de braço

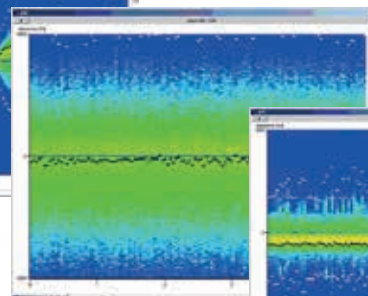
**P-1008575** Gel de contato para ultra-som

#### Temas para experiências:

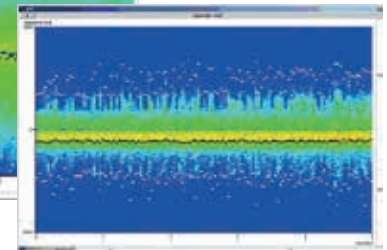
- Para análise ultra-sônica de Doppler no braço
- Medição da velocidade do fluxo sanguíneo
- Registro de espectros de Doppler e curvas de pulso
- Diagnóstico de uma estenose (estreitamento vascular) no braço



*Espectro de Doppler no fluxo arterial*



*Espectro de Doppler de uma estenose*



*Espectro de Doppler no fluxo venoso*

#### Bomba centrífuga

Bomba para líquidos com velocidade de fluxo constante, de regulação contínua para a análise de fenômenos de correntes com perfil de fluxo laminar. Dispõe de duas conexões de plugue 3/8" para a conexão do circuito elétrico (P-1002572) ou do espectro do simulador de braço (P-1012880). A indicação entre o número de giro e fluxo é comutável. A indicação de fluxo pode ser calibrada de acordo a resistência de fluxo. Para experiências de ultra-sonografia de Doppler no simulador de braço, a bomba pode ser comutada para fluxo pulsante (simulação da batida cardíaca) com frequência de pulso variável. Através disto é possível a derivação dos sinais de ultra-som típicos da diagnose vascular.

Conexões: 2x 3/8"

Fluxo máx.: 6 l/min

Display: LCD

Tensão de conexão na fonte: 90 – 230 V, 50/60 Hz

**P-1002575**



### Ultrassom-Tomografia Computadorizada

Para controle da tomografia computadorizada com o computador, é utilizado o software AScan, fornecido juntamente com o ecoscópio ultrassônico. Podem ser geradas tanto imagens B digitalizadas mecanicamente, quanto imagens de tomografia por ultrassom. O algoritmo de tomografia computadorizada é integrado ao software AScan como módulo. São representadas graficamente as imagens de atenuação e de tempo de execução filtradas e não filtradas, a imagem A atual, o ajuste da amplificação dependente de tempo de execução e a amplitude da digitalização linear em curso no momento. Além disso, a respectiva posição do digitalizador é mostrada em milímetros e o ângulo de rotação atual em graus. A imagem de tomografia computadorizada (imagens de atenuação e de tempo de execução) é atualizada após cada digitalização de linha e construída gradativamente, de forma que a formação da imagem de tomografia possa ser acompanhada em detalhe. As imagens de tomografia computadorizada e as imagens B podem ser exportadas e impressas. Conforme o tempo e o objeto, pode ser determinado o número de posições de rotação e o tamanho do passo, assim como o comprimento da digitalização.

#### Equipamento em aparelhos: Ultrassom-Tomografia Computadorizada

| Número/Designação                                       | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 ecoscópio ultrassônico GS200                          | P-1018616  |
| 1 aparelho de tomografia computadorizada                | P-1017782  |
| 1 controlador de aparelho de tomografia computadorizada | P-1017783  |
| 1 cuba de medição de tomografia computadorizada         | P-1017785  |
| 1 CT-Probe  | P-1017784  |
| 2 sondas de ultrassom de 1 MHz, GS200                   | P-1018617  |
| 1 sonda de ultrassom de 2 MHz, GS200                    | P-1018618  |

#### Controlador de tomografia computadorizada

Controlador para controle dos dois motores de passo para o eixo linear de deslocamento e o eixo de rotação do tomógrafo. Controle da direção de deslocamento e de rotação e velocidade de deslocamento e de rotação no controlador manualmente ou por conexão USB a um PC.

Saída: 2 x controle de motor de passo, 5 V bipolar, máx. 2 A  
Interface: USB  
Tensão de alimentação: 100 – 240 V, 50/60 Hz  
Recepção de potência: máx. 50 VA  
Dimensões: 155x170x315 mm<sup>3</sup>

**P-1017783**



#### Cuba de medição de tomografia computadorizada

Cuba de amostras para o tomógrafo, de acrílico fino. Com múltiplos suportes de sonda para fixação e acoplamento das sondas de ultrassom na parede da cuba. Como o acrílico apresenta um salto acústico de impedância comparativamente pequeno em relação à água, reflexões são amplamente evitadas.

Material: Acrílico  
Densidade da parede: aprox. 4 mm  
Dimensões: 430x150x150 mm<sup>3</sup>

**P-1017785**



#### Aparelho de tomografia computadorizada

Aparelho de tomografia computadorizada para rotação e deslocamento da amostra para geração de imagens tomográficas. Rotação e deslocamento são realizados por motores de passo. Durante a medição, o tomógrafo movimenta para frente e para trás a amostra entre as sondas de ultrassom acopladas de fora no recipiente de amostra, correspondentemente ao algoritmo de tomografia computadorizada.

Com mesa deslizante para receber objetos apropriados para exame. A mesa deslizante é imersa na cuba de amostra. O conjunto deslizante tem altura ajustável, de forma que a região de exame possa ser adaptada à amostra.

Deslocamento linear: máx. 400 mm  
Resolução local: <10 µm  
Velocidade máxima de deslocamento: 18 cm/min  
Ângulo de rotação: 0–360°  
Resolução angular: 0,225°  
Velocidade angular máxima: 1 U/min  
Dimensões: 210x353x520 mm<sup>3</sup>

**P-1017782**

#### Amostra de tomografia computadorizada

Cilindro preto de plástico com heterogeneidades em absorção e velocidade do som. Com suporte de ímã para fixação no prato giratório do tomógrafo. Na tomografia ultrassônica, dois valores diferentes de medição podem ser registrados, a absorção e a velocidade do som.

Diâmetro: 60 mm  
Altura: 70 mm

**P-1017784**



# ENERGIA E MEIO AMBIENTE

## Lâmpada de halogênio 500 W (230 V, 50/60 Hz)

Poderosa fonte luminosa para experiências com, por exemplo, o kit “Fundamentos do coletor solar” (P-1000839). Com punho.

**P-1000894**

### Exigência complementar:

**P-1002835** Tripé

## Lâmpada de reposição para a lâmpada de halogênio,

500 W (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003536**



### Fundamentos do coletor solar

Conjunto de aparelhos com quatro corpos de medição com tratamentos de superfície diferentes para isolamento e cobertura para experiências sobre a utilização da energia solar. Quatro séries de experiências realizáveis em aproximadamente 25 minutos demonstram magistralmente a evolução da temperatura e a temperatura máxima do corpo de medição solar ao ser irradiado com luz. O fornecimento é efetuado numa embalagem resistente.

Capacidade de armazenamento: aprox. 365x310x70 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 1 kg

### Fornecimento:

- 4 Corpos de medição solares, cada um com cores diferentes
- 2 Carcaças de isolamento
- 2 Montagens para os corpos de medição
- 1 Pratos transparentes de acrílico
- 4 Termômetros, -10 – +110° C

**P-1000839**

### Exigência complementar:

**P-1000894** Lâmpada de halogênio 500 W (230 V, 50/60 Hz)

### O portador de energia do futuro

Células combustíveis, eletrolisadores e tecnologia de hidrogênio solar são essenciais para o abastecimento contínuo de energia no futuro, necessário para a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, conservando os padrões de vida atuais. Demonstre hoje mesmo aos seus alunos os efeitos de uma tecnologia fascinante. A água pura torna-se armazenadora de energia, com a ajuda da energia regenerativa, separado eletroliticamente em suas duas partes, ou seja, hidrogênio e oxigênio. Na transformação dos gases em uma célula combustível originam-se corrente elétrica, calor e água. Por meio da tecnologia proveniente do emprego de membranas nos sistemas de demonstração e aprendizado, cedemos o uso de líquidos ácidos e utilizamos exclusivamente água destilada.

### Sistema de demonstração com células combustíveis

Modelo funcional de um sistema solar a hidrogênio composto de módulo solar, eletrolisador PEM, reservatórios de hidrogênio e oxigênio, células combustíveis PEM e ventilador. Posicionado de forma prática sobre uma placa de base.

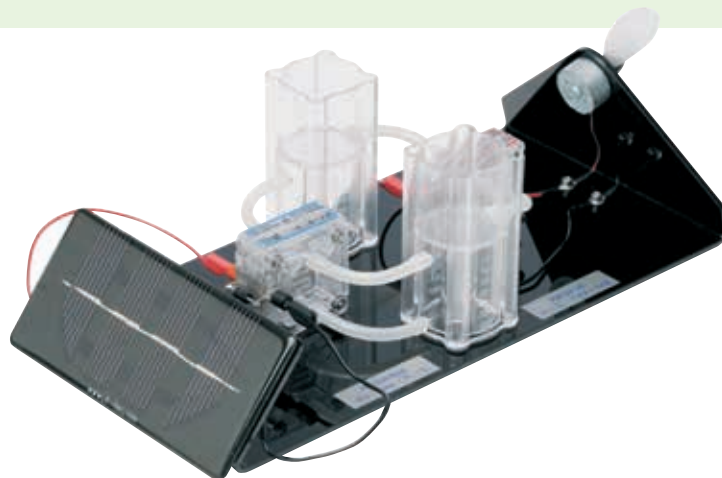
|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Módulo solar:           | 2,0 V / 350 mA                     |
| Eletrolisador:          | 1 W                                |
| Potência do ventilador: | 10 mW                              |
| Dimensões:              | aprox. 100x300x150 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                  | aprox. 600 g                       |

**P-1002689**

### Para a sua segurança:

Use exclusivamente água destilada.

Não é recomendado uso de eletrólitos ácidos como, por exemplo, solução de potassa cáustica (KOH).



### Conjunto de aparelhos para o efeito estufa

Conjunto de aparelhos para a demonstração expressiva do efeito dos gases de efeito estufa sobre a absorção das radiações infravermelhas com experiências rápidas e de simples realização. Para a simulação dos raios solares que incidem sobre a Terra, serve a luz visível de uma lâmpada incandescente de refletor que passando por água tem seu comprimento de onda infravermelho reduzido. A radiação infra-vermelha de onda longa de uma placa de metal preta aquecida simula a radiação infravermelha emitida pela Terra. Ambos tipos de radiação atravessam o ar ou gás butano num tubo de metal e são logo registrados com uma coluna térmica. Uma comparação mostra que a radiação infravermelha de onda longa é fortemente absorvida pelo gás butano. Gás butano liberado na atmosfera tem por isso o efeito de aquecer a atmosfera terrestre, ou seja, o gás butano gera efeito estufa.

### Fornecimento:

- 1 placa base
- 1 rosca de lâmpada com lâmpada incandescente de refletor
- 1 cubeta sobre vara
- 1 placa de metal preta
- 1 tubo de metal, simples
- 1 tubo de metal, com torneira
- 2 punhos
- 1 mangueira de silicone
- 1 caixa de armazenamento

### Conjunto de aparelhos para o efeito estufa

(230 V, 50/60 Hz)

**P-1000837**

### Conjunto de aparelhos para o efeito estufa

(115 V, 50/60 Hz)

**P-1009764**

### Exigência complementar:

**P-1000824** Coluna térmica segundo Moll

Gás butano (gás de isqueiro)

**P-1001028** Amplificador de medição S

**P-1000866** Transformador 12 V (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000865** Transformador 12 V (115 V, 50/60 Hz)

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

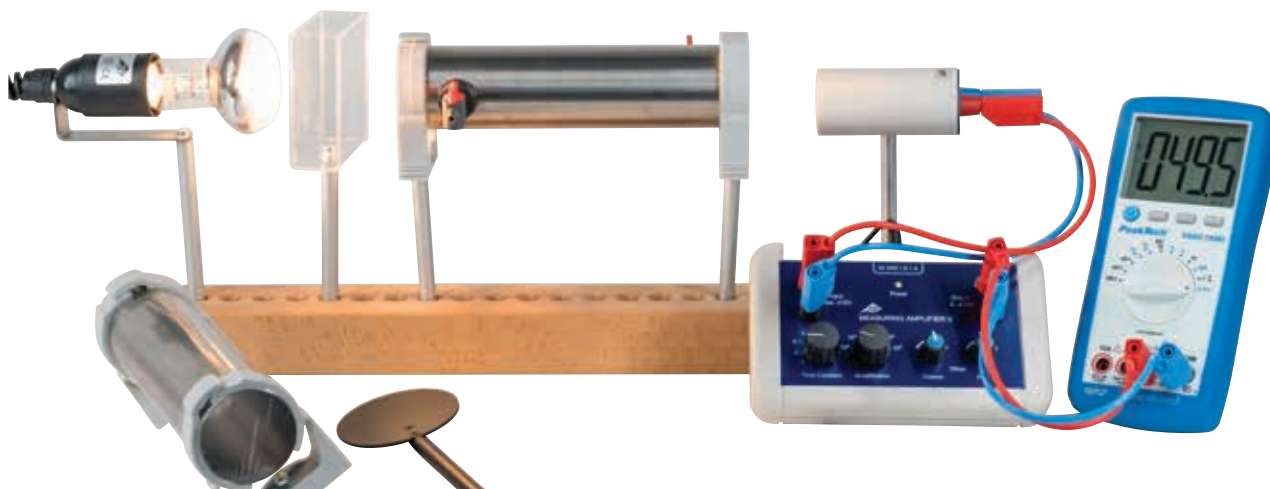
### Alternativa:

**P-1020742** Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1020744** Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)

**P-1002781** Multímetro digital P1035





#### Medidor infravermelho de temperatura e umidade do ar

Instrumento de medição digital para a medição sem contato a partir de grandes distâncias, por exemplo, no caso de objetos quentes ou em movimento e de lugares de difícil acesso, assim como para a indicação simultânea da umidade do ar. Com diodo laser como ajuda para apontar integrado na sonda de medição, display LCD iluminado, função Max e Data Hold, passagem de °C a °F e desligamento automático. Inclui bolsa de transporte e bateria.

Área de medição da temperatura: 50° C – +500° C; -58° F – +932° F  
 Resolução: 0,1° C/F  
 Precisão: ±2% do valor de medição ±2° C / 4° F  
 Área de medição da umidade do ar: 5% – 95%  
 Resolução: 0,1%  
 Precisão: ±3,5%  
 Função de dupla indicação LCD: de 3 ½ dígitos, 21 mm com iluminação  
 Tensão de alimentação: bateria de 9 V  
 Dimensões: aprox. 90x170x45 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 360 g

**P-1002795**



#### Higrômetro de precisão – fio de cabelo

Higrômetro para a medição da umidade relativa do ar. Consiste numa armação redonda de matéria plástica com um cabelo sintético como elemento medidor. O cabelo sofreu um tratamento especial de modo a reagir rapidamente às mudanças de umidade. Para a suspensão na parede.

Área de medição: 0% – 100% de umidade relativa  
 Área de temperatura: -35° C – +65° C  
 Precisão da indicação: ±5%  
 Diâmetro: 100 mm

**P-1002877**



#### Anemômetro digital de bolso

Anemômetro impermeável para a medição da velocidade do vento. Indicação da temperatura sentida em dependência da temperatura do ar e a velocidade do vento. Indicação das velocidades médias e máximas. Curvas de vento na escala Beaufort. Fornecido com bolsa com fecho.

Velocidade do vento: 0,2 ... 30 m/s  
 Precisão: ±5% da velocidade do vento média  
 Unidades: km/h, m/h, m/s ou nós  
 Temperatura: -30 – +59° C  
 Bateria: 3,0 V (CR2032)  
 Dimensões: aprox. 137x50x18 mm<sup>3</sup>

**P-1010250**



#### Higro-termômetro digital

Instrumento de medição para a indicação da temperatura interior e exterior assim como da umidade ambiente. Com função mín./máx. e sinal acústico quando a temperatura atinge 0 graus ou cai abaixo de 0, passagem de °C a °F, interruptor liga/desliga, argola para suspender e apoio inclinado dobrável.

#### Áreas de medição:

Temperatura (interna): 0° C – +50° C / 32° F – +122° F  
 Temperatura (externa): -50° C – +70° C / -58° F – +158° F  
 Umidade do ar: 20% – 99%  
 Resolução: 0,1° C/F, 1%  
 Precisão (temp.): ±1° C / ±2° F  
 Precisão (umidade do ar): ±3%  
 Sensor de temperatura externa: comprimento do cabo, 3 m

**P-1003011**

### Estação meteorológica sem fio

Estação meteorológica com recepção, sem fio, da temperatura externa de 3 pontos de medição dentro de uma distância máxima de 25 m. Com indicação comutável de °C/°F, função de Max/Min, medição de tempo, indicação da tendência para a pressão atmosférica, com controle para a hora e desligar. Com um ponto de medição de temperatura externa com 2 baterias de 1,5V (AA) e 2 de 1,5V (AAA). Capa cinza/prata. Possível ser erguido ou pendurado.

Temperaturas externas: -30° C – +70° C

Temperaturas internas: 0° C – +60° C

Umidade: 1 – 99%

**P-1010248**



### Indicador de nível de ruídos SPL

Aparelho de nível de ruídos sensível, fácil de operar, com indicador digital em decibéis (dB) e nível de ajuste livre para a utilização como luz de alerta. Com display colorido na forma de um rosto verde alegre ou de um vermelho triste. Operável alternativamente como aparelho de parede ou como aparelho de mesa; e graças à forma da inteligente construção compacta é fácil de transportar. Liga e desliga automático em caso de padrões de ruídos característicos. Comutação automática para o modo econômico de corrente stand-by (em espera) em nível de ruído mínimo durante tempo prolongado. O brilho dos elementos indicadores é ajustável. Inclui tripé, cabo USB/miniUSB e acessório de fonte alimentação.

|   |  |
|---|--|
| Display:                                    | 100 mm Ø, com LED                              |
| Faixa de medição:                           | 40 dB – 130 dB                                 |
| Resolução:                                  | 1 dB   |
| Nível de comutação para indicação colorida: | ajustável livremente, a passos de 1 dB         |
| Fonte de alimentação:                       | 5 V DC sobre tomada de miniUSB                 |
| Recepção de corrente:                       | 150 mA (modo de operação)<br><1 mA (em espera) |
| Acessório USB:                              | 100 – 240 V, 50/60 Hz                          |
| Dimensões:                                  | aprox. 130x145x12 mm <sup>3</sup>              |
| Massa:                                      | aprox. 400 g                                   |

**P-1012741**



## Poluição sonora – Causa número 01 da poluição ambiental

### Ruído

- danifica o ouvido
- dificulta a percepção de sinais importantes
- impede os rendimentos corporais e mentais
- molesta e afeta o bem-estar psíquico
- perturba o relaxamento e o sono
- pode evocar estresse crônico, dores físicas e doenças



# CALOR E TERMODINÂMICA



## Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -65° C – 550° C

Sensor de temperatura com cano (V4A) de aço fino inoxidável, flexível (rígido) e cabo de silicone.

Área de medição: -65° C – 550° C

Tempo de resposta: aprox. 3 s

Cano: 130 mm x 1,5 mm Ø

**P-1002804**

## Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -200° C – 1150° C

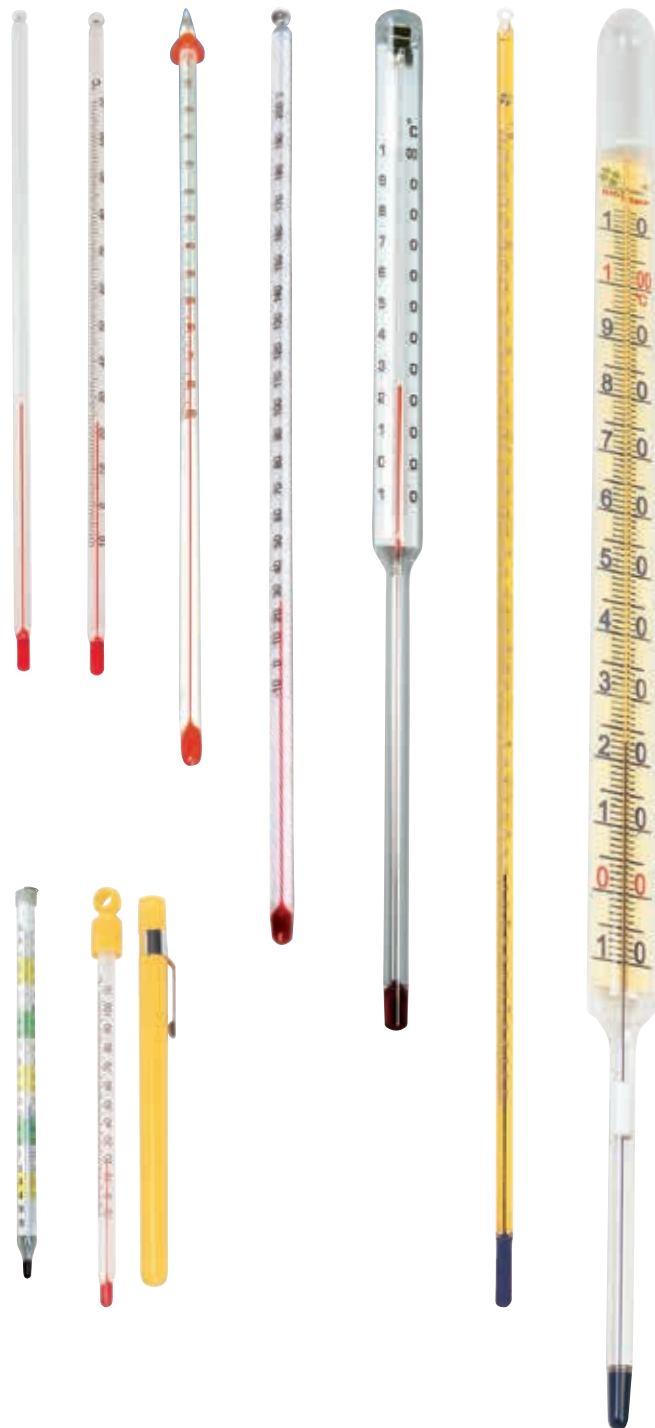
Sensor de temperatura com cano (Inconel) de aço fino inoxidável, dobrável, com cabo de silicone.

Área de medição: -200° C – 1150° C

Tempo de resposta: aprox. 3 s

Cano: 150 mm x 1,5 mm Ø

**P-1002805**



## Conjunto de 3 termoelementos

Conjunto com três termopares diferentes para a comprovação do efeito Seebeck e para a medição da tensão térmica em dependência da diferença de temperatura relativa ao ponto de referência. Para geração de diferença de temperatura, o ponto de contato do termopar respectivo é imerso em água.

Comprimento da fiação: 2 m

Temperatura de operação: -75°C até 250 °C

Conector: conector de segurança de 4 mm

Sensibilidades: 30 µV/K (NiCrSi-NiSi)

43 µV/K (NiCr-NiAl)

54 µV/K (Fe-CuNi)

## Fornecimento:

1 termopar tipo N, NiCrSi-NiSi

1 termopar tipo K, NiCr-NiAl

1 termopar tipo J, Fe-CuNi

**P-1017904**



## Clipe para termômetro

Clipe de aço nobre para o apoio de termômetros em copos.

**P-1003528**

| Nº de cat. | Denominação                    | Área de medição             | Div. escala | Dimensões  | Observações   |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|--|---|
| P-1002881  | Termômetro de bolso            | -10° – 110° C               | 1° C        | 165 mm x 10 mm Ø   | Forma de vara, escala de fundo branco, preenchimento especial vermelho, em estojo protetor de plástico amarelo com clip.                  |
| P-1002879  | Termômetro em vara, graduado   | -10° – 110° C               | 1° C        | 260 mm x 6 mm Ø  | Termômetro de vidro com argola, escala de fundo branco, preenchimento especial vermelho, em estojo transparente quadrado.                 |
| P-1002880  | Termômetro em vara, sem escala | –                           | –           | 290 mm x 6 mm Ø  | Para demonstração da função e modo de operação dos termômetros. Como o P-1002879, porém, sem escala.                                      |
| P-1003384  | Termômetro                     | -20° – 110° C               | 1° C        | 295 mm x 6,3 mm Ø  | Em forma de vara com seguro contra rolamento, capilares embranquecidos, preenchimento de álcool vermelho, embalado em tubo de plástico.   |
| P-1003385  | Termômetro                     | -10° – 150° C               | 1° C        | 295 mm x 6,3 mm Ø  | Em forma de vara com seguro contra rolamento, capilares embranquecidos, preenchimento de álcool vermelho, embalado em tubo de plástico.   |
| P-1003386  | Termômetro                     | -20° – 110° C / 0° – 230° F | 1° C/F      | 295 mm x 6,3 mm Ø  | Em forma de vara com seguro contra rolamento, capilares embranquecidos, preenchimento de álcool vermelho, embalado em tubo de plástico.   |
| P-1003387  | Termômetro                     | -20° – 150° C / 0° – 300° F | 1° C/F      | 295 mm x 6,3 mm Ø  | Em forma de vara com seguro contra rolamento, capilares embranquecidos, preenchimento de álcool vermelho, embalado em tubo de plástico.   |
| P-1003525  | Termômetro                     | -10° – 200° C               | 1° C        | 300 mm x 6 mm Ø  | Termômetro para todo uso em forma de vara, capilares cobertos de branco, líquido de sinalização vermelho, profundidade de mergulho total. |
| P-1003526  | Termômetro de imersão parcial  | -10° – 100° C               | 1° C        | 350 mm x 8 mm Ø, Comprimento da haste de imersão: 150 mm | Termômetro de imersão parcial, suporte de escala interno de vidro fosco, capilar de medição prismático, líquido vermelho.                 |
| P-1003013  | Termômetro em vara, robusto    | -1° – 101° C                | 0,2° C      | 460 mm x 7 mm Ø  | Termômetro em vara robusto com preenchimento azul especial, biologicamente degradável, escala amarelada, com argola.                      |
| P-1003014  | Termômetro de demonstração     | -10° – 110° C               | 1° C        | 650 mm x 30 mm Ø   | Termômetro em vara extra grande com preenchimento azul especial, biologicamente degradável, escala amarelada bem legível.                 |

#### Termômetro de bolso digital de segundos

Para medições de poucos segundos em superfícies, em líquidos, meios maleáveis, ar/ gases, em objetos muito pequenos. Para a conexão com um sensor de medição NiCr-Ni do tipo K. O sensor não está incluso no fornecimento.

Área de medição: -65° C – 1150° C  
-85° F – 1999° F em duas faixas

Resolução: 0,1° C/1° C/F

Precisão em área peq.: 0,05% do valor medido ±0,2% FS

Display: LCD de 3½ dígitos, 13 mm de altura

Dimensões: aprox. 106x67x30 mm³

Massa: aprox. 135 g

**P-1002803**

#### Exigência complementar:

**P-1002805** Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -200° C – 1150° C

OU

**P-1002804** Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -65° C – 550° C





#### Termômetro digital tipo K/IR

Termômetro digital de dois canais com duas entradas do tipo K e sensor IR externo adicional. É também apropriado para medições de temperaturas muito baixas. Com desligamento automático, gravação de valor máximo e função data-hold. Inclui mala, 2 sensores de filamento térmico do tipo K, sensor de temperatura IR, pilha de 9 V e manual de instruções.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Entradas de medição: | dupla tipo K, entrada IR externa         |
| Funções de medição:  | T1, T2, T3, T1-T2, T1-T3, T2-T3          |
| Faixas de medição:   | -200 – 1372°C (tipo K), -30 – 550°C (IR) |
| Erro de medição:     | ±0,5% • 2°C (tipo K), ±2,5% • 2°C (IR)   |
| Resolução:           | 0,1°C                                    |
| Unidade:             | °C ou K                                  |
| Fator de emissão:    | 0,95 fixo                                |
| Display digital:     | LCD de 3¼ posições                       |
| Cor da luz de fundo: | azul                                     |
| Tensão operacional:  | pilha de 9 V                             |
| Dimensões:           | aprox. 75x200x50 mm <sup>3</sup>         |
| Massa:               | aprox. 280 g                             |

**P-1002799**



#### Termômetro de espetar

Para a medição da temperatura no ar, em líquidos, em substâncias, em pó ou moles. Sensor de temperatura de aço inoxidável com estojo protetor, passagem de °C para °F, interruptor liga/desliga e desligamento automático.

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| Área de medição:       | -50° C – 150° C / -58° F – 302° F |
| Resolução:             | 0,1° C/F                          |
| Precisão:              | ±1° C / ±2° F                     |
| Sensor de temperatura: | aprox. 130 mm x 4 mm Ø            |
| Massa:                 | aprox. 29 g                       |

**P-1003334**



#### Termômetro digital, mín./máx.

Termômetro de espetar com função Hold e Min/Max em armação de matéria plástica sólida e sensor de temperatura em aço inoxidável. Com passagem de °C para °F, interruptor liga/desliga, argola para suspender e pé inclinado dobrável.

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Área de medição:     | -50° C – 200° C / -58° F – 392° F |
| Resolução:           | 0,1° C/F                          |
| Dimensões:           | aprox. 95x65x20 mm <sup>3</sup>   |
| Comprimento do cabo: | aprox. 1400 mm                    |
| Ponta de medição:    | aprox. 120 mm                     |

**P-1003010**



#### Termômetro de espetar F

Termômetro digital impermeável com sensor de 125 mm de comprimento para a medição de temperaturas em substâncias líquidas, pulverulentas e moles. Com função de armazenamento, função Min/Máx e indicador de comutação °C/°F. É fornecida com caixa de material plástico, clipe de suporte e bateria de botão LR 44.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Faixa de medição:     | -40 – +200° C  |
| Precisão:             | ±0,8° C (0 – 100° C),<br>±1° C (-20 – 0° C),<br>±1,5° C (outros) |
| Intervalo de medição: | 1 s  |
| Dimensões:            | aprox. 205x20x17 mm <sup>3</sup>                                 |
| Massa:                | aprox. 56 g  |

**P-1010219**



#### Termômetro digital de bolso

Sensor de temperatura de aço inoxidável com estojo protetor, a prova de água, passagem de °C para °F, função Min/Max/Hold, desligamento automático.

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| Área de medição: | -40° C – 200° C / -40° F – 392° F |
| Resolução:       | 0,1° C/F                          |
| Precisão:        | ±1° C / ±2° F                     |
| Dimensões:       | aprox. 150x20x18 mm <sup>3</sup>  |
| Massa:           | aprox. 20 g                       |

**P-1003335**

## Termômetro infra-vermelho

Termômetro de superfície para a medição sem contato de uma distância segura, por exemplo, em pontos de difícil acesso, ou de objeto quentes ou em movimento. Com diodo laser como ajuda para apontar, display de cristal líquido iluminado, indicação de saída de faixa, função de retenção de valor de medição, possibilidade de selecionar entre Celsius ou Fahrenheit e desligamento automático.

O termômetro infra-vermelho P-1020909 possibilita medição rápida da diferença de temperatura com visor LED (vermelho, verde ou azul). Inclui bolsa, bateria e instruções de uso.



### Vantagens

- Medição rápida, simples e precisa
- Seleção automática da faixa de medição
- Prática operação com uma mão
- Design moderno e prático
- LCD grande, de 3,5 posições

|  | P-1002791                                 | P-1020909                                   |
|--|---|---|
| <b>Denominação</b>                             | <b>A. Termômetro infravermelho, 800°C</b> | <b>B. Termômetro infravermelho, 380°C D</b> |
| <b>Área de medição</b>                         | -50°C – +800°C<br>-58°F – +1472°F         | -50°C – +380°C<br>-58°F – +716°F            |
| <b>Resolução</b>                               | 0,1°C/F                                   | 0,1°C/F                                     |
| <b>Precisão</b>                                | ±1 % do valor medido<br>±1° C / 1,8° F    | 2% do valor medido<br>±2° C / 4° F          |
| <b>Tempo de resposta</b>                       | 150 ms                                    | < 1 s                                       |
| <b>Relação distância/<br/>ponto de medição</b> | 20:1                                      | 10:1  |
| <b>Indicação do valor máximo</b>               | sim                                       | –   |
| <b>Função de alarme</b>                        | alto / baixo                              | alto / baixo                                |
| <b>Tensão de alimentação</b>                   | bateria de 9 V                            | bateria de 9 V                              |
| <b>Dimensões</b>                               | aprox. 146x43x104 mm <sup>3</sup>         | aprox. 200x124x50 mm <sup>3</sup>           |
| <b>Massa</b>                                   | aprox. 170 g                              | aprox. 220 g                                |

## > NOVO

### Câmera térmica

Moderna câmera térmica de infravermelho para captura da radiação infravermelha de um objeto com base na radiação infravermelha e na temperatura ambiente.

- Fácil de operar com menu gráfico
- Captura de fotos com câmera digital integrada
- Até 25000 imagens podem ser armazenadas no cartão Micro-SD
- Fotos com documentação de data e hora
- Imagens com fator de emissão e valores de medição
- Cinco paletas de cores para registro da imagem térmica
- Foto em cinco etapas para sobreposição de imagens térmicas
- Mira e indicação de cold spot e hot spot
- Indicação de valores mínimo e máximo
- Desligamento automático

Inclui bolsa, baterias, cartão Micro-SD e instruções de uso.

|                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Faixa de temperatura:        | -20° C – 300° C<br>-4° F – 572° F    |
| Resolução:                   | 0,1°                                 |
| Sensibilidade:               | 0,3° C                               |
| Precisão:                    | ± 2% ou 2° C (4° F)                  |
| Tela:                        | 60 mm (2,4")<br>LCD-TFT              |
| Resolução da imagem térmica: | 60 x 60 pixels                       |
| Área de visualização:        | 20° x 20°                            |
| Fator de emissão:            | 0,1 - 1,0 ajustável                  |
| Comprimento de onda:         | 8 – 14 μm                            |
| Frequência da imagem:        | 6 Hz                                 |
| Área de foco:                | 50 cm (fixo)                         |
| Armazenamento:               | Cartão Micro-SD                      |
| Tensão de alimentação:       | 4 x 1,5 V pilhas AA                  |
| Tela:                        | tela multifuncional de várias linhas |
| Dimensões:                   | aprox. 212x95x62 mm <sup>3</sup>     |
| Peso:                        | aprox. 320 g                         |

### P-1020908



|                              | P-1002793  | P-1002794                           |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Denominação</b>           | <b>Termômetro digital, 1 canal</b>                   | <b>Termômetro digital, 2 canais</b> |
| <b>Área de medição</b>       | -50°C – +1300°C<br>-58°F – +2000°F<br>223 K – 2000 K | -50°C – +1300°C<br>-58°F – +2000°F  |
| <b>Resolução</b>             | 0,1° C/F, 1 K  | 0,1° C/F                            |
| <b>Precisão</b>              | ±0,5% +1°C / +2°F<br>±1% • 2°C                       | ±0,5% +1°C / +2°F                   |
| <b>Display</b>               | LCD iluminado de 3½ dígitos                          | LCD iluminado de 3½ dígitos         |
| <b>Altura dos dígitos</b>    | 21 mm  | 21 mm                               |
| <b>Tensão de alimentação</b> | bateria de 9 V                                       | bateria de 9 V                      |
| <b>Dimensões</b>             | aprox. 90x170x45 mm <sup>3</sup>                     | aprox. 90x170x45 mm <sup>3</sup>    |
| <b>Massa</b>                 | aprox. 350 g   | aprox. 350 g                        |

### Termômetro digital

Termômetro digital de numerosas aplicações para a utilização com sensores de temperatura do tipo K com entrada única ou dual (P-1002794) para a medição de temperaturas momentâneas ou de diferença T1 – T2 (P-1002794). Com registro de valor máximo e função Data Hold. O fornecimento inclui um sensor de temperatura tipo K (P-1002794 2x), bateria, coldre e bolsa para o transporte.



### Aparelho para o equivalente térmico

Aparelho para a determinação da capacidade térmica específica do alumínio, assim como para a constatação da lei da conservação de energia. A sólida construção do aparelho do equivalente térmico consiste em um eixo de rolamento duplo, um dispositivo de contagem integrado para a medição das rotações efetuadas e uma prensa de mesa para a fixação. O aquecimento do corpo calorímetro de alumínio ocorre por atrito ou com energia elétrica por meio dos elementos aquecedores integrados. Por uma resistência NTC, a qual serve de sensor de temperatura e se encontra numa capa de alumínio, determina-se a temperatura. A tabela de calibragem impressa no aparelho permite um cálculo fácil.

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Comprimento:        | 230 mm          |
| Prensa de mesa:     | 10 mm – 65 mm   |
| Comprimento do fio: | aprox. 1,80 m   |
| Corpo calorímetro:  | 50 mm x 48 mm Ø |
| Aquecedor elétrico: | 10 V, 1 A       |
| Massa calorímetro:  | aprox. 250 g    |
| Massa total:        | aprox. 1200 g   |

#### Fornecimento:

- 1 aparelho de base
- 1 calorímetro de alumínio
- 1 sensor de temperatura
- 1 par de cabos adaptadores com conectores de segurança de 4 mm /conector de 2 mm
- 1 fio para atrito
- 1 balde, 5 l
- 1 contra-peso

**P-1002658**

#### Exigência complementar para determinação da temperatura:

**P-1002781** Multímetro digital

#### Recomendação suplementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

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

**P-1002659** Calorímetro de cobre



**2030300**  
PDF online

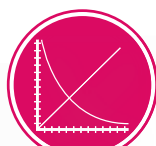
### Corpos calorímetro

Corpos calorímetro destinado ao aparelho para o equivalente térmico visando a determinação da capacidade térmica específica. Com perfuração para a recepção do sensor de temperatura e elemento aquecedor integrado.

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Aquecedor elétrico:            | 10 V, 1 A                      |
| Conexão do elemento aquecedor: | por tomadas de 2 mm            |
| Dimensões:                     | aprox. 50 mm x 48 mm Ø         |
| Massa:                         | aprox. 750 g (Cu) / 250 g (Al) |

**Calorímetro de cobre**  
**P-1002659**

**Calorímetro de alumínio**  
**P-1017897**



**E2030400**  
PDF online



**P-1017897**

**P-1017898**

**P-1002659**



### Sensor de temperatura

Sensor de temperatura (resistência NTC) para utilização com os calorímetros (P-1002659 e P-1017897).

**P-1017898**

**Par de cabos adaptadores com conectores de segurança de 4 mm/ conector de 2 mm**

Cabo para contato com o elemento aquecedor nos calorímetros (P-1002659 e P-1017897).

**P-1017899**



### Calorímetro 200 ml

Calorímetro para a determinação de temperaturas de misturas, capacidade térmica específica, energias de conversão de materiais ou do calor de derretimento do gelo. Realização simples para experiências escolares. Caixa de armazenamento de plástico com preenchimento de isopor.

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Conteúdo do recipiente isolante: | aprox. 200 ml |
| Massa:                           | aprox. 80 g   |

**P-1000823**

#### Exigência complementar:

**P-1003526** Termômetro em forma de tubo, -10 – +100° C

#### Recomendação suplementar:

- P-1000832** Grânulos de alumínio, 100 g
- P-1000833** Grânulos de cobre, 200 g
- P-1000834** Grânulos de vidros, 100 g



P-1021155



P-1000822

#### Conjunto de 4 cilindros de calorímetro

Quatro blocos de calorímetro cilíndricos de metal, cada um com 1 kg de massa para a determinação das capacidades de calor específico do alumínio, do bronze, do cobre e do aço. Cada cilindro de calorímetro está previsto com dois furos, para acomodar o aquecedor de imersão (P-1003258), assim como um termômetro ou um sensor de temperatura.

Furo para o aquecedor de imersão: 12,5 mm Ø

Furo para o termômetro: 8 mm Ø

**P-1003253**

#### Exigência complementar:

**P-1003258 Aquecedor de imersão, 12 V**

**Termômetro ou sensor de temperatura**

| Nº de cat. | Material | Altura | Diâmetro | Calor específico J/(kg·K) |
|------------|----------|--------|----------|---------------------------|
| P-1003254  | Alumínio | 84 mm  | 75 mm    | 896                       |
| P-1003255  | Latão    | 84 mm  | 44 mm    | 377                       |
| P-1003256  | Cobre    | 85 mm  | 43 mm    | 385                       |
| P-1003257  | Aço      | 92 mm  | 44 mm    | 452                       |

#### Calorímetro com bobina de aquecimento, para tomada, 1200 ml

Calorímetro para a determinação de capacidades térmicas específicas, energias de transformação de tecidos, temperaturas de misturas, como também para a medição do equivalente térmico elétrico. Consiste em um recipiente térmico de plástico e um recipiente de isolamento de vidro espelhado inserido, parede dupla, com bobina de aquecimento e em um agitador. Inclui também uma tampa com uma abertura para um termômetro e dois plugues de 4 mm para conectar a fonte de alimentação para a bobina de aquecimento. A bobina de aquecimento pode ser removida no lado interno da tampa, se desejado. Inclui duas redes de plástico para o uso seguro com corpos de prova.

Tensão térmica máx.: 25 V

Rendimento térmico máx.: aprox. 160 W

Conteúdo do recipiente isolante: aprox. 1200 ml

Dimensões: aprox. 240 mm x 120 mm Ø

Massa: aprox. 0,8 kg

**P-1021155**

#### Exigência complementar:

**P-1002793 Termômetro digital, 1 canal**

#### Alternativa:

**P-1021477 VinciLab**

**P-1021498 Termoelemento tipo K**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003253 Conjunto de 4 cilindros de calorímetro**

**P-1003312 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
ou

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



#### Aquecedor de imersão, 12 V

Aquecedor bainha apropriado para o calorímetro de bloco de metal (de P-1003253).

Voltagem operacional: máx. 12 V

Potência: máx. 50 W (nominal)

Tubulação: 150 mm de comprimento

Seção aquecida: 70 mm

Conexão elétrica: tomadas de 4 mm

**P-1003258**

#### Exigência complementar:

**P-1003558 Transformateur avec redresseur 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)**

ou

**P-1003557 Transformateur avec redresseur 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

#### Calorímetro com espiral de aquecimento, 150 ml

Para a determinação da capacidade térmica específica de materiais sólidos e líquidos, assim como para a medição do equivalente termoeletrônico. Dois copos de alumínio isolados um do outro, tampa com tampinhas de borracha perfuradas para o termômetro, misturador e espiral aquecedora.

Conteúdo do recipiente isolante: 150 ml

Conectores: 4 mm

Aquecedor elétrico: máx. 6 V/ 2 A

**P-1000822**

#### Exigência complementar:

**P-1002879 Termômetro em vara, -10 ... +110°C**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000832 Grânulos de alumínio, 100 g**

**P-1000833 Grânulos de cobre, 200 g**

**P-1000834 Grânulos de vidros, 100 g**

**P-1003312 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
ou

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



➤ **Demonstre como as forças geradas pela alteração do comprimento sob influências do calor e frio. Forças suficientes para quebrar um pino de ferro de 10 mm!**

#### Disjuntor da barra de Tyndall

Dispositivo de extensão em forma de U com barra de metal, parafuso de fixação para a demonstração da dilatação longitudinal de metais com o aquecimento assim como das enormes forças que podem ser liberadas pela dilatação. 10 pinos de ferro fundido para explosão estão incluídos no fornecimento.

Diâmetro para o furo de parafuso: aprox. 11 mm  
Comprimento do dispositivo elétrico de aperto: aprox. 285 mm  
Massa: aprox. 1400 g

**P-1000829**



#### Esfera e anel

Esfera e anel de cobre com cabo de plástico para a observação da dilatação por calor em material sólido. A esfera aquecida com o queimador não passa mais através do anel frio.

Comprimento: aprox. 250 mm

**P-1003382**

#### Jogo de 10 parafusos do ferro de molde

Poupam os parafusos a ser usados com a disjuntor da barra de Tyndall (P-1000829) do bomba de gelo (P-1000828).

**P-1000827**



#### Bomba de gelo

Dispositivo de extensão para a demonstração da dilatação do volume da água ao ser congelada assim como das imensas forças que podem ser liberadas pela dilatação. Cilindro de aço com barra de segurar e tampa de matéria plástica. 10 pinos de ferro fundido para explosão estão incluídos no fornecimento.

Diâmetro para o furo de parafuso: aprox. 11 mm  
Dimensões: aprox. 40x30x75 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 620 g

**P-1000828**

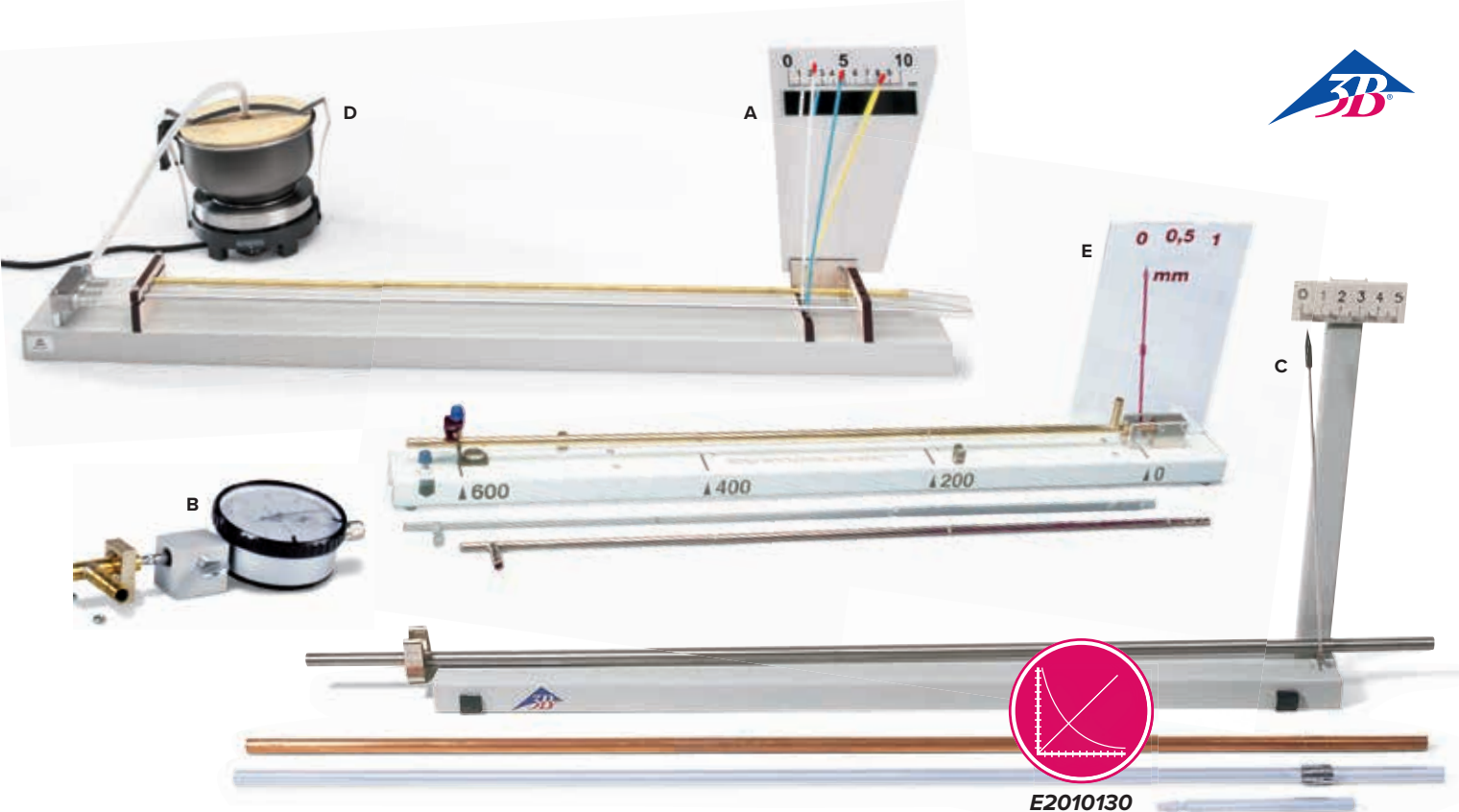


#### Parafusos do ferro de molde, jogo de 10

Montagem para a demonstração da dilatação de corpos sólidos ao serem aquecidos. A esfera aquecida na chama de um queimador já não passa mais através da perfuração do ângulo. Esfera de aço com corrente e manopla.

Dimensões do suporte: aprox. 40x50x40 mm<sup>3</sup>  
Diâmetro da esfera: aprox. 22 mm  
Comprimento da maçaneta com eixo: aprox. 225 mm  
Massa: aprox. 175 g

**P-1000831**



**E2010130**

PDF online

#### A. Aparelho de dilatação do comprimento com três indicadores

Aparelho para a medição simultânea da dilatação longitudinal de matérias sólidas de materiais diferentes. Estão incluídas três amostras brutas (latão, alumínio e vidro), pelas quais passa o vapor de água para o aquecimento. A indicação da dilatação ocorre por meio de uma escala espelhada sobre três eixos rotativos com diferentes indicadores coloridos. Inclui uma mangueira de silicone.

Dimensões dos tubos: 700 mm x 6 mm Ø  
Dimensões: aprox. 830x80x70 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,2 kg

**P-1000830**

#### Exigência complementar:

**P-1001049** Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1006769** Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz)

#### B. Relógio de medição com adaptador

Relógio de medição analógico para a medição de mudanças de comprimento mínima e adaptadora para a conversão do aparelho de dilatação do comprimento D (P-1002977) sobre o indicador do relógio de medição.

**P-1012862**

#### C. Aparelho de dilatação do comprimento S

Aparelho para a medição da dilatação do comprimento de materiais sólidos. Estão incluídos no fornecimento três amostras brutas (ferro, cobre e vidro), através das quais passa vapor de água para o aquecimento. Régua básica com molas de fixação, indicador, escala e conexão para mangueira.

Leitura do indicador: 1 : 50  
Comprimento do tubo: aprox. 630 mm  
Dimensões: aprox. 530x60x240 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,6 kg

**P-1002978**

#### Exigência complementar:

**D. P-1001049** Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz)

ou

**D. P-1006769** Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz)

**P-1002622** Mangueira de silicone, 1 m

#### D. Formador de vapor

Para a produção de vapor, por exemplo em experiências com a dilatação longitudinal. Cabeça de alumínio com tampa de rolha e alça para segurar em uma placa aquecedor regulável com um comutador de proteção térmica.

Placa aquecedora: 90 mm Ø  
Capacidade de potência: 500 W  
Conteúdo: aprox. 400 ml  
Dimensões: aprox. 170 mmx180 mm Ø  
Conexão com mangueira: 6 mm Ø  
Massa total: aprox. 1 kg

**Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1001049**

**Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1006769**

#### E. Aparelho de dilatação do comprimento D

Aparelho para a medição da dilatação longitudinal de corpos sólidos em função do comprimento e do material. Estão incluídos no fornecimento três amostras brutas (aço, latão e vidro), através das quais passa vapor de água para o aquecimento. Régua básica com fixador, guia, indicador e escala projetável.

Medição da escala: 140x200 mm<sup>2</sup>  
Área de medição: 1 mm  
Exatidão da leitura: 0,05 mm  
Comprimento do tubo: aprox. 650 mm  
Dimensões: aprox. 730x50x200 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 2 kg

**P-1002977**

#### Exigência complementar:

**D. P-1001049** Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz)

ou

**D. P-1006769** Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz)

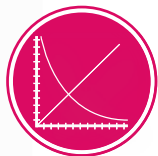
**P-1002622** Mangueira de silicone, 1 m

#### Recomendação suplementar:

**B. P-1012862** Relógio de medição com adaptador

#### Temas para experiências:

- Anomalia térmica
- Densidade máxima



UE2010301  
PDF online



#### A. Aparelho para a anomalia da água

Aparelho para a demonstração da anomalia térmica da água, para a medição da dilatação térmica da água em função da temperatura e para a determinação do máximo de densidade. Recipiente de vidro Duran com tubo de entrada e dois fechos de parafuso GL para a recepção do tubo de ascensão com escala milimétrica assim como de um sensor de medição de temperatura ou de um termômetro. Inclui varinha de misturar.

Volume: 250 ml  
Tubo de ascensão: 400 mm  
Capilares: 1,5 mm Ø  
Adaptador para mangueira: 8 mm  
Altura total: aprox. 500 mm

P-1002889

#### Exigência complementar:

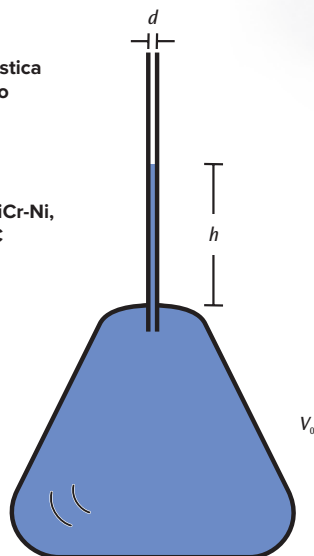
B. P-4000036 Bacia de material plástico

C. P-1002808 Misturador magnético

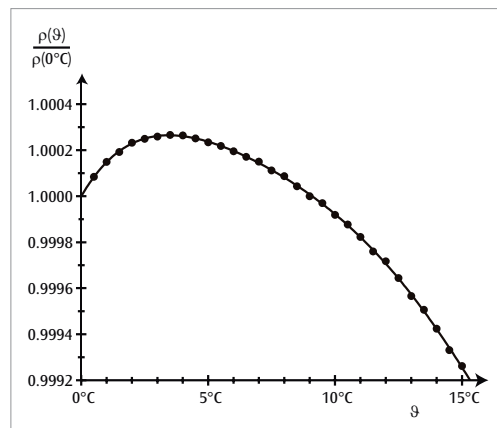
P-1003013 Termômetro em vara  
ou

D. P-1002793 Termômetro digital

E. P-1002804 Sensor de imersão NiCr-Ni,  
tipo K, -65°C – 550°C



Recipiente com tubo de ascensão



Determinação da densidade máxima da água



#### Aparelho de expansão de gás

Recipiente de vidro com vedações de vidro polidas para a demonstração da expansão do ar com o aquecimento. O tubo em forma de U é cheio com água em temperatura ambiente e os níveis dos líquidos são marcados. Desde o aquecimento através do calor da mão o ar do êmbolo se estende de tal maneira, que o nível da água no tubo U modifica-se nitidamente.

Altura: aprox. 230 mm

P-1003511

#### Dilatômetro de volume

Recipiente de vidro para a análise da alteração de volume de um líquido em dependência da temperatura e para determinação do coeficiente de expansão de volume. Com tubo ascendente banhado com escala.

Volume: 50 ml  
Comprimento do tubo ascendente: 120 mm  
Escala: divisão milimétrica

P-1018001



#### Aparelho de flux térmica S

Êmbolo de ensaio de vidro, estável, sobre pé de apoio para representação do fluxo de calor em um líquido aquecido desuniforme. Com bocal de enchimento para o enchimento de água e uma pequena quantidade de cristais de permanganato de potássio como colorante.

Êmbolo de ensaio: aprox. 300x150 mm<sup>2</sup>

Diâmetro do tubo: aprox. 30 mm

Altura: aprox. 250 mm

**P-1003512**

#### Exigência complementar:

**P-1003565** Lâmpada de álcool

Permanganato de potássio como colorante



#### Aparelho de flux térmica

Êmbolo de ensaio de vidro, estável, arqueado em retângulo, para a representação do fluxo de calor em um líquido aquecido desuniforme. Com um aparafusamento GL18 e bocal de enchimento para o enchimento de água e uma pequena quantidade de permanganato de potássio como colorante.

Dimensões: aprox. 420x420 mm<sup>2</sup>

Diâmetro do tubo: aprox. 30 mm

**P-1002903**

#### Exigência complementar:

**P-1002836** Tripé, 185 mm

**P-1002934** Vara de apoio, 470 mm

**P-1002830** Manga universal

**P-1002833** Fixador universal

**P-1003565** Lâmpada de álcool

Permanganato de potássio como colorante



#### Aparelho condutor de calor

Aparelho com cinco barras de metal para a comparação da condução do calor no alumínio, latão, aço, zinco e cobre ao derreterem-se esferas de cera nas pontas dos bastões. Os cinco bastões em forma de estrela saem de um cubo de latão. Em cada bastão encontra-se um entalhe para a recepção da cera.

Comprimento: aprox. 340 mm

**P-1003383**



#### Conjunto de aparelhos para a capacidade de condutibilidade térmica

Conjunto de aparelhos para a pesquisa qualitativa da capacidade de condutibilidade térmica do alumínio (condutibilidade térmica muito alta) e da espuma sintética (condutibilidade térmica muito baixa). Já no toque, percebe-se que os dois materiais têm temperaturas diferentes da temperatura ambiente. Na experiência, cubos de gelo são colocados sobre as placas. O cubo de gelo que está sobre a placa de alumínio, aparentemente mais fria, derrete em muito pouco tempo (aprox. 1 a 2 minutos), enquanto que o cubo de gelo que se encontra sobre a placa de espuma sintética aparentemente mais quente, não derrete. Dois anéis de borracha, que impedem os cubos de gelo de deslizar das placas, completam o kit experimental.

Dimensões das placas: aprox. 95x95x13 mm<sup>3</sup>

**P-1003497**

#### Roda de pás

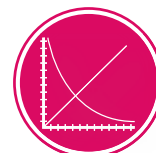
Aparelho para a demonstração das correntes de ar e calor causadas por uma vela acesa, vapor de água ou outra fonte de calor. Feita de alumínio e pode ser colocada sobre uma agulha comprida.

**P-1003101**

#### Exigência complementar:

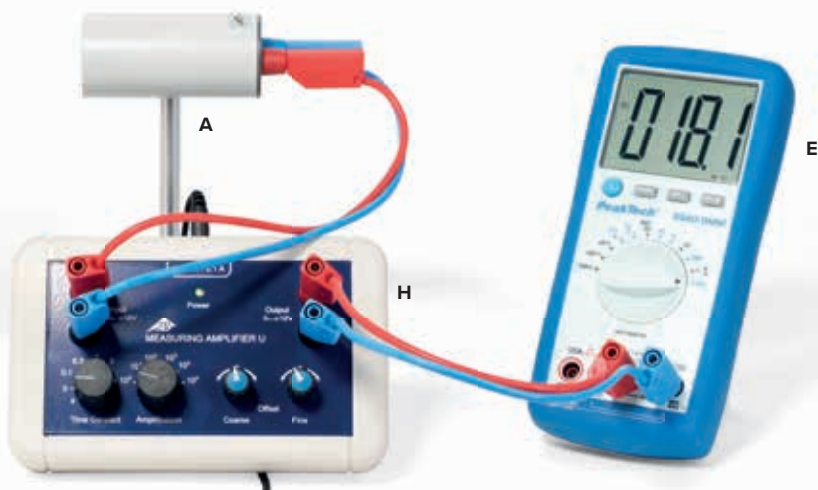
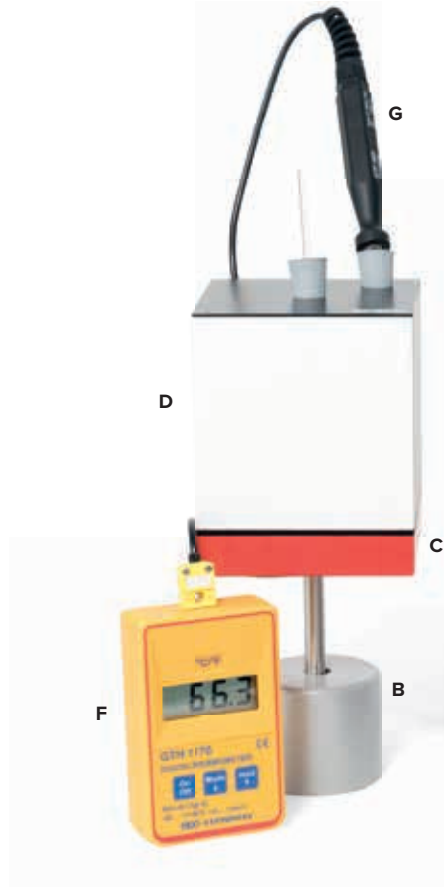
Agulha





UE2020200  
PDF online

Medição da irradiação  
de calor de um cubo de Leslie



#### A. Coluna térmica segundo Moll

Sonda sensível para a medição de radiações de calor de corpos de cor preta ou de um cubo de Leslie, assim como para a comprovação da luz visível e das radiações ultravioleta. Armação de metal com refletor cônico polido e uma superfície preta de 15 mm de diâmetro, que estão conectados com 17 elementos térmicos.

Com conectores de 4 mm, montado sobre haste.

Sensibilidade: aprox. 0,14  $\mu\text{V}/\mu\text{W}$   
Resistência interna: aprox. 1  $\Omega$   
Tempo de ajuste: 40 s (95 %)  
Fixação para vara: aprox. 156 mm x 10 mm  $\varnothing$   
Dimensões: aprox. 94 mm x 40 mm  $\varnothing$   
Massa: aprox. 200 g

P-1000824

#### Exigência complementar:

P-1013527 Multímetro analógico ESCOLA 100 (sem foto)

B. P-1001046 Base em tonel

2 Cabos de experiência

#### Equipamento em aparelhos:

A. P-1000824 Coluna térmica segundo Moll

B. P-1001046 Base em tonel, 500 g (2x)

C. P-1017875 Base giratória para cubos de Leslie

D. P-1000835 Cubo de Leslie

E. P-1002785 Multímetro digital P3340

F. P-1002803 Termômetro de bolso digital de segundos

G. P-1002804 Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -65 – 550°C

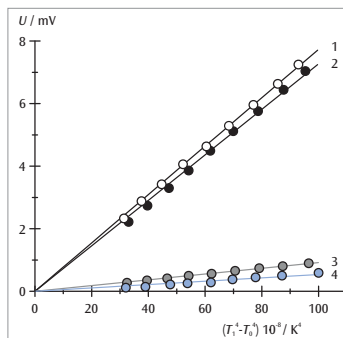
P-1002849 Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm (2x)

P-1002603 Fita métrica, 2 m

H. P-1020742 Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1020744 Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)



1: superfície branca  
2: superfície negra  
3: superfície fosca  
4: superfície brilhante

Intensidade irradiada do cubo  
de Leslie em dependência de  
 $x = T^4 - T_0^4$

#### C. Base giratória para cubos de Leslie

Plataforma de plástico para suporte de um cubo de Leslie. Com suporte giratório em haste. Com tira de feltro para isolamento térmico.

Dimensões: aprox. 100x100 mm<sup>2</sup>

Haste de suporte: aprox. 120 mm x 10 mm  $\varnothing$

P-1017875



#### D. Cubo de Leslie

Cubo oco de alumínio para a pesquisa da radiação térmica de um corpo quente em função da temperatura e das propriedades da superfície. Com tampa removível para o preenchimento com água aquecida e 2 aberturas para a introdução de um termômetro ou de um sensor térmico e de um misturador. Com os lados pintados de branco, preto, opaco e um lado sem pintura.

Dimensões: aprox. 100x100x100 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 360 g

P-1000835



#### Exigência complementar:

P-1000824 Coluna térmica segundo Moll



**UE4050200**  
PDF online



#### Lâmpada de Stefan-Boltzmann

Fonte de altas temperaturas para a produção de radiação de calor e para a análise da dependência de temperatura, assim como para a confirmação da lei de Stefan-Boltzmann. Numa aproximação muito boa o fio incandescente de Wolfram representa uma fonte de radiação puntiforme e com isto também é adequado para a análise da lei do inverso do quadrado da distância. A temperatura da lâmpada de Wolfram é calculada a partir da resistência dos filamentos. Para minimizar a perda de tensão, os contatos da lâmpada são soldados às conexões.

|  |               |
|--|---------------|
| Tensão nominal:                          | 12 V DC       |
| Corrente nominal:                        | 1,75 A        |
| Potência nominal:                        | 21 W          |
| Valores de operação máx.:                | 13 V DC / 2 A |
| Temperatura máxima do fio incandescente: | 3600 K        |

#### Fornecimento:

1 Vara de apoio, comprimento de 130 mm  
1 Lâmpada de Stefan-Boltzmann

**P-1008523**

#### Recomendação Suplementar:

**P-1003312** Fonte de Alimentação DC 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1003311** Fonte de Alimentação DC 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1003034** Bloco de acomodação

**P-1000824** Coluna térmica segundo Moll

**P-1002785** Multímetro digital P3340 (3x)

#### Radiômetro de Crookes

Aparelho para demonstração da conversão de energia de radiação em energia cinética. Roda helicoidal colocada sobre uma ponta de metal com quatro palhetas enegrecidas unilateralmente, em balão vazio de vidro.

Altura: aprox. 210 mm

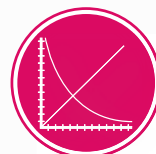
Diâmetro da esfera: aprox. 80 mm

**P-1002882**



#### Temas para experiências:

- Introdução na radiação térmica
- Lei de Stefan-Boltzmann



**UE2020205**  
PDF online



#### Vantagens

- Aquecimento elétrico regular com lâmpada de 150 W
- Ajuste confortável e indicação da temperatura real e alvo
- Sem necessidade de chama aberta ou água quente
- Cubo giratório, por isto, a distância igual de todas as superfícies para a pilha termoeletrônica é garantida
- Sem necessidade de outro material de suporte

#### Cubo de Leslie com aquecimento

Cubo oco de alumínio para análise quantitativa da radiação térmica de um corpo quente em dependência da temperatura e das características da superfície. Cubo giratório com lâmpada de 150 W integrada para aquecimento regular das superfícies a uma temperatura ajustável. Com suporte para pilha termoeletrônica. Respetivamente uma superfície lateral brilhante, fosca, branca e preta.

Potência de aquecimento: 150 W

Temperatura máx.: 120°C

Resolução: 1°C

Tela: de 2 linhas para a temperatura real e alvo

Dimensões: aprox. 250x250x220 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 1,8 kg

#### Cubo de Leslie com aquecimento (230 V, 50/60Hz)

**P-1017730**

#### Cubo de Leslie com aquecimento (115 V, 50/60Hz)

**P-1017729**

#### Exigência complementar:

**P-1000824** Coluna térmica segundo Moll

## ➤ Experiências com condução de calor e com condução de eletricidade

### Determinação da condutividade elétrica de cobre e alumínio

| Quantidade / Denominação                       | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 haste de condução de calor de cobre          | P-1017330  |
| 1 haste de condução de calor de alumínio       | P-1017331  |
| 1 amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)  | P-1020742  |
| ou   |            |
| 1 amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)  | P-1020744  |
| 1 fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) | P-1003312  |
| ou   |            |
| 1 fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) | P-1003311  |
| 1 multímetro digital P1035                     | P-1002781  |
| 1 conjunto de cabos de experiência             | P-1002841  |

### Conjunto de aparelhos condução de calor

Conjunto de aparelhos para análise inofensiva da condução de calor de metais. O conjunto de aparelhos consiste de uma fonte de calor controlada eletronicamente para aquecimento de uma haste de condução de calor, uma bucha de isolamento para diminuição da perda de calor para o ambiente e para correção da linearidade do perfil de temperatura, assim como lâminas de resfriamento, através das quais o calor pode ser dissipado. Com a conexão de um voltímetro e de um amperímetro, pode-se determinar a potência elétrica causadora do aquecimento.

Potência máxima de calor: cerca de 43 W  
 Perda máxima de potência: cerca de 4,5 W  
 Temperatura da fonte de calor: 105 °C  
 Tensão de operação: 12 V DC  
 Corrente máxima de aquecimento: 3,6 A

#### Fornecimento:

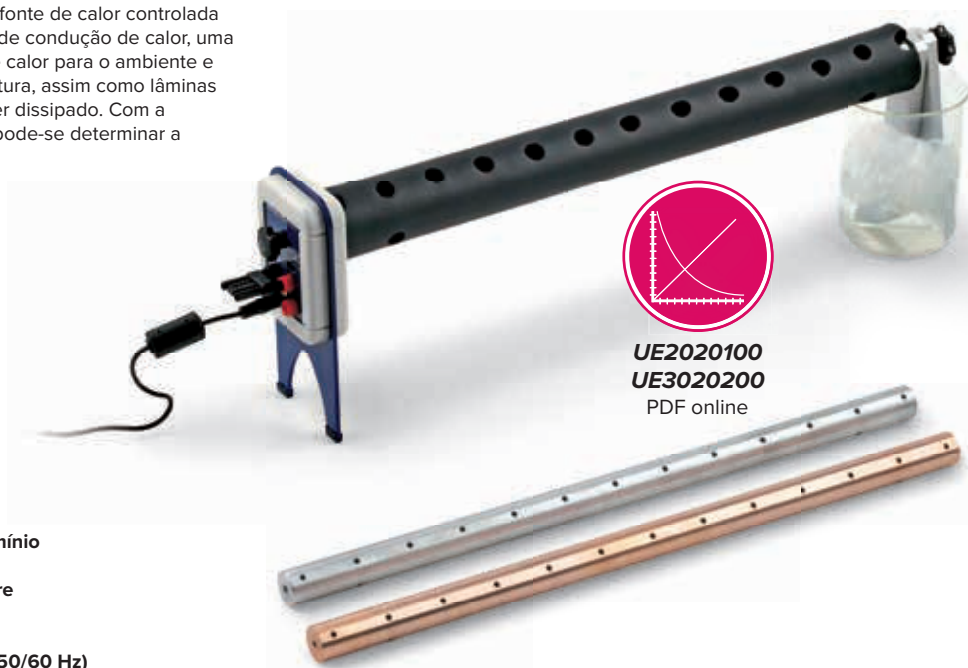
1 módulo de aquecimento  
 1 bucha de isolamento  
 1 lâmina de resfriamento  
 Pasta de condução de calor  
**P-1017329**

#### Exigência complementar:

**P-1017331** Haste de condução de calor de alumínio  
 ou  
**P-1017330** Haste de condução de calor de cobre  
**P-1017579** Fonte de mesa  
 ou  
**P-1003312** Fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
 ou  
**P-1003311** Fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)

### Análise da condução de calor no cobre e no alumínio em situação não-estacionária e estacionária

| Quantidade / Denominação                       | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 haste de condução de calor de cobre          | P-1017330  |
| 1 haste de condução de calor de alumínio       | P-1017331  |
| 1 conjunto de aparelhos condução de calor      | P-1017329  |
| 1 fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) | P-1003312  |
| ou   |            |
| 1 fonte DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) | P-1003311  |
| 2 multímetro digital P1035                     | P-1002781  |
| 1 termômetro digital, 2 canais                 | P-1002794  |
| 1 conjunto de cabos de experiência             | P-1002841  |



**UE2020100**  
**UE3020200**  
 PDF online

### Hastes de condução de calor

Hastes de condução de calor para análise da condutividade de calor em conexão com o conjunto de aparelhos de condução de calor ou da condutividade elétrica por medição no multímetro.

Comprimento: 500 mm  
 Área média: 490 mm<sup>2</sup>  
 Pontos de medição: 13  
 Distância entre pontos de medição: 40 mm  
 Capacidade de condução de calor (Al): 236 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>  
 Capacidade de condução de calor (Cu): 240 – 380 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>

**Haste de condução de calor de alumínio**  
**P-1017331**

**Haste de condução de calor de cobre**  
**P-1017330**

### Fonte de mesa

Fonte de mesa para alimentação do conjunto de aparelhos condução de calor.

Tensão de rede: 100 – 240 V AC / 1 A, 50/60 Hz  
 Tensão de saída: 12 V DC / 4<sup>a</sup>

**P-1017579**





#### Vantagens

- Montagem clara e transparente permite boa observação dos movimentos
- Longa vida útil através do emprego de materiais de alta qualidade

#### Máquina a vapor G

Máquina a vapor transparente para a demonstração do modo de funcionamento de uma máquina a vapor oscilante, na qual o cilindro se move em torno de um eixo central e durante o seu movimento ele abre e fecha os canais de evacuação do vapor. Placa base e roda feitas de acrílico transparente, tambor e cilindro de trabalho de quartzo a prova de calor, pelo que se pode observar muito claramente todos os movimentos. Com eixo de tração de latão com rolamentos e válvulas de segurança integradas no tambor para impedir a sobrepressão. Inclui a lâmpada de álcool com mecha ajustável para o aporte de calor.

|                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| Nº de rotações:            | 800 RPM                            |
| Potência mecânica:         | 1 W                                |
| Volume do tambor:          | 50 ml                              |
| Duração por preenchimento: | 20 – 25 min                        |
| Pressão máx. operacional:  | 0,5 bar                            |
| Dimensões:                 | aprox. 260x170x110 mm <sup>3</sup> |

**P-1002597**

#### Material sólido de combustão para máquina de vapor B (sem foto)

20 Tabletes Esbit para o aquecimento da máquina a vapor B (P-1012801).

**P-1012886**

#### Óleo para máquina de vapor (sem foto)

Óleo para lubrificar êmbolos, cilindros e todos os outros rolamentos da máquina a vapor B (P-1012801).

**P-1012887**



#### Máquina de vapor B

Modelo de uma máquina de vapor para demonstração do um processo circular com conversão de fases do agente de trabalho (água, respectivamente, vapor de água). Cilindro de latão de ação dupla, com volante utilizável em ambas as direções de giro com disco de impulso, regulador centrífugo e lubrificação de jato de vapor. Caldeira de latão polido em alto brilho, niquelado, com indicador de nível de água em forma de janela de observação, válvula de segurança à mola e apito a vapor de cúpula. A caldeira de latão, montada sobre uma casa de caldeira de cor de cobre antigo, com formas de tijolo e chaminé. O aquecimento acontece com material sólido de combustão. Bandeja para água condensada abaixo da chaminé, que por isto fumeia naturalmente.

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| Base:                 | 260x200 mm <sup>2</sup> |
| Altura:               | 240 mm                  |
| Volante:              | 70 mm Ø                 |
| Caldeira:             | 115 mm x 45 mm Ø        |
| Volume da caldeira:   | 155 ml                  |
| Volume de enchimento: | aprox. 120 ml           |
| Peso:                 | aprox. 1,3 kg           |

**P-1012801**

### Observações qualitativas

- Estado líquido e estado gasoso
- Estado dinâmico com compressão e distensão
- Formação do ponto de inversão a diferentes temperaturas

### Medições quantitativas

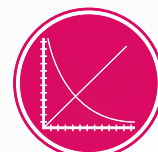
- Representação do ponto crítico e da temperatura crítica
- Registro das isotermas no diagrama p-V (diagrama segundo Clapeyron)
- Registro das isotermas no diagrama pV-p (diagrama segundo Amegat)
- Curvas de pressão do vapor saturado
- Desvios de valores entre gases reais e o estado do gás ideal

### Aparelho de ponto crítico

Aparelho de precisão para a pesquisa da compressibilidade e a liquefação de um gás, para a determinação do ponto crítico e para o registro de isotermas do diagrama p-V (diagrama de Clapeyron). Como gás de teste é utilizado o hexafluorido de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), o qual permite uma montagem simples por apresentar uma temperatura crítica de 318,6 K (45,5°C) e um ponto crítico de 3,76 MPa (37,6 bar). A aparelhagem contém uma célula de medição transparente numa versão particularmente densa e resistente a pressão. O volume da célula de medição é alterado por meio do giro de uma roda manual de dosagem fina, sendo que a variação de volume pode ser lida numa precisão de  $\frac{1}{1000}$  do volume máximo graças a uma escala fixa e uma escala giratória. A produção de pressão ocorre através de um sistema hidráulico com óleo de rícino de qualidade admitida para aplicações médicas. A célula de medição e a hidráulica estão separadas por uma junta que enrola a partir de um determinado aumento do volume.

Grças a esta construção, a diferença de pressão entre a célula de medição e o compartimento de óleo é praticamente desprezível. Um manômetro mede a pressão do óleo em vez de a do gás, sem ocupar um volume morto na célula de medição. Durante a observação das passagens da fase gasosa à líquida e inversamente, podem ser observados tanto o surgimento das primeiras gotas de líquido como o desaparecimento das últimas bolhas de gás. A célula de medição está envolta por uma câmara de água transparente. Por meio de um termostato pode ser ajustada uma temperatura constante com alta precisão, sendo que a temperatura pode ser lida e controlada por meio de um termômetro. A boa legibilidade do volume, da pressão e da temperatura permitem o registro de diagramas p-V ou pV-p sem grande esforço e com resultados qualitativamente corretos. Com uma correção de volume em função da pressão e da temperatura podem também serem obtidos resultados quantitativamente corretos que suportam uma comparação com os valores teóricos.

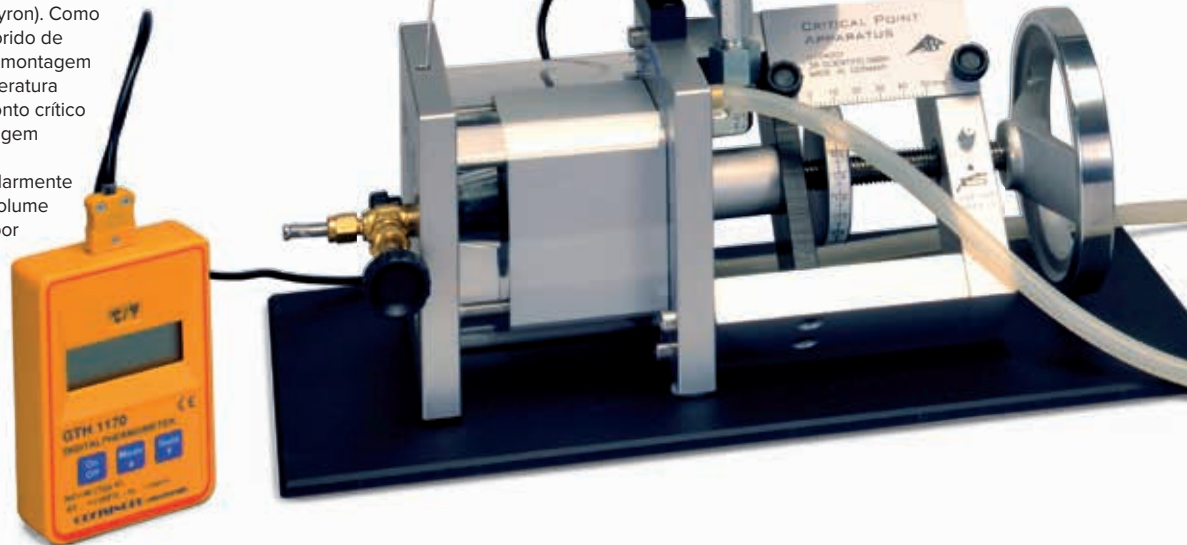
|                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Temperatura crítica:               | 318,6 K (45,5°C)                   |
| Pressão crítica:                   | 3,76 MPa (37,6 bar)                |
| Volume crítico:                    | 197,4 cm <sup>3</sup> /Mol         |
| Densidade crítica:                 | 0,74 g/Mol                         |
| Faixa de temperatura:              | 10 – 60°C                          |
| Pressão máxima:                    | 6,0 MPa (60 bar)                   |
| Volume máximo:                     | 15,7 cm <sup>3</sup>               |
| Diâmetro do manômetro:             | 160 mm                             |
| Furo para o sensor de temperatura: | 6 mm Ø                             |
| Conexão para meios de temperagem:  | 7 mm Ø                             |
| Conexão da válvula de redução:     | $\frac{1}{8}$ polegadas Ø          |
| Conexão de gás na saída:           | 3,5 mm Ø                           |
| Dimensões:                         | aprox. 380x200x400 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                             | aprox. 7 kg                        |



UE2040300

PDF online

sem  
mercúrio



### Fornecimento:

- 1 aparelho de ponto crítico preenchido com óleo de hidráulica (óleo de rícino) porém sem gás de teste ( $\text{SF}_6$ ), com conectores de gás para bojão MINICAN® montados e proteção para o conector para gás.
- 1 dispositivo de preenchimento de óleo
- 1 chave de fenda de seis lados angular de 1,3 mm (para o parafuso da escala que gira simultaneamente)
- 1 mangueira de plástico, 3 mm de diâmetro interno
- 1 parafuso para os tubos de  $\frac{1}{8}$ " (SW 11)
- 1 bomba de graxa

P-1002670

### Adicionalmente necessário:

Hexafluorido de enxofre  $\text{SF}_6$

P-1008654 Termostato de circulação e banho (230 V, 50/60 Hz)  
ou

P-1008653 Termostato de circulação e banho (115 V, 50/60 Hz)

P-1002622 Mangueira de silicone, 1 m (2x)

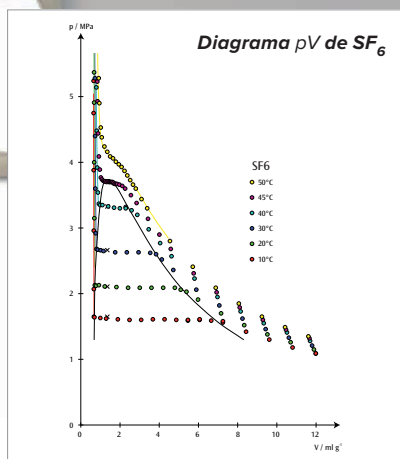
P-1002803 Termômetro de bolso digital de segundo

P-1002804 Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -65° C – 550° C

**Necessário para ocasionalmente esvaziar o gás ou para a reenchimento do óleo hidráulico:**

P-1002671 Óleo de rícino

Bomba de vácuo de alto desempenho



#### Observação:

Conforme as regras básicas de uma “boa prática de laboratório”, principalmente no caso de uma utilização repetida do aparelho de ponto crítico, é recomendável instalar uma conexão de gás com encanamento fixo. No caso de uma utilização esporádica é mais econômico receber o gás de um boião MINICAN®. O conector para o gás de um MINICAN® é construído de modo semelhante à válvula de uma lata de spray comum, ou seja, ela se abre quando a MINICAN® é pressionada contra o conector para gás do aparelho.

#### Conjunto de juntas (sem foto)

Conjunto de juntas de resposta para o aparelho de ponto crítico (P-1002670) consistindo numa junta de borracha em forma de chapéu, uma junta de borracha redonda Ø 60 mm, uma junta de borracha de 78x78 mm², um anel de vedação Ø 30/20 mm, quatro discos de vedação de cobre e uma bucha de rosca de POM (polioxi metileno).

**P-1002672**

#### Óleo de rícino (sem foto)

100 ml de óleo de rícino em qualidade DAB para o preenchimento do aparelho para a pesquisa do ponto crítico (P-1002670).

**P-1002671**

#### Termostato de circulação e banho

Termostato de circulação e banho para a regulação de temperatura de banhos ou equipamentos externos com líquidos não inflamáveis até 95°C. O regulador contínuo totalmente eletrônico e a potente bomba de circulação possibilitam uma ótima circulação de banho e com isso uma grande constância de temperatura. O comando do menu de fácil uso e o manejo simples das 3 teclas garantem um manuseio fácil do aparelho. O display LED de 1 linha indica o valor 'nominal' e o valor 'real'. Uma segurança fixamente ajustada contra superaquecimento (95°C) com avisos de alarme acústicos e visuais aumenta a segurança de operação. Inclusive com possibilidades de conexão para um resfriador de água por circulação e um serpentina de condensação para refrigeração por meio de água de torneira.

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Faixa da temperatura de trabalho: | 25°C – 100°C           |
| Constante da temperatura:         | ±0,05°C                |
| Potência de aquecimento:          | máx. 1,5 kW            |
| Pressão da bomba:                 | máx. 0,2 bar           |
| Corrente de transporte:           | máx. 15 l/min          |
| Volume do banho:                  | máx. 5,5 l             |
| Abertura e profundidade do banho: | aprox. 145x161/150 mm³ |

**Termostato de circulação e banho (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1008654**

**Termostato de circulação e banho (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1008653**

#### Acessórios para a teoria cinética dos gases

Acessório para o gerador de vibração (P-1000701) para a simulação do movimento das partículas num gás ideal. Diferentes bolas de cores (gás modelo) são postas em movimento por excitação mecânica.

#### Fornecimento:

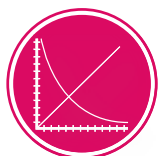
- 1 cilindro de acrílico transparente de 300 mm de comprimento
- 1 disco
- 1 jogo de diferentes bolas coloridas

**P-1000704**

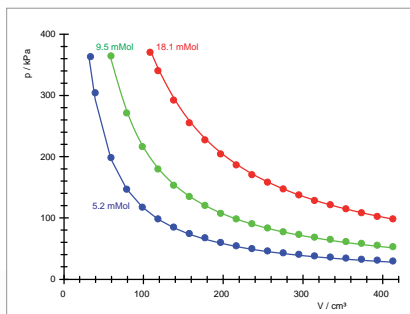
#### Exigência complementar:

- P-1000701** Gerador de vibrações
- P-1009957** Gerador de funções  
FG 100 (230 V, 50/60 Hz)
- ou
- P-1009956** Gerador de funções  
FG 100 (115 V, 50/60 Hz)





UE2040100  
PDF online



Diagramas de pressão-volume



#### Aparelho Boyle-Mariotte

Aparelho para a determinação experimental da relação entre volume e pressão de gás com temperatura constante (lei de Boyle-Mariotte). Cilindro de trabalho de acrílico com êmbolo móvel, escala e manômetro assim como válvula de entrada e de saída de ar. O deslocamento do êmbolo ocorre por meio de uma rosca girada com uma manivela. Desta forma, gera-se pressão positiva ou negativa. Por motivos de segurança, o cilindro de trabalho é envolto por cilindro de proteção de acrílico.

Comprimento: 300 mm  
Diâmetro interno: 40 mm  
Êmbolo: 30 mm x 40 mm Ø  
Vedação do êmbolo: 2 anéis em O  
Diâmetro do manômetro: 100 mm  
Pressão permitida: máx. 4 bar

P-1017366

#### Esfera de gás de Jolly

Esfera metálica, do tamanho da palma da mão, com manômetro acoplado para a demonstração observável da modificação de pressão num volume de ar fechado durante o aquecimento e esfriamento. Na imersão da esfera num banho de água temperado, a relação entre pressão e temperatura do ar fechado pode-se medir facilmente e assim pode-se demonstrar o comportamento do gás ideal.

Esfera oca: 60 mm Ø  
Manômetro: 840 – 1240 hPa

P-1012870



#### Tubo de oscilação

Tubo de precisão com cilindro de alumínio interno para a determinação do expoente adiabático  $c_p/c_v$  do ar segundo Rüchardt em associação com a garrafa de Mariotte (P-1002894). Se o tubo de vidro for colocado na vertical sobre uma garrafa com um volume de 10 l e deixar o cilindro de alumínio descer dentro do tubo, então ele produzirá oscilações harmônicas sobre a coluna de ar aprisionada. A partir da duração do período pode-se calcular  $c_p/c_v$ .

Dimensões: 600 mm x 16 mm Ø interno  
Cilindro de alumínio: 15,2 g

P-1002895

#### Exigência complementar:

P-1002894 Garrafa de Mariotte

P-1002811 Cronômetro digital

#### Recomendação suplementar:

P-1012856 Bomba manual de vácuo

#### Garrafa de Mariotte

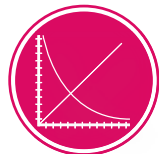
Garrafa de vidro Duran com abertura para excessos em baixo. Inclui torneira de vidro e duas tampas de borracha perfuradas.

Volume: 10 l

P-1002894

#### Recomendação suplementar:

P-1002895 Tubos de oscilações



UE2040200  
PDF online



#### Isqueiro pneumático

Aparelho para demonstrar a ignição do diesel. Pressionando rapidamente para baixo o pistão, o ar comprimido no tubo transparente é aquecido fortemente tanto que um pedaço de papel colocado no fundo do tubo se inflama muito claramente. Similarmente, uma almofada de algodão embebida no éter também pega fogo.

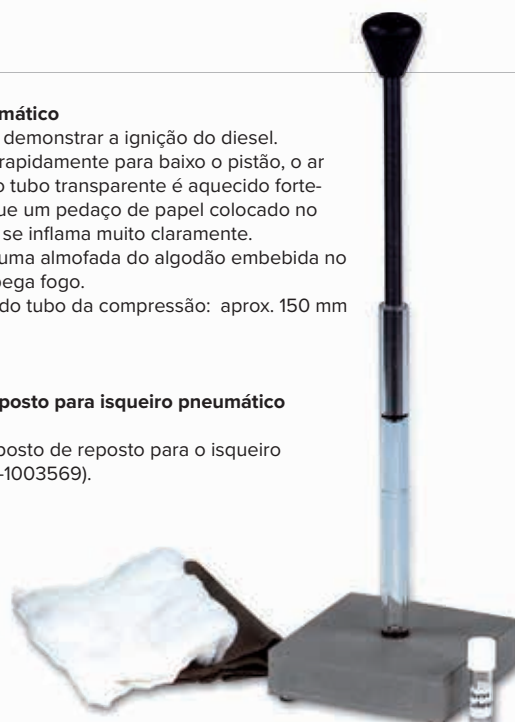
Comprimento do tubo da compressão: aprox. 150 mm

P-1003569

#### Tubinho de reposto para isqueiro pneumático (sem foto)

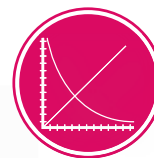
Tubinho de reposto de reposto para o isqueiro pneumático (P-1003569).

P-1003570



#### Temas para experiências:

- Desenho e análise do diagrama pV
- Operação do motor de Stirling como bomba térmica, respectivamente, como máquina de refrigeração
- A operação do motor de Stirling como máquina de força térmica



UE2060250

PDF online



#### Vantagens

- Longa vida útil e alta precisão através do emprego de materiais de alta qualidade
- Montagem clara e transparente permite boa observação do funcionamento
- Com unidade geradora integrada

#### Motor de Stirling G

Motor Stirling transparente para a análise quantitativa do ciclo de Stirling como máquina de força térmica, como bomba térmica e como máquina de refrigeração. O cilindro e o êmbolo de compressão são fabricados de vidro térmico. O cilindro de trabalho, o volante e as proteções da engrenagem foram fabricados de acrílico. Desta forma, todos os movimentos podem ser observados a qualquer momento. Os eixos da manivela são esféricos e fabricados de aço temperado. As bielas foram produzidas de material plástico resistente ao desgaste. Inclui a lâmpada de álcool com mecha ajustável para o aporte de calor. Foram embutidos no vidro do cilindro de compressão apoios para a medição de temperatura, na frente e na parte traseira do êmbolo de compressão. Com isto podem ser dimensionadas as diferenças das temperaturas no funcionamento como bomba térmica ou como máquina de refrigeração. O grande volante de acrílico, com marcações impressas, possibilita a medição das rotações por unidades de tempo com uma barreira luminosa. Para a recepção dos diagramas pV, a medição da pressão no cilindro de trabalho pode ser efetuada através de um orifício de conexão da mangueira e a determinação do volume pela fixação do cordão no êmbolo para a medição do modo de elevação. A unidade embutida do gerador do motor, com polia de dois níveis, possibilita a conversão da energia de produção mecânica em energia elétrica. Com a possibilidade de comutação para o funcionamento de uma lâmpada embutida, bem como para o funcionamento de cargas externas ou para o abastecimento de energia elétrica em seu funcionamento como bomba térmica ou máquina de refrigeração, dependendo da direção da rotação do motor Stirling.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Potência do motor Stirling:    | 1,5 W                                   |
| Rotações em ponto morto:       | 1000 RPM                                |
| Volante:                       | 140 mm Ø                                |
| Pistão de trabalho:            | 25 mm Ø                                 |
| Tamanho do pistão de trabalho: | 24 mm                                   |
| Volume do gás:                 | 32 cm <sup>3</sup> – 44 cm <sup>3</sup> |
| Unidade geradora do motor:     | máx. 12 V DC                            |
| Polia:                         | de dois níveis (30 mm Ø, 19 mm Ø)       |
| Dimensões:                     | aprox. 300x220x160 mm <sup>3</sup>      |
| Massa:                         | aprox. 1,6 kg                           |

P-1002594

#### Recomendação suplementar:

P-1021533 Sensor de pressão relativa FW  $\pm 1000$  hPa

P-1021534 Sensor de distância FW

P-1008500 Suporte de sensores para o motor de Stirling G

P-1021477 VinciLab

Software Coach 7

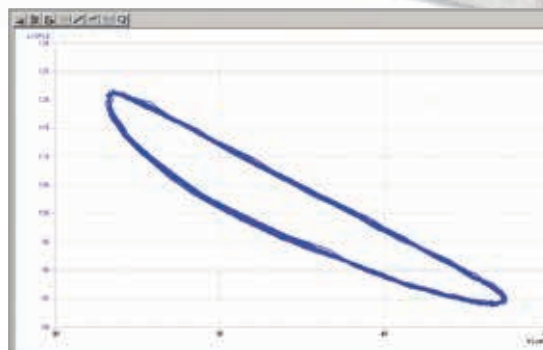
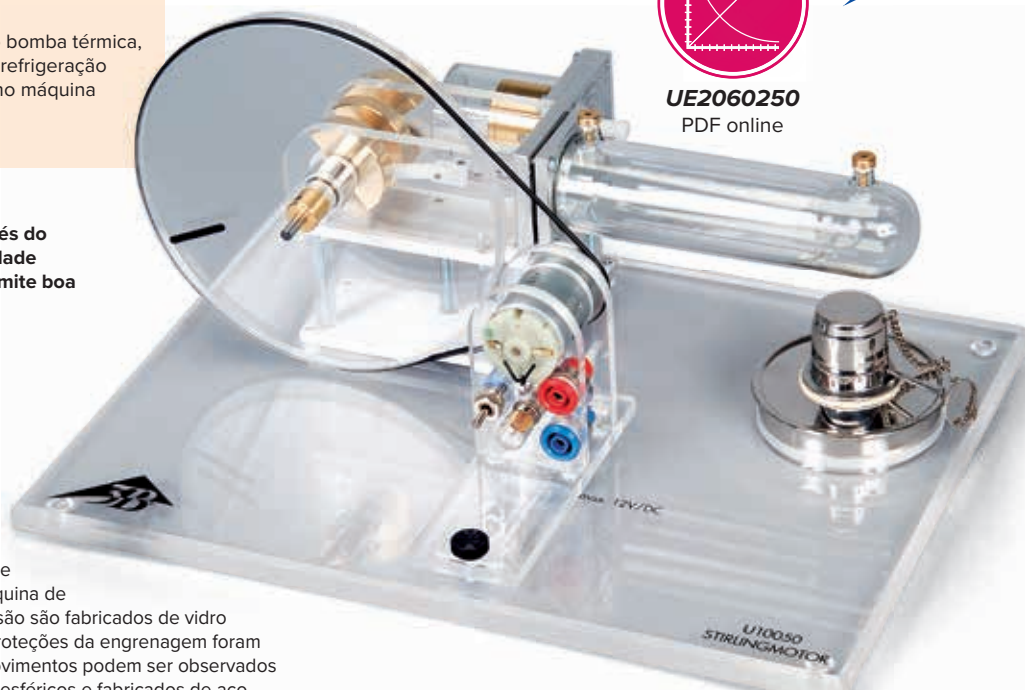
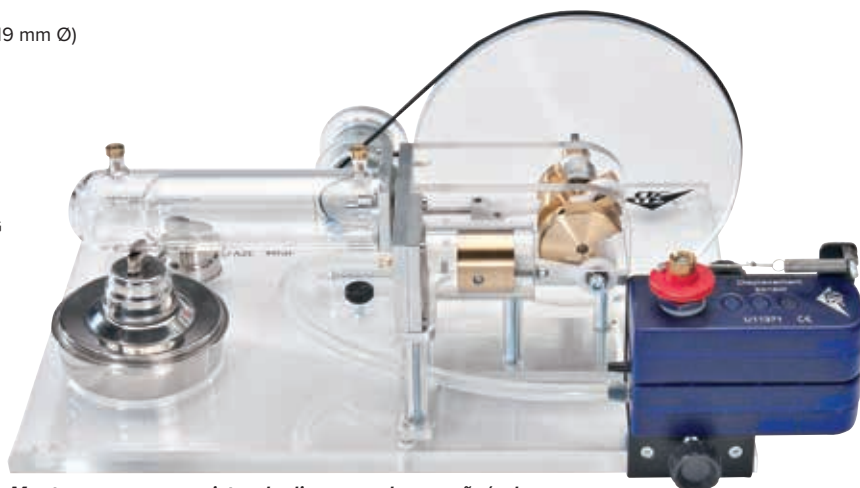


Diagrama de pressão-volume do motor de Stirling G

#### Suporte de sensores para o motor de Stirling G

Suporte para a recepção do sensor de pressão relativa FW (P-1021533) e do sensor de distância FW (P-1021534) no motor de Stirling G (P-1002594).

P-1008500



Montagem para o registro do diagrama de pressão/volume

#### Temas para experiências:

- A operação do motor de Stirling como uma máquina de força térmica
- Determinação do número de rotações em ponto morto em dependência da capacidade térmica
- Desenho e análise do diagrama pV



#### Vantagens

- Funcionamento lento permite boa observação da ação recíproca entre êmbolo de deslocamento e de trabalho
- A movimentação descontínua dos êmbolos proporciona um diagrama p-V quase ideal
- Também pode ser aquecida por absorção de irradiação térmica

#### Motor de Stirling D

Modelo funcional de um motor de Stirling segundo uma idéia do professor Wilcke, otimizado para a aula de demonstração da transformação de energia térmica em energia mecânica e do modo do funcionamento de uma máquina movida a calor, assim como da pesquisa do processo circular de Stirling. Particularmente, no caso de rotação reduzida, pode-se observar bem o jogo de alternância entre o êmbolo e pistão de trabalho. O êmbolo move-se de forma descontinuada com um tempo de permanência durante o aquecimento e durante o esfriamento do ar no meio de trabalho. Com isto, o processo circular de Stirling ideal é percorrido muito melhor, do que seria no caso de um movimento de pistão continuado. Para o aporte de calor pode-se empregar a escolha uma placa de aquecimento elétrica integrada, uma vela de Réchaud, feixes de radiação térmica do sol, ou respectivamente, uma lâmpada. Nisto, a direção da rotação dependerá do caso, se o aporte de calor acontece desde acima ou desde abaixo. Para o registro de diagramas pV, a medição da pressão do cilindro de trabalho pode-se por em operação através do orifício da conexão de uma mangueira e a determinação de volume com a fixação de um cordão no pistão de trabalho para a medição do ciclo.

Tensão de aquecimento: 8 – 12 V, 1,5 A

Volume do gás: 330 cm<sup>3</sup> – 345 cm<sup>3</sup>

Barra de impulso: 400 mm

Dimensões sem

barra de impulso: aprox. 260x185x330 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 2,2 kg

**P-1000817**

#### Recomendação suplementar:

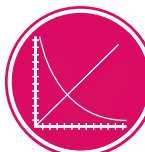
**P-1021532** Sensor de pressão relativa FW  $\pm 100$  hPa

**P-1021534** Sensor de distância FW

**P-1008516** Conjunto complementar motor de Stirling D

**P-1021477** VinciLab

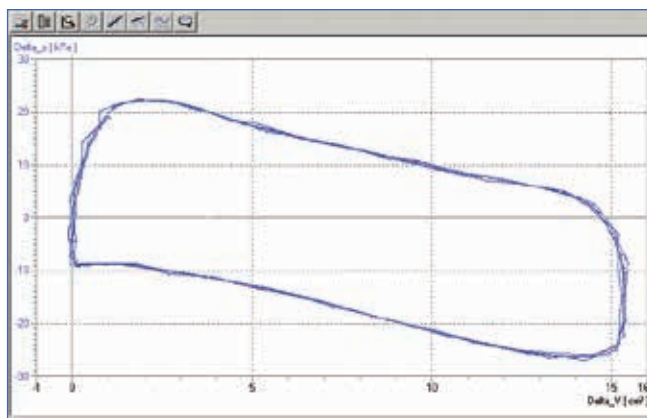
Software Coach 7



**UE2060100**

PDF online

Com  
movimento  
de êmbolo  
descontínuo



**Diagrama pressão-volume do motor de Stirling D**

#### Conjunto complementar motor de Stirling D

O conjunto complementar motor de Stirling D põe à disposição as partes de acessórios, que são necessários para a montagem dos sensores.

#### O conjunto consiste em:

1 Placa de colocação para a montagem do sensor de distância FW (P-1021534)

1 Parafuso serrilhado para fixar da placa de colocação na coluna de suporte

1 Haste com pé magnético para o sensor de distância

1 Mangueira de silicone para conexão do sensor de pressão relativa FW  $\pm 100$  hPa (P-1021532)

1 Jogo de fio com ventosa

2 Peças de peso com gancho 20 g cada

**P-1008516**



#### Vantagens

- Desloca-se entre a placa de base e a placa superior com apenas 5°C de diferença de temperatura
- Aquecimento por baixo (por exemplo, calor da mão) ou por cima (por exemplo, incidência de luz solar)
- Componentes transparentes permitem boa observação do funcionamento
- Também disponível como kit

#### Motor de Stirling de baixa temperatura

Motor de Stirling transparente de construção compacta para a visualização do modo de operação e o princípio de construção de um motor de Stirling. Uma diferença de temperatura entre o fundo e a placa de aproximadamente 5° C já é suficiente para pôr o motor em movimento. Isto já pode ser obtido com o simples aporte de calor da mão ou pelo desvio de calor de um acumulador de gelo da geladeira. Graças ao revestimento preto fosco o aparelho também pode ser operado como motor de energia solar. Nisto, a direção da rotação dependerá do caso, se o aporte de calor acontece desde acima ou desde abaixo. O cilindro de trabalho é fabricado de vidro de precisão, o cilindro de compressão e o volante de acrílico, por isso podem-se observar bem os movimentos do pistão de trabalho, êmbolo de compressão e do eixo de manivela. O eixo de manivela e a biela são equipados com rolimãs de precisão em miniatura.

Nº de rotações: 80 RPM em  $\Delta T$  10°C

Volante: 110 mm Ø

Dimensões: aprox. 138 mm x 110 mm Ø

**P-1002598**



#### Motor de Stirling de baixa temperatura, kit de montagem

**P-1002599**

#### Motor de Stirling S

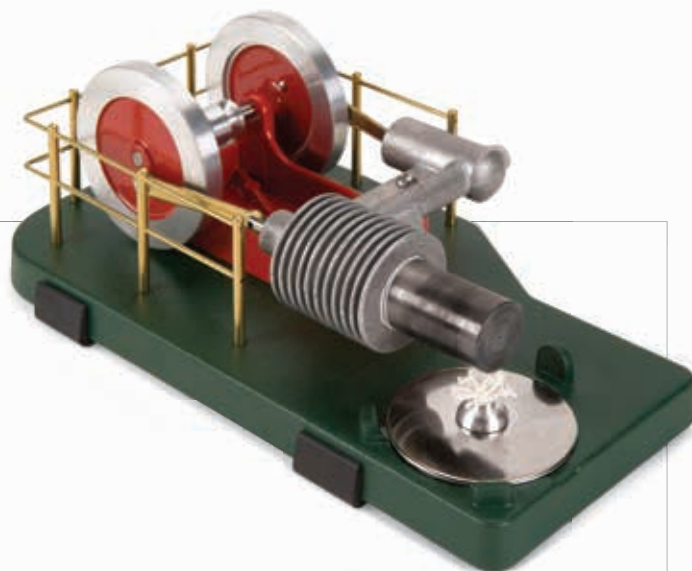
Este motor de Stirling econômico vem com um queimador de álcool completo integrado. Volantes e chassis vermelhos estão montados sobre uma base verde, este motor feito inteiramente de metal funciona silenciosamente a velocidades superiores a 1,000 RPM. O motor demonstra o processo circular de Stirling e as funções das máquinas de força térmica. Ele vem completamente montado e pronto para operar. O livro anexo "Stirling Cycle Engines" ("Motor de ciclos de Stirling", em idioma inglês) explica os princípios fundamentais de trabalho do motor.

Nº de rotações: 1000 RPM

Placa base: aprox. 180x110 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 1,15 kg

**P-1003505**





#### Vantagens

- Modelo de demonstração atraente em modelo compacto e de fácil compreensão
- Disposição dos componentes corresponde à sequência no processo cíclico
- Visores de vidro para observação da alteração do estado do fluido refrigerante

#### Temas para experiências:

- Determinação do valor de rendimento em dependência da diferença de temperatura
- Análise do processo circular num diagrama de Mollier

#### Bomba de calor D

Modelo de demonstração para a representação do modo de funcionamento de uma geladeira, ou seja, de uma bomba elétrica de calor por compressão. Utilizável como bomba de calor ar-água ou como bomba de calor de água-água. Constituída por um compressor com motor de marcha, vaporizador, válvula de expansão e condensador. Utilizável como bomba de calor ar-água ou como bomba de calor de água-água. Incluído medidor de energia para determinar a duração da operação, da tensão de rede, da potência recebida e do trabalho elétrico atual. Esses elementos estão conectados a um sistema fechado por um sistema de tubos de cobre montado sobre uma placa de base e podem ser ligados imediatamente, graças a sua disposição visível, com a sequência das mudanças de estado no processo circular da bomba térmica. O vaporizador e o condensador são formados por espirais de tubos de cobre que são colocados cada um num balde cheio de água, os quais servem de reservatórios de calor para determinar o calor recebido ou emitido. Dois termômetros digitais permitem a necessária medição de temperatura para isto nos dois recipientes de água. Dois grandes manômetros mostram a pressão do meio de resfriamento em ambos os transmissores de calor. Através de dois vidros de observação pode ser observada a condição agregada do meio frio por detrás do evaporador e por detrás do condensador. Um comutador de proteção contra a sobrepressão desliga o motor de compressão da rede elétrica quando a pressão atinge 15 bar.

Potência do compressor: 120 W

Meio de resfriamento: R 134A, sem FCKW

Reservatórios

de temperatura: cada 2000 ml

Manômetro: 160 mm Ø

Dimensões: aprox. 560x300x630 mm<sup>3</sup>

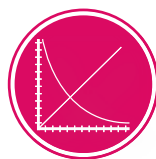
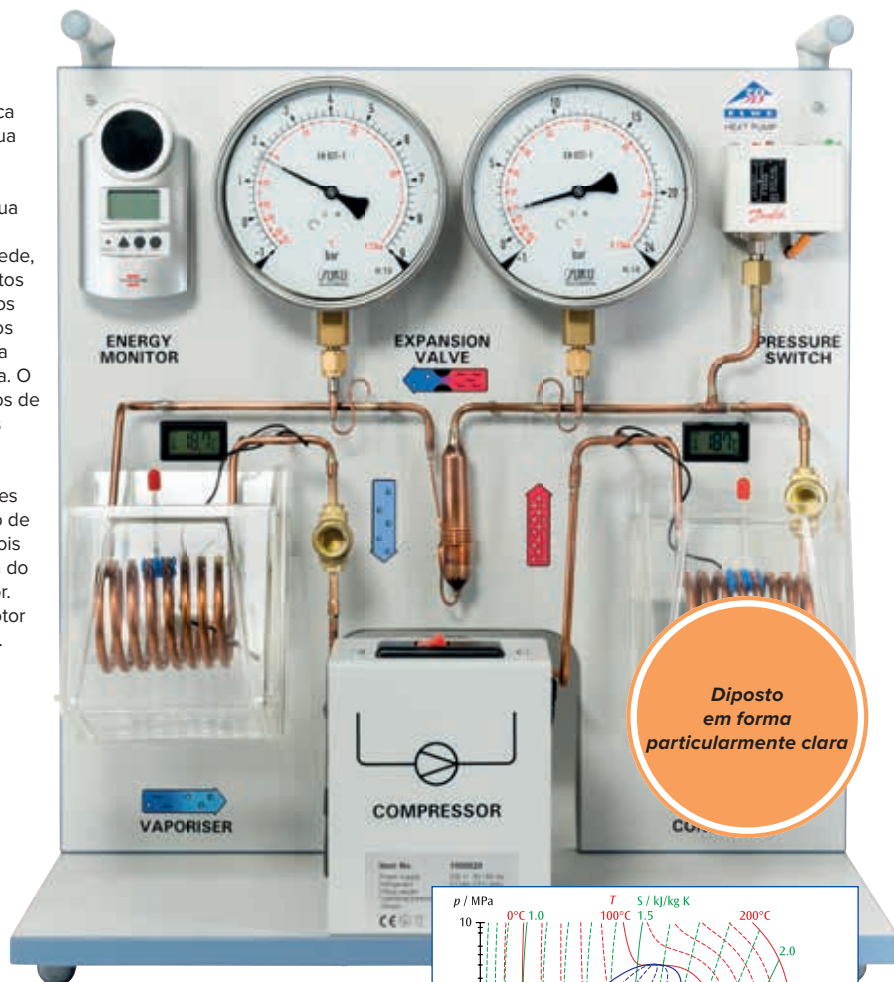
Massa: aprox. 21 kg

Bomba de calor D (230 V, 50 Hz)

P-1000820

Bomba de calor D (115 V, 60 Hz)

P-1000819



UE2060300

PDF online

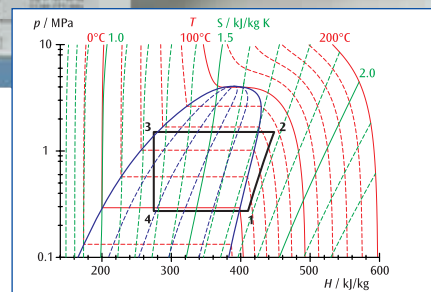


Diagrama de pressão-entalpia de uma bomba térmica



#### Sensor de temperatura NTC com pregador de medição

Sensor de temperatura para a medição da temperatura nos tubos de cobre da bomba térmica (P-1000820 ou P-1000819). A haste do sensor de temperatura é de aço inox com uma pregador de cobre em formato ajustado. Aplicável em associação ao VinciLab (P-1021477) para a medição manual ou a captura de valores de medição assistida por computador. Inclui cabo de conexão.

Faixa de medição: -40 – 140°C

Resolução: 0,1°C

Precisão: 2°C a -40°C; 0,6°C a 30°C; 1,8°C a 140°C

Tipo de sensor: Termistor NTC

P-1021797

### Temas para experiências:

- Bomba térmica Peltier em operação simétrica e assimétrica
- Registro dos cursos da temperatura durante a fase de bombeamento e de alívio
- Potência de aquecimento, resfriamento e elétrica, coeficiente de performance, grau de efeito
- Coeficiente de Seebeck
- Efeito Peltier, perdas de Joule, refluxo térmico por conta de condução térmica pelo elemento de Peltier
- Coeficiente de transferência térmica e coeficiente de condução térmica
- Dependência da tensão térmica e operacional da diferença de temperatura

### Bomba térmica Peltier

Modelo funcional com dois recipientes de água de alumínio, acoplados termicamente nas áreas de um elemento de Peltier. Se uma corrente elétrica passar pelo elemento de Peltier, ocorre transporte de calor entre os recipientes, o que leva ao resfriamento de um e ao aquecimento de outro lado. Em ambos os recipientes com água, um misturador acionado eletricamente gera uma distribuição de temperatura sempre homogênea. Dois termômetros digitais mostram ambas as temperaturas da água. Dado que a capacidade térmica do sistema é conhecida, o desempenho de resfriamento e aquecimento podem ser determinados e comparados com a potência elétrica aplicada.

O sistema é fornecido em uma prática maleta de transporte, que garante isolamento térmico suficiente em relação ao ambiente.

#### Elemento de Peltier:

Tensão de alimentação: 5 – 8 V  
Consumo de corrente com 8 V: 2,5 – 3,5 A  
Área: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Espessura: 3,7 mm

#### Recipientes de água:

Volume: 200 ml cada  
Peso: 105 g cada

#### Misturador:

Consumo de corrente: aprox. 100 mA

#### Maleta de transporte:

Dimensões: aprox. 244x160x70 cm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 920 g

**P-1020769**

#### Exigência complementar:

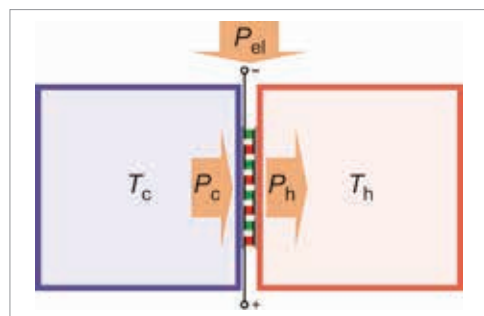
**P-1003312** Fonte de alimentação DC 20 V, 5 A, (230 V, 50/60 Hz)

ou

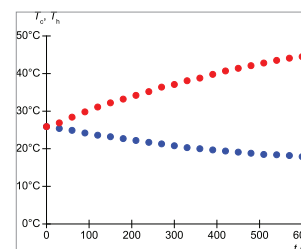
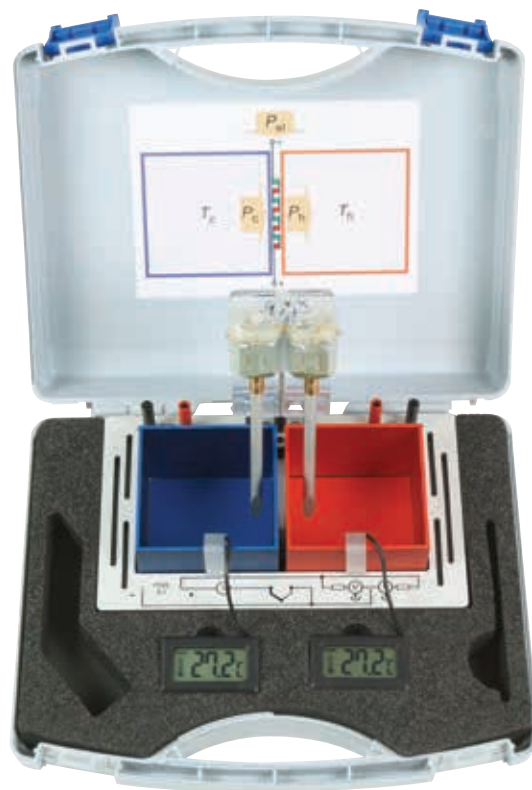
**P-1003311** Fonte de alimentação DC 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1018832** Multímetro digital

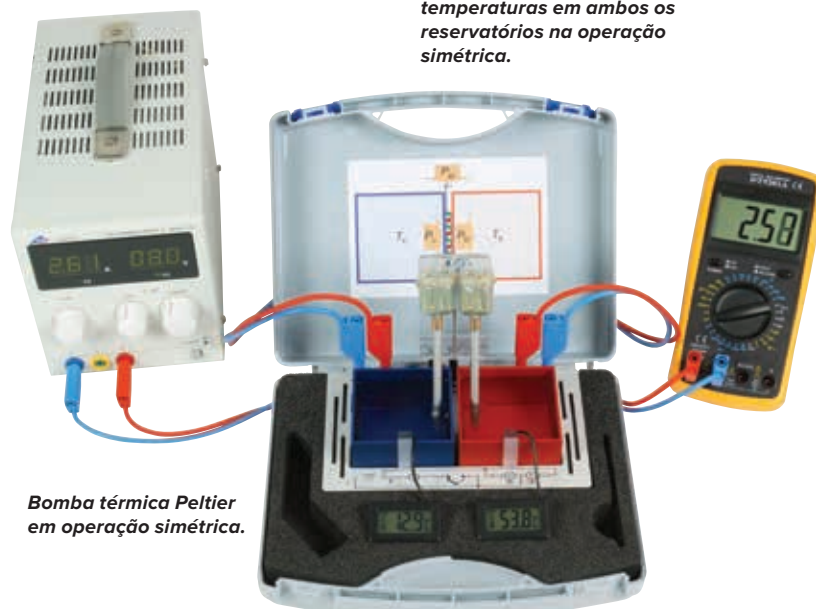
**P-1017718** Par de cabos de experiência de segurança (2x)



Funcionamento da bomba térmica Peltier



Decurso temporal das temperaturas em ambos os reservatórios na operação simétrica.

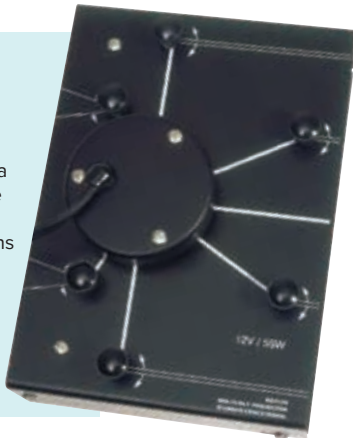


Bomba térmica Peltier em operação simétrica.

# LUZ E ÓPTICA

**Temas para experiências:**

- Leis de reflexão
- Leis de refração
- Reflexão total
- Ângulo de desvio mínimo no prisma
- Determinação da distância focal de espelhos e lentes
- Leis de lentes e defeitos de imagens
- Projeção de sombras



**Refeitor de feixes múltiplos magnético**

Fonte luminosa para experiências de demonstração no âmbito da óptica geométrica sobre um quadro branco de parede (P-1002591 ou P-1002592). Em armação de metal, sobre folha magnética. Para experiências com a reflexão, a difração e relativas às Leis das lentes são úteis cinco raios luminosos estreitos saindo do lado direito que são associados num feixe paralelo ou divergente, ou também cortados individualmente. Experiências com a projeção de sombra podem ser realizadas de modo muito ilustrativo com dois feixes divergentes saindo do lado “esquerdo” que graças a espelhos rotativos podem ser direcionados ou cortados individualmente.

Lâmpada: 12 V, 55 W  
Condutor para conexão: 1,5 m de comprimento com conector de 4 mm

Dimensões: aprox. 150x200x50 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,9 kg

**P-1003321**

**Exigência complementar:**

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

ou

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

**Lâmpada de halogênio, 12 V, 55 W (sem fotos)**

Lâmpada sobressalente de halogênio para o refeitor de feixes múltiplos (P-1003321).

**P-1003322**



**Óptica no quadro branco**

Conjunto de componentes ópticos para a utilização com uma lâmpada de feixe único (P-1000682) ou múltiplo (P-1003321) sobre um quadro branco de parede (P-1002591 ou P-1002592). Todos os componentes estão revestidos de folha magnética ou de um suporte magnético e podem ser aplicados e ordenados no quadro branco de parede. Numerosas experiências de demonstração podem ser realizadas de modo ideal com esse equipamento sem necessidade de escurecer o local e graças a inscrições a mão podem ser completadas para formar uma vívida representação geral.

**P-1000604**

**Exigência complementar:**

**P-1002591** Quadro branco de parede 600x900 mm<sup>2</sup>

ou

**P-1002592** Quadro branco de parede 900x1200 mm<sup>2</sup>

**P-1000682** Refeitor de feixe único

**P-1003323** Suporte magnético para um refeitor de feixe único

ou

**P-1003321** Refeitor de feixes múltiplos magnético

**Fornecimento:**

| Nº de cat.                   | Características                       | Dimensões                  | Material |
|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------|
| <b>Espelhos:</b>             |                                       |                            |          |
| <b>P-1002984</b>             | Espelhos planos                       | 200x35x35 mm <sup>3</sup>  | Plástica |
| <b>P-1002985</b>             | Espelho, convexo/côncavo, f = ±100 mm | 200x35x35 mm <sup>3</sup>  | Plástica |
| <b>Corpos transparentes:</b> |                                       |                            |          |
| <b>P-1002986</b>             | Lente plana-côncava, f = -400 mm      | 200x40x35 mm <sup>3</sup>  | Acrílico |
| <b>P-1002987</b>             | Lente plana-côncava, f = +400 mm      | 200x40x35 mm <sup>3</sup>  | Acrílico |
| <b>P-1002988</b>             | Placa plana paralela                  | 200x100x35 mm <sup>3</sup> | Acrílico |
| <b>P-1002989</b>             | Corpo em semi-círculo, f = +200 mm    | Ø 200x35 mm <sup>2</sup>   | Acrílico |
| <b>P-1002990</b>             | Prisma retangular                     | 200x200x35 mm <sup>3</sup> | Acrílico |
| <b>Corpos sombras:</b>       |                                       |                            |          |
|                              | Retângulo                             | 100x20x35 mm <sup>3</sup>  | Plástica |
| <b>P-1002992</b>             | Cilindro                              | Ø 5x35 mm <sup>2</sup>     | Plástica |
|                              | Cilindro                              | Ø 60x35 mm <sup>2</sup>    | Plástica |

### Quadros brancos de parede

Quadro de metal de superfície esmaltada para experiências de demonstração com peças de arranjo de aderência magnéticas, para, por exemplo, a mecânica ou a óptica. Quadro de aço, a prova de arranhões, resistente aos ácidos, pode ser marcado com canetas de tinta solúvel à água. Montagem na parede.

| Nº de cat. | Características         | Dimensões                |
|------------|-------------------------|--------------------------|
| P-1002591  | Quadro branco de parede | 600x900 mm <sup>2</sup>  |
| P-1002592  | Quadro branco de parede | 900x1200 mm <sup>2</sup> |



### Refletor de feixe único

Fonte luminosa para experiências de demonstração no âmbito da óptica geométrica sobre um quadro branco de parede (P-1002591 ou P-1002592). Com fenda de abertura ajustável para a produção de um raio luminoso estreito ou de um feixe luminoso divergente.

Lâmpada: 12 V, 35 W

Condutor de conexão: 1,5 m de comprimento com 2 conectores de 4 mm

Dimensões: aprox. 120 mm x 70 mm Ø

Massa: aprox. 0,25 kg

**P-1000682**

### Exigência complementar:

**P-1003323** Suporte magnético para refletor de feixe único

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

ou

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

### Lâmpada de halogênio, 12 V, 35 W (sem foto)

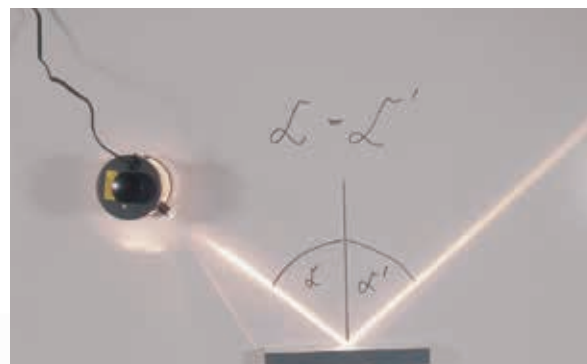
Lâmpada sobressalente para o refletor de feixe único (P-1000682).

**P-1003324**

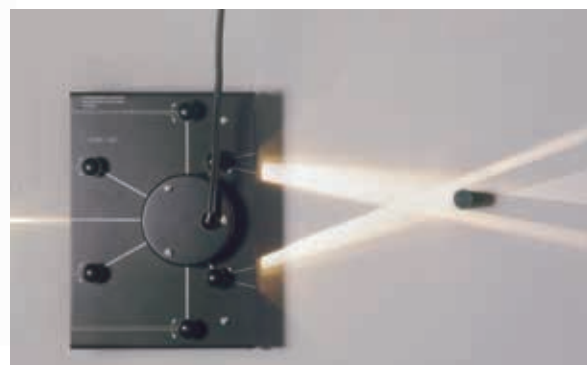
### Suporte magnético para refletor de feixe único

Suporte magnético para a montagem da lâmpada de feixe único (P-1000682) sobre um quadro branco de parede (P-1002591 ou P-1002592).

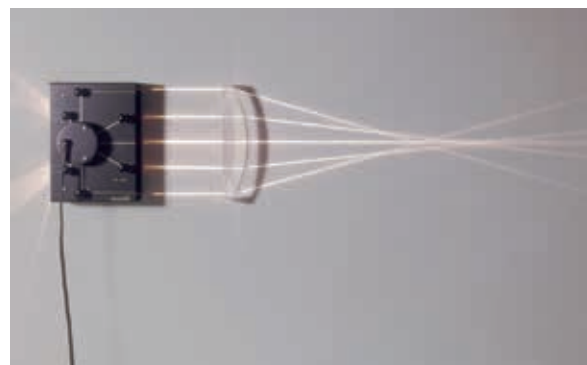
**P-1003323**



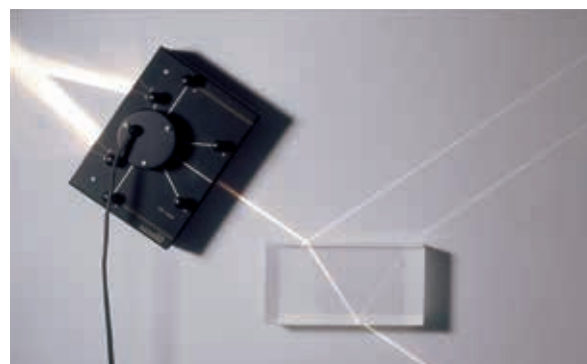
**Reflexão**



**Projeção de sombras**



**Erro na lente**



**Refração**

**Lasarraybox**

Laser diodo com até cinco feixes paralelos para a utilização com o quadro para Lasarraybox (P-1003056). Em armação de metal revestida com folha magnética. O número de raios luminosos que saem pode ser escolhido eletronicamente através de um comutador. A alimentação elétrica ocorre por meio de um aparelho de alimentação na rede elétrica ou de modo alternativo por meio de pilhas com desligamento automático após 60 minutos.

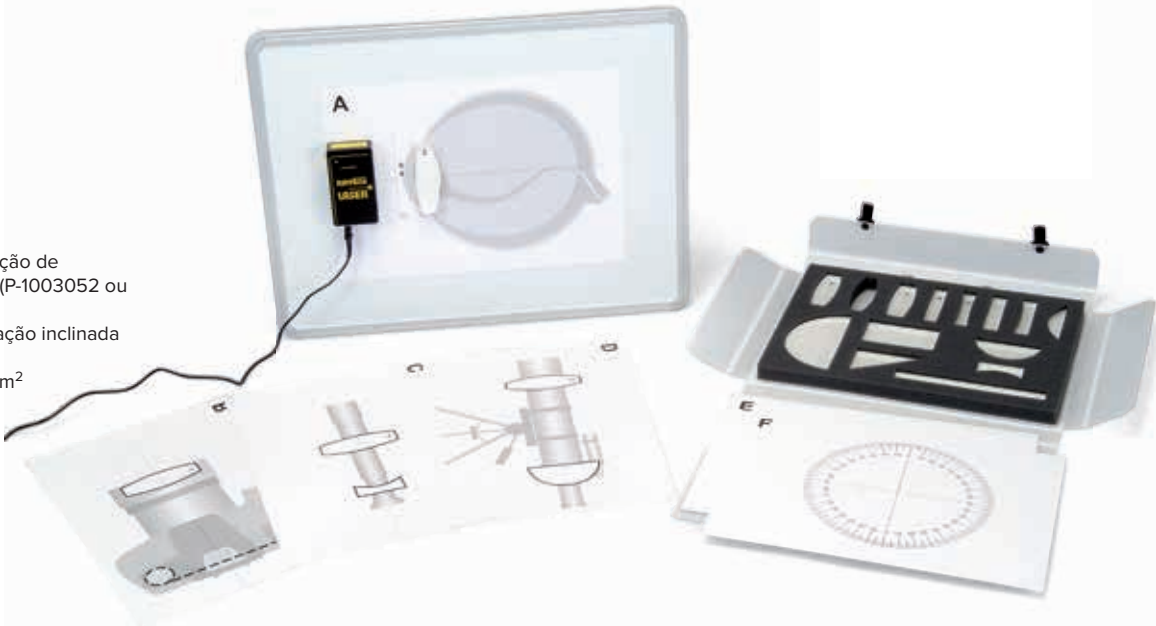
|  |   |
|--|---|
| Diodo laser:                           | 5 feixes, cada um máx. 1 mW, classe de segurança II   |
| Longitude de onda:                     | 635 nm  |
| Distância entre os feixes laser:       | 18 mm   |
| Transformador elétrico de alimentação: | primário 100 – 240 V AC<br>secundário 3 V DC, 300 mA<br>para 2 pilhas AA de 1,5 V (as pilhas não estão incluídas no fornecimento) |
| Compartimento para pilhas:             | aprox. 110x60x20 mm <sup>3</sup>  |

**Lasarraybox (230 V, 50/60 Hz)  
P-1003052**

**Lasarraybox (115 V, 50/60 Hz)  
P-1003051**

**Quadro para Lasarraybox**

Quadro magnético para a realização de experiências com o Lasarraybox (P-1003052 ou P-1003051)  
Com apoio removível para instalação inclinada do quadro.  
Dimensões: aprox. 600x450 mm<sup>2</sup>  
**P-1003056**



**Temas para experiências:**

- Leis de refração
- Leis de reflexão
- Reflexão total
- Determinação da distância focal em espelhos e lentes abobadados
- Leis das lentes
- Correção da aberração esférica
- Miopia e hipermetropia humana e a sua correção
- Percurso de feixe na câmera, no microscópio e no telescópio

**Conjunto de aparelhos para óptica com o Lasarraybox**

Conjunto de componentes ópticos para a utilização em associação com o Lasarraybox (P-1003052 ou P-1003051) sobre o quadro para Lasarraybox (P-1003056).  
Com esse conjunto podem ser realizadas numerosas experiências no âmbito da óptica geométrica. Os componentes são revestidos de folha magnética e podem ser facilmente fixadas e ordenadas no quadro. Seis modelos de trabalho com posições pré-desenhadas simplificam a montagem da experiência. Os percursos luminosos podem ser observados a maiores distâncias sem necessidade de escurecer o local.

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| Comprimento da base: | 100 mm cada (na maioria dos casos) |
| Espessura:           | 15 mm cada                         |

**Fornecimento:**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 1 lente bicôncava            | 1 placa de plano paralelo (60x100 mm <sup>2</sup> )  |
| 4 lentes biconvexas          | 1 prisma   |
| 1 lente plana côncava        | 1 condutor de fibra óptica (20x200 mm <sup>2</sup> ) |
| 1 corpo semicircular (45 mm) | 6 modelos de trabalho (410x290 mm <sup>2</sup> )     |
| 1 corpo semicircular (75 mm) | 1 instrução para as experiências                     |
| 1 espelho plano              |  |
| 1 espelho côncavo            |  |
| 1 espelho convexo            |  |

**P-1003049**

**Exigência complementar:**

**P-1003052 Lasarraybox (230 V, 50/60 Hz)**  
ou  
**P-1003051 Lasarraybox (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1003056 Quadro para Lasarraybox**

**Kit complementar de óptica com o Lasarraybox**

O kit complementar ao kit de óptica laser de demonstração consiste em 13 componentes ópticos para experiências mais adiantadas no campo da óptica geométrica. Por exemplo, experiências com lentes de ar, as quais mostram porque elementos ópticos produzem refrações negativas ou, conforme o caso, positivas. Todos os componentes estão cobertos de filme magnético.  
Comprimento da base: 100 mm cada (na maioria dos casos)  
Espessura: 15 mm cada

**Fornecimento:**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 lente bicôncava                    | 2 placas de plano paralelo (de ângulo reto) |
| 1 lente biconvexa                    | 2 espelhos planos                           |
| 1 prisma eqüilátero                  | 1 lente de ar bicôncava                     |
| 2 prismas de ângulo reto             | 1 lente de ar biconvexa                     |
| 1 placa de plano paralelo (quadrada) | 1 prisma de ar                              |

**P-1003050**



#### Temas para experiências:

- Ponto focal de uma lente convergente
- Distância focal
- Lente divergente
- Prisma
- Placa planoparalela

#### Conjunto de componentes ópticos

Conjunto de aparelhos para a introdução à óptica geométrica em associação com o refletor óptico de cinco feixes (P-1003187).

Altura: 15 mm cada

#### Fornecimento:

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1 lente plana convexa | 1 prisma irregular        |
| 2 lentes biconvexas   | 1 placa de plano paralelo |
| 1 lente bicôncava     | 1 corpo semi-cilíndrico   |
| 1 prisma eqüilátero   | 1 lente cilíndrica        |
| 1 prisma retangular   |                           |

**P-1002993**

#### Lâmpada óptica de cinco feixes

Fonte luminosa clara com cinco aberturas de saída de luz para experiências no âmbito da óptica geométrica na mesa de trabalho. Em armação de metal com ventilador de ventilação integrado. Espelho de reflexão móvel para o ajuste dos percursos de feixes. A cobertura com folha magnética permite também a utilização no quadro branco de parede.

Lâmpada halogênica: 12 V, 50 W

Conexão: por tomadas de segurança de 4 mm

Largura da fenda: 2 mm

Afastamento entre fendas: 18 mm

Dimensões da armação: aprox. 210x118x85 mm<sup>3</sup>

**P-1003187**

#### Exigência complementar:

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

ou

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

**P-1002993** Conjunto de componentes ópticos

#### Temas para experiências:

- Reflexão e refração da luz nos corpos em semicírculo e prismas
- Lei de Snell
- Ângulo crítico

#### Disco óptico com diodo laser

Conjunto de aparelhos para a introdução abrangente e compreensível dos fundamentos da refração e reflexão da luz em experiências de demonstração ou escolares. O laser preso magneticamente pode ser facilmente fixado e alinhado na extremidade da base de metal. O disco óptico rotativo tem escala angular com divisões de 1° e linhas marcadas para posicionar os elementos. O conjunto inclui um disco semicircular e um prisma eqüilátero como elementos ópticos, assim como uma fonte de alimentação e uma caixa de bateria vazia. As baterias não estão incluídas no fornecimento.

Laser diodo: 1 feixe, classe II

Potência de saída: <1 mW

Comprimento de onda: 635 nm

Voltagem operativa: 3 V DC

Caixa de bateria: para 2x pilhas de 1,5 V (AA, LR6, MN1500, Mignon)

Caixa de raio laser: aprox. 80x25x21 mm<sup>3</sup>

Base de metal: aprox. 320x40x35 mm<sup>3</sup>

Disco óptico: 250 mm Ø

Elemento semicircular: 90 mm Ø

Prisma: 100 mm eqüilátero

#### Disco óptico com diodo laser (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003058**

#### Disco óptico com diodo laser (115 V, 50/60 Hz)

**P-1003057**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003191** Célula semicircular

#### Célula semicircular

Célula graduada com divisão de escala de 1 mm, feito de acrílico transparente.

Dimensões: 200 mm Ø

Altura: 20 mm

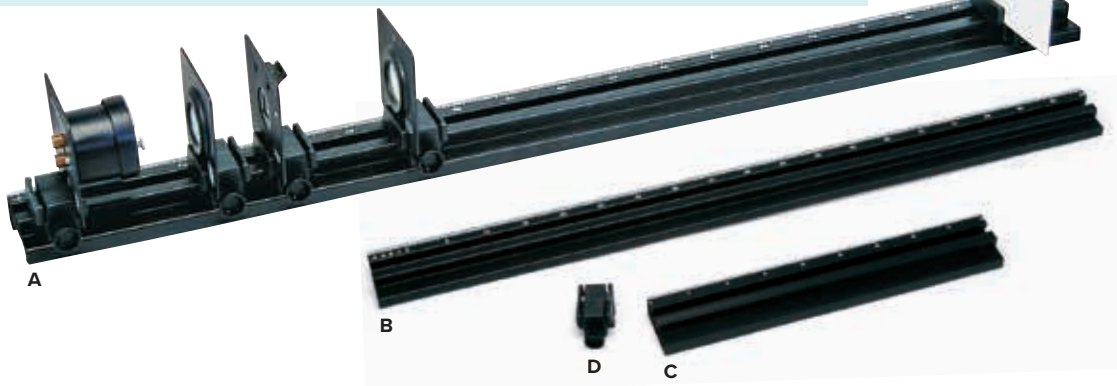
**P-1003191**



O popular sistema óptico segundo Kröncke oferece a robusta eficiência comprovada através das décadas com a precisão necessária para exercícios didáticos e para a prática em numerosas experiências com feixes e óptica ondulatória. Todos os componentes ópticos estão montados em telas

máscara sem haste e podem ser deslocadas sem problemas na vertical para o ajuste preciso no cavalete óptico. Os cavaletes ópticos podem ser deslocados livremente sobre o perfil em U do banco óptico e podem ser fixados com um mínimo de trabalho de fixação.

- Vantagens**
- Construção robusta
  - Curto tempo de preparação
  - Ampla gama de acessórios



#### A. Banco óptico K

Banco óptico feito de perfil de alumínio anodizado preto com escala milimétrica impressa.

Diagonal: aprox. 70x30 mm<sup>3</sup>

| Nº de cat.          | Comprimento | Massa  |
|---------------------|-------------|--------|
| <b>A. P-1009699</b> | 2000 mm     | 2,4 kg |
| <b>B. P-1009696</b> | 1000 mm     | 1,2 kg |
| <b>C. P-1009926</b> | 500 mm      | 0,6 kg |



#### B. Luminária óptica K

Lâmpada de halogêneo em armação de forma cilíndrica sobre tela de 100x100 mm<sup>2</sup> para a recepção do cavalete óptico K (P-1000862). Posicionamento vertical ou horizontal possíveis. Lâmpada de halogêneo: 12 V, 20 W  
Conexões: conectores de segurança de 4 mm  
Dimensões: aprox. 60x100x100 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 130 g  
**P-1000862**

#### Exigência complementar:

**P-1000866** Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000865** Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)

#### D. Cavalete óptico K

Cavalete óptico para os bancos ópticos K (P-1009699, P-1009696 e P-1009926). Com duas presilhas para telas para o ofuscamento do sistema óptico segundo Kröncke ou placas de até 2 mm de espessura.

Dimensões: aprox. 40x50x35 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 70 g

**P-1000862**

#### E. Transformador 12 V, 25 VA

Transformador simples para experiências didáticas. A prova de curto-circuito, com cabos de conexão e dois conectores de segurança de 4 mm conectáveis em cascada.

• Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6

• Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída: 12 V AC, máx. 2 A

Dimensões: aprox. 110x95x65 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 0,64 kg

**P-1000866** Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000865** Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)

#### Lâmpada de halogêneo 12 V/20 W (sem foto)

Lâmpada de substituição especial para artigo K (P-1000862).

**P-1003533**

#### Parafuso micrométrico K

Parafuso micrométrico com ponta fina para a medição de linhas de difração e de interferência. Suporte adaptado ao cavalete óptico K (P-1000862).

Dimensões: aprox. 80x30x60 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 120 g

**P-1000887**

#### Espelho K

Espelho plano e simples, vidro.

Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 70 g

**P-1003532**

#### Espelho côncavo K

Espelho côncavo sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup>.

Distância focal: 180 mm

Diâmetro do

espelho: 32 mm

Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>

**P-1009925**

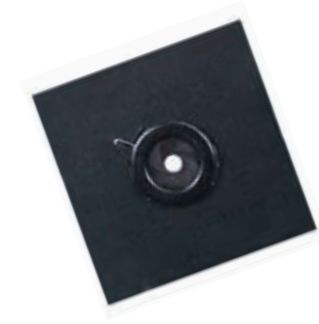
#### Íris K

Íris de abertura contínua sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup>.

Abertura: 2 – 18 mm

Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>

**P-1000850**



## Lentes ópticas K

Lentes de vidro óptico de alta qualidade. Encastrado no painel de 100x100 mm<sup>2</sup> sendo assim resistente aos choques e inquebrável. Com indicação da distância focal.

Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>  
Diâmetro da lente: 32 mm



| Nº de cat. | Descrição                       |
|------------|---------------------------------|
| P-1000869  | Lente convergente K, f = 50 mm  |
| P-1010300  | Lente convergente K, f = 100 mm |
| P-1000871  | Lente convergente K, f = 150 mm |
| P-1009861  | Lente convergente K, f = 200 mm |
| P-1009866  | Lente convergente K, f = 300 mm |
| P-1009863  | Lente convergente K, f = 500 mm |
| P-1009864  | Lente divergente K, f = -100 mm |
| P-1009865  | Lente divergente K, f = -500 mm |



## Espelho de Fresnel K

Espelho de Fresnel com suporte para a utilização com o banco óptico K (P-1009699, P-1009696 ou P-1009926). Dois espelhos planos inclinados um para o outro estão colados juntos sobre uma placa de metal. Graças a um parafuso de ajuste na parte traseira, o ângulo entre os espelhos pode ser alterado. Através da observação da interferência após a reflexão nos dois espelhos pode ser comprovado o caráter ondulatório da luz. Suporte próprio para o cavalete óptico K (P-1000862).

Dimensões: 135x100x40 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 123 g

P-1009927

## Caixa de armazenamento

Caixa feita de faia defumada, envernizada, com os 20 compartimentos para lentes e elementos ópticos com 100 mm de largura.

Dimensões: 400x130x90 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1000 g

P-1003571



## Telas de projeção K (sem foto)

Telas de projeção de plástico para a instalação no cavalete óptico K (P-1000862).

Dimensões: 200x150 mm<sup>2</sup>

Tela de projeção K, transparente  
P-1000878

Tela de projeção K, branco  
P-1000879

## Suporte K para laser de diodo

Suporte para laser de diodo (P-1003201 ou P-1003202). Sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup>.

P-1000868



## Pinça de suporte K

Pinça de suporte robusto para diafragmas, filtros, objetos de difração e outros objetos em quadro de slide (ver páginas 161 em diante). Sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup>.

Escala de aperto: 0,2 – 4 mm  
Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>  
Abertura circular: 38 mm Ø

P-1008518

## Fenda móvel K

Fenda móvel de ajuste contínuo sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup>. Largura da fenda regulável por meio de um parafuso micrométrico.

Largura da fenda: 0 – 3 mm  
Altura da fenda: 25 mm  
Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>  
Massa: aprox. 240 g

P-1008519



## Par de filtros polarizadores K

Dois filtros polarizadores sobre painel de 100x100 mm<sup>2</sup> para a produção e análise de luz polarizada. Em encaixe rotativo com indicador e escala angular.

Escala: 0 – 180°  
Divisão da escala: 5°  
Dimensões: 100x100 mm<sup>2</sup>  
Diâmetro de filtro: 32 mm

P-1009929



O sistema óptico NEVA oferece provada confiabilidade a preço em conta e fácil manejo na montagem de experiências fundamentais para a óptica geométrica.

Todos os componentes ópticos são montados em suportes de diafragmas com pé magnético e podem ser ordenados sem problema no estável banco óptico e deslocados na passagem do feixe de luz.



#### Banco óptico N

Trilho metálico com escala milimétrica e bordas de guia para a recepção de componentes ópticos com pé magnético.

Dimensões: aprox. 400x75x10 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 230 g

**P-4003987**

#### Luz paralela luminária óptica N (230 V, 50/60 Hz)

Fonte de luz paralela e divergente na base de um diodo luminosos branco de alta potencia. Em caixa de matéria plástica com pé magnético. Lado de saída para luz paralela com receptor de diafragma e lado de saída para luz divergente. Inclusiva fonte de alimentação de 5 V DC, 1000 mA.

Dimensões: aprox. 90x70x70 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 400 g

**P-1006791**



#### Luminária óptica N (230 V, 50/60 Hz)

Diodo de luz branca de alta potência em caixa de matéria plástica com pé magnético. Inclusiva fonte de alimentação de 5 V DC, 1000 mA.

Dimensões: aprox. 90x70x70 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 200 g

**P-1009946**



#### Suporte de objeto N

Suporte de objeto com pé magnético para a recepção de diafragmas ópticos em quadros de slide (50x50 mm<sup>2</sup>), por exemplo. Diafragma de fenda única N (P-4004002) ou diafragma de três/cinco fendas N (P-4004057).

**P-1000845**



#### Diafragma de fenda única N

Diafragma de fenda única para a utilização no suporte de objetos N ou no receptor de diafragma da luminária óptica de luz paralela N em experiências ópticas com um raio único de feixe nítido.

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

**P-4004002**



#### Diafragma de três / cinco fendas N

Diafragma de três / cinco fendas para a utilização no suporte de objetos N (P-1000845) ou do receptor de diafragma da luminária óptica de luz paralela N (P-1006791, respectivamente, P-1006790) em experiências ópticas com vários raios de feixe nítido.

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

**P-4004057**

#### Lentes ópticas N

Lentes de vidro óptico de alta qualidade. Para ser inserido de forma inquebrável e a prova de choques no suporte de diafragma com pé magnético.

Dimensões: 70x70 mm<sup>2</sup>

Diâmetro da lente: 36 mm

| Nº de cat. | Descrição                        |
|------------|----------------------------------|
| P-1000843  | Lente convergente N, f = +50 mm  |
| P-1000842  | Lente convergente N, f = +100 mm |
| P-1000841  | Lente convergente N, f = +300 mm |
| P-1000844  | Lente divergente N, f = -100 mm  |



### Temas para experiências :

- Demonstração de diferentes feixes luminosos
- Reflexão de um raio luminoso num espelho plano
- Reflexão de um feixe de raios num espelho plano
- Reflexão de um feixe de raios num espelho côncavo e num convexo
- Lei da refração de Snellius
- Refração numa placa plano paralela
- Refração num prisma
- Prisma de inversão
- Lentes côncavas e convexas



### Ligação para trilhos com escala

Elemento de conexão para a conexão giratória de dois bancos óticos U (P-1003039 e P-1003040). Trilhos de perfil. Ângulo de rotação de 90° para ambos os lados. Alumínio de anodizado cor natural. Com receptores para elementos ópticos de montagem sobre haste no eixo giratório.

Abertura das hastas: 10 mm  
Divisão da escala: 5°  
Dimensões: aprox. 180x82x100 mm<sup>3</sup>

**P-1003043**



### Cavalete óptico U

Cavalete óptico para o banco óptico U (P-1003039 e P-1003040) para a recepção de elementos de montagem ópticos sobre haste. Uma base deslizante garante um deslocamento fácil sobre o banco óptico.

Abertura das hastas: 10 mm

| Nº de cat.       | Altura da coluna |
|------------------|------------------|
| <b>P-1003041</b> | 75 mm            |
| <b>P-1003042</b> | 30 mm            |

### Disco óptico com acessórios

Conjunto de aparelhos para a introdução aos princípios básicos da óptica geométrica. Placa base com escala angular, dispõe de divisão de 1° e escala em bloco; duas perfurações para a pinça de fixação, próprias à recepção de componentes ópticos (lentes, prismas, espelhos). Pode ser utilizado tanto na horizontal, como na vertical, graças ao suporte móvel e à vara de tripé. Acondicionado em recipiente de armazenamento.

### Conjunto consistindo em:

- 1 disco óptico com vara de suporte e 2 pinças 240 mm Ø
- 1 lente bicôncava de 80 mm de comprimento
- 1 lente biconvexa de 80 mm de comprimento
- 1 corpo semi-circular de 80 mm de comprimento
- 1 corpo trapezoidal 45° e 60°
- 1 prisma retangular, comprimento do cateto 50 mm
- 1 espelho de combinação plano, convexo, côncavo

**P-1003036**

### Recomendação suplementar:

- P-1003039** Banco óptico U, 120 cm
- P-1003041** Cavalete óptico U, 75 mm (3x)
- P-1003042** Cavalete óptico U, 30 mm
- P-1003038** Luminária para experiências, halógeno
- P-1000855** Suporte de objetos sobre haste
- P-1003024** Lente convergente,  $f = +150$  mm
- P-1000607** Jogo de fendas e diafragmas
- P-1000593** Transformador 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)
- ou
- P-1006780** Transformador 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)

### Par de patas para trilhos

Dois pés de cor natural feitos de alumínio anodizado para suporte no banco óptico U (P-1003039 e P-1003040).

Dimensões: aprox. 220x20x15 mm<sup>3</sup>

**P-1003044**



### Banco óptico U

Banco óptico de perfil de alumínio maciço, anodizado de cor natural, robusto e rígido resistindo ao retorcimento, com escala contínua em mm. Para a execução de experiências com elementos de montagem ópticos sobre haste.

Corte transversal: aprox. 100x40 mm<sup>3</sup>

| Nº de cat.       | Comprimento | Comprimento da escala | Massa         |
|------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| <b>P-1003039</b> | 1200 mm     | 1000 mm               | aprox. 3,0 kg |
| <b>P-1003040</b> | 600 mm      | 500 mm                | aprox. 1,5 kg |



### Banco óptico de precisão D

Banco óptico de precisão com perfil de três arestas para experiências na pesquisa e em demonstração nas quais é exigida a máxima precisão. De alumínio anodizado preto. De estabilidade garantida, não escorrega, não dobra e não entorta, com escala contínua com divisão em cm/mm. Orifícios nas partes frontais permitem a fixação de elementos de ligação com outros trilhos, ou da junção giratória (P-1002632).

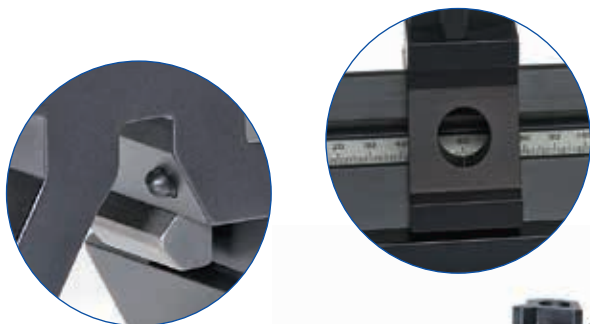
Corte transversal: aprox. 90x60 mm<sup>3</sup>

| Nº de cat. | Comprimento | Massa          |
|------------|-------------|----------------|
| P-1002630  | 500 mm      | aprox. 1,75 kg |
| P-1002628  | 1000 mm     | aprox. 3,5 kg  |
| P-1002629  | 2000 mm     | aprox. 7 kg    |



### Vantagens

- Longevidade
- Estabilidade
- Milímetro de precisão



### Cavelete óptico D

Cavelete óptico para os bancos ópticos de precisão D (P-1002628, P-1002629 e P-1002630) para a recepção de elementos ópticos de montagem sobre haste. Para experiências na pesquisa e em demonstração nas quais é exigida a máxima precisão. De alumínio anodizado preto. Graças a uma furação e uma marcação de traço no centro do pé, a posição central do cavelete pode ser lida imediatamente sobre o banco óptico. Os cavaletes são pré-fixados através de bocais plásticos incorporados com molas sobre o banco óptico, enquanto o parafuso de fixação ainda não está aparafusado. A fixação definitiva se produz através de uma peça de aço inox de pressão, protegendo o material e não através de uma ponta de parafuso. As hastes dos elementos da montagem óptica também são fixadas com um ângulo de aço inox, protegendo o material.

Abertura para hastes: 10 mm – 14 mm

| Nº de cat. | Altura da coluna | Largura da base |
|------------|------------------|-----------------|
| 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           |



### Cavelete de deslocamento D

Cavelete óptico com receptor de deslocamento perpendicular ao eixo óptico para a recepção de elementos ópticos de montagem sobre haste. Cavelete de deslocamento ajustável com parafuso micrométrico.

Área de deslocamento:  $\pm 50$  mm

Altura da coluna: 90 mm

Largura da base: 50 mm

Abertura para hastes: 10 – 14 mm

P-1002644

### Cavelete inclinável D

Próprio para a inclinação de peças ópticas para fora do eixo principal.

Altura da coluna: 90 mm

Largura da base: 50 mm

Abertura para hastes: 10 – 14 mm

Área de inclinação: 90°

P-1012467



### Conjunto de bases para o banco óptico D

Um patin para trilhos e um apoio pontual com parafuso de ajuste para o ajuste do banco óptico. De alumínio anodizado preto.

Comprimento da base: 270 mm

**P-1012399**

### Articulação giratória para o banco óptico D

Articulação giratória para experiências com radiações angulares e de alta exigência de exatidão. Fabricada em alumínio anodizado preto com escala angular ajustável de  $\pm 180^\circ$ , em divisão de 1 grau. O eixo giratório é equipado com uma coluna para a recepção das peças de montagem óptica.

Ângulo giratório:  $\pm 90^\circ$  para os dois lados

Altura da coluna: 60 mm

Abertura para hastes: 10 – 14 mm

**P-1002632**

### Pé óptico D

Pé óptico como base para o núcleo em U (P-1000979) com bobinas e sapatas polares em experiência para o efeito de Faraday sobre o banco óptico de precisão D (P-1002628).

**P-1009733**

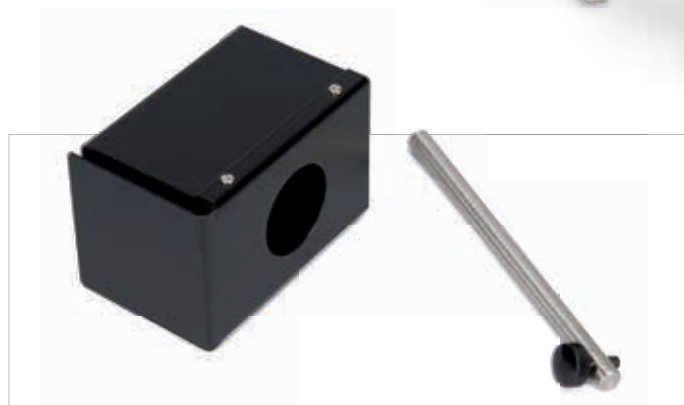
### Braço de extensão D

Braço de extensão para a fixação no cavalete óptico, com a finalidade de posicionar acessórios e peças ópticas fora do eixo principal.

Comprimento da extensão: 100 mm

Abertura para hastes: 10 mm – 14 mm

**P-1002646**



### Luminária para experiências com lâmpada halogênica

Fonte luminosa de pequena expansão para experiências com a óptica. Armação de metal laqueado de preto sobre haste, com dispositivo de fixação para a utilização na vertical ou na horizontal.

Lâmpada halogênica: 12 V, 50 W

Conexão: conectores de segurança de 4 mm

Abertura para a saída da luz: 40 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

Dimensões: aprox. 80x80x105 mm<sup>3</sup>

**P-1003038**

### Exigência complementar:

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

ou

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

### Lâmpada sobressalente de halogênio, 12 V, 50 W (sem foto)

Lâmpada sobressalente de halogênio para luminária para experiências

P-1003038.

**P-1002837**



### Luminária óptica com lâmpada LED

Fonte luminosa particularmente clara para experiências com o banco óptico e para fins de projeção. Armação de metal com condensador, barra de ajuste móvel para o ajuste axial da lâmpada e vara de suporte que pode ser desparafusada. Inclusiva fonte de alimentação.

LED: 18 V, 10 W

Fonte de alimentação: 100 – 240 V AC, 50/60 Hz

Distância focal do condensador: 100 mm

Diâmetro do condensador: 80 mm

Haste: 125 mm x 10 mm Ø

Dimensões: aprox. 240x115x220 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,5 kg

**P-1020630**



#### Díodo laser, vermelho

Fonte luminosa vermelha com baixa divergência de feixe abrigado num corpo de alumínio compacto e resistente. Está baseado num módulo laser industrial de 650 nm da classe II com uma lente de mira de vidro. Preso por com uma haste do aço inoxidável de 10 cm. Uma fonte de alimentação está incluído no fornecimento.

|   |   |
|---|---|
| Classe de proteção laser:                   | II  |
| Potência de saída:                          | 0,9 – 1mW em 20° C  |
| Comprimento de onda:                        | 650 nm ± 5 nm   |
| Tamanho do ponto de luz a 5 m de distância: | < 8 mm Ø  |
| Divergência:                                | < 1 mrad  |
| Fonte de alimentação:                       | primária: 100 – 240 V, 50/60 Hz<br>secundária: 6 V DC, 300 mA |

**P-1003201**



#### Objetiva acromática 10x/0,25

Objetiva de microscópio para a ampliação do feixe em associação com o laser He-Ne (P-1003165).

**P-1005408**



#### Objetivo para divergência de feixe

Objetivo de microscópio 4x montado sobre um adaptador para desviar o feixe em conjunção com o díodo laser, vermelho (P-1003201) ou o módulo laser verde (P-1003202).

**P-1000675**

#### Módulo laser, verde

Laser verde de alto desempenho (Laser NdYag dobrado) com comprimento de onda de 532 nm. A luz verde da classe de segurança II emitida é adequada idealmente para as demonstrações ópticas, devido que está situada perto da sensibilidade máxima do olho humano. É tão bem visível quanto o feixe de laser vermelho com uma potência de 5 mW. Abrigado num corpo de alumínio compacto e resistente. Preso com uma haste de aço inoxidável de 10 cm e uma fonte de alimentação.

|  |  |
|--|--|
| Classe de proteção laser:                | II   |
| Potência de saída:                       | 0,4 – 1 mW em 20° C  |
| Comprimento de onda:                     | 532 nm ± 0.1 nm  |
| Tamanho do ponto de luz a 5 m distância: | < 9 mm Ø   |
| Divergência:                             | < 2 mrad   |
| Fonte de alimentação:                    | primária: 100 – 240 V, 47 – 63 Hz<br>secundária: 3,3 V DC, 1,5 A |

**P-1003202**



#### Rosca de lâmpada E14 sobre haste

Rosca de lâmpada E14 sobre pé com cabo de conexão à rede elétrica e plug conector europeu conforme CEE 7/16.

Haste: 113 mm x10 mm Ø  
Massa: aprox. 135 g

**P-1000853**

#### Laser de He-Ne

Fonte luminosa monocromática e coerente para experiências ópticas, como por exemplo, com difração e interferência ou para a reconstrução de hologramas. Armação metálica anodizada com comutador de chave, filtro cinza para a redução da potência do feixe, 2 varas de apoio e aparelho de alimentação na rede elétrica. Para a ampliação do feixe podem ser aparafusadas objetivas de microscópio (por ex. P-1005408) na abertura de saída do feixe.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Classe de segurança laser:  | II   |
| Potência de saída:          | <0,2 mW (com filtro neutro)<br><1 mW (sem filtro neutro) |
| Comprimento das ondas:      | 633 nm   |
| Diâmetro da radiação:       | 0,48 mm  |
| Divergência da radiação:    | 1,7 mrad   |
| Modo:                       | TEM <sub>00</sub>  |
| Polarização:                | aleatória  |
| Tempo de duração:           | > 12000 horas  |
| Aparelho de conexão à rede: | 12 V DC, 1 A   |
| Dimensões:                  | aprox. 230x55x90 mm <sup>3</sup>                         |
| Massa:                      | aprox. 0,8 kg  |

#### Fornecimento:

- 1 Laser de He-Ne
- 2 chaves
- 1 vara de apoio longa
- 1 vara de apoio curta, 6-cantos
- 1 Aparelho de conexão à rede 12 V

**P-1003165**



#### Rosca de lâmpada E27 sobre haste

Rosca de lâmpada E27 sobre pé com cabo de conexão à rede elétrica e plug alemão tipo Schuko conforme CEE 7/4.

Haste: 113 mm x10 mm Ø  
Massa: aprox. 240 g

**P-1000854**



### Lentes sobre haste

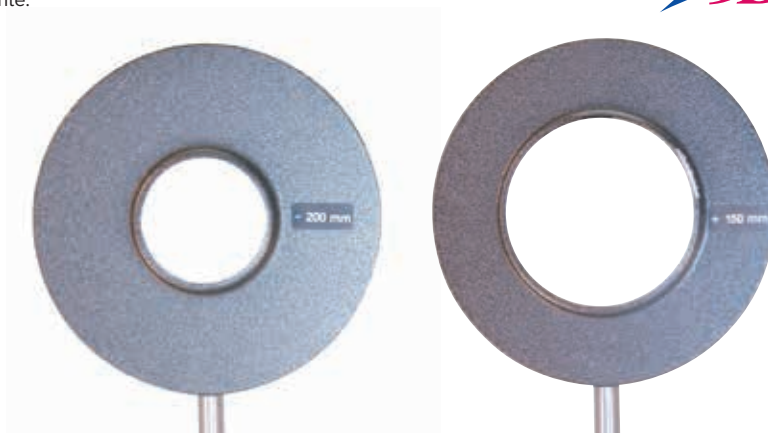
Lentes com rosca preta e sobre haste. Com anel de proteção da lente.

Rosca: 130 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

### Indicação:

Todos os elementos de montagem sobre haste mostrados nas seguintes páginas são fornecidos sem o cavalete óptico.



| Nº de cat. | Descrição                     | Distância focal | Diâmetro do diafragma |
|------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|
| P-1003022  | Lente convergente sobre haste | +50 mm          | 50 mm                 |
| P-1003023  | Lente convergente sobre haste | +100 mm         | 50 mm                 |
| P-1003024  | Lente convergente sobre haste | +150 mm         | 50 mm                 |
| P-1003025  | Lente convergente sobre haste | +200 mm         | 50 mm                 |
| P-1003026  | Lente convergente sobre haste | +300 mm         | 50 mm                 |
| P-1003029  | Lente convergente sobre haste | +150 mm         | 75 mm                 |
| P-1003027  | Lente divergente sobre haste  | -100 mm         | 50 mm                 |
| P-1003028  | Lente divergente sobre haste  | -200 mm         | 50 mm                 |



### Espelho sobre haste

Espelho em moldura preta e sobre haste. Com anel de proteção para evitar danos ao espelho.

Rosca: 130 mm Ø

Diafragma: 50 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

| Nº de cat. | Descrição                   | Distância focal |
|------------|-----------------------------|-----------------|
| P-1003031  | Espelho côncavo sobre haste | +75 mm          |
| P-1003032  | Espelho convexo sobre haste | - 75 mm         |
| P-1003033  | Espelho plano sobre haste   | -               |



### Aparelho de reflexão total sobre haste

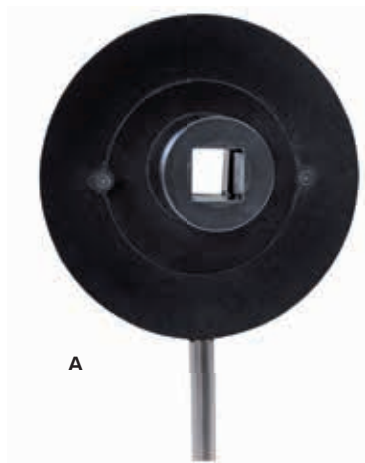
Vara de acrílico transparente em rosca de metal preta e sobre haste.

A luz incidente paralela é dirigida por reflexão total até a extremidade curva.

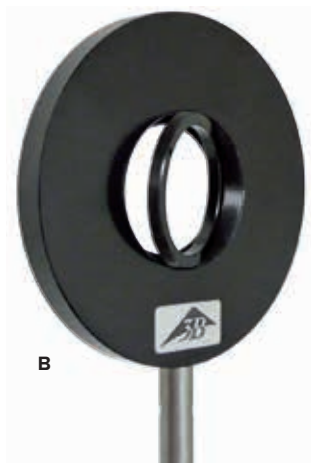
Rosca: 130 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

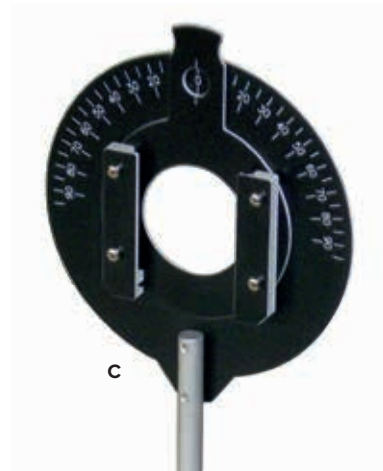
**P-1000857**



A



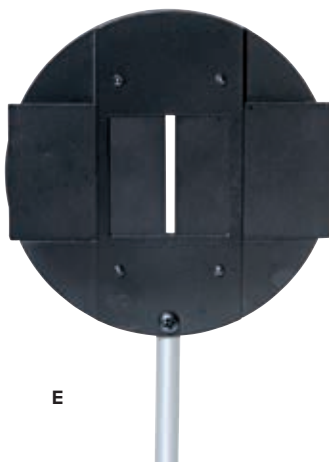
B



C



D



E



F

#### A. Suporte sobre haste para prisma de visão direta

Suporte com recepção giratória para prismas de visão direta (P-1002862). Em rosca de metal preta e sobre haste.

Rosca: 130 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

**P-1012863**

#### B. Suporte de componentes

Suporte sobre haste para o recebimento de componentes ópticos circulares. Estes são prendidos por meio de um anel metálico.

Orifício: 36 mm Ø

Componentes: máx. 7 mm x 42 mm Ø

Altura do eixo óptico: 150 mm

Engaste: 100 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

**P-1003203**

#### C. Suporte giratório de objetos sobre haste

Suporte de objetiva com rosca de metal preta e sobre haste. Com quadro de encaixe para diafragmas, filtros, objetos de difração e outros objetos em quadro de slide (ver página 161 em diante) e com escala angular.

Rosca: 130 mm Ø

Encaixe: 50x50 mm<sup>2</sup>

Escala angular: ±90°

Divisão: 5°

Haste: 10 mm Ø

**P-1003016**

#### D. Filtro de polarização sobre haste

Filtro de polarização de precisão de vidro, que pode ser girado por rolamento de esferas num engaste sobre haste. Com escala angular em passos de 1°.

Orifício: 38 mm Ø

Apagamento: >99,9 % em  $\lambda = 450 - 750$  nm

Altura do eixo óptico: 150 mm

Engaste: 100 mm Ø

Haste: 10 mm Ø

**P-1008668**

#### E. Suporte de objetos sobre haste

Suporte de objetiva com rosca de metal preta e sobre haste. Com encaixe para diafragmas, filtros, objetos de difração e outros objetos em quadro de slide (ver páginas 161 em diante). Inclusive diafragmas para a cobertura parcial dos objetos inseridos.

Rosca: 130 mm Ø

Encaixe: 50x50 mm<sup>2</sup>

Haste: 10 mm Ø

**P-1000855**

#### F. Fenda móvel sobre haste

Fenda de abertura simétrica com rosca de metal preta e sobre haste. Com parafuso micrométrico.

Rosca: 130 mm Ø

Largura da fenda: 0 – 3 mm

Altura da fenda: 25 mm

Haste: 10 mm

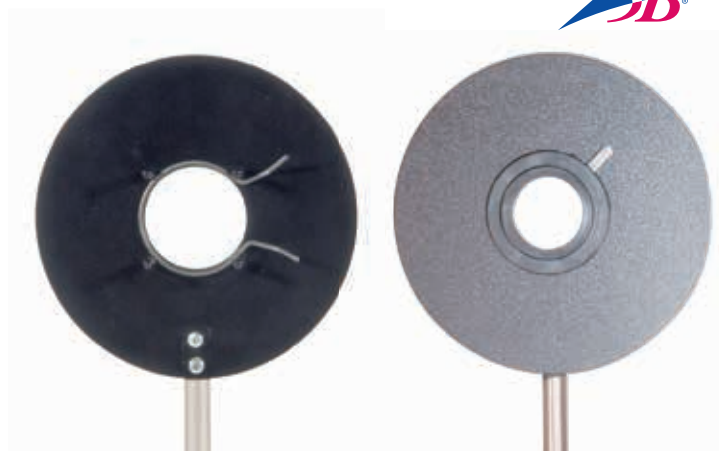
**P-1000856**

#### Mesa prismática sobre haste

Mesa de prisma redonda com pinças de fixação móveis na vertical, para por exemplo, prismas. Sobre haste para a instalação no cavalete óptico. Prisma não fornecida.

Mesa: 60 mm Ø  
Haste: 10 mm Ø

**P-1003019**



#### Suporte sobre haste para lentes sem engaste

Suporte com pinça para a recepção de lentes sem rosca. Em rosca de metal preta e com haste.

Rosca: 130 mm Ø  
Abertura: 40 mm Ø  
Haste: 10 mm Ø

**P-1003164**

#### Filtro de comprimento de quarto de onda sobre haste

Placa de retardo (plaquinhas  $\lambda/4$ ) de filme plástico, que podem ser giradas por rolamento em um soquete sobre haste. Com escala de ângulo em intervalos de 1°.

Abertura: 38 mm Ø  
Retardo:  $\lambda/4$  com 560 nm  
Altura do eixo ótico: 150 mm  
Soquete: 100 mm Ø  
Haste: 10 mm Ø

**1021353**



#### Diafragma íris sobre haste

Diafragma íris em moldura preta e sobre haste. Orifício de ajustamento contínuo.

Rosca: 130 mm Ø  
Diâmetro do diafragma: 3 – 29 mm  
Haste: 10 mm Ø

**P-1003017**



#### Tela de projeção

Tela translúcida sobre haste para todos os fins relacionados com projeções no banco óptico.

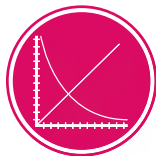
Dimensões: aprox. 250x250 mm<sup>2</sup>  
Haste: 10 mm Ø

**P-1000608**

#### Bloco para acomodação

Bloco de madeira com dez orifícios para acomodar aparelhos com hastes de 10 mm. Lentes não fornecida.

**P-1003034**



**UE4030350**

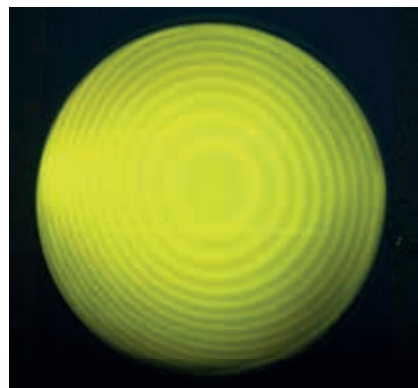
PDF online

#### Vidros para anéis de Newton

Arranjo óptico para a demonstração e análise dos anéis de interferência de Newton. Arranjo de disco de vidro plano e curvo sobre haste. Com três parafusos de ajuste para a centralização do sistema de interferência.

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Altura do feixe óptico:      | 150 mm |
| Diâmetro utilizável:         | 38 mm  |
| Espessura do disco de vidro: | 3 mm   |
| Raio da curvatura:           | 50 m   |
| Diâmetro da armação:         | 100 mm |
| Diâmetro da haste:           | 10 mm  |

**P-1008669**



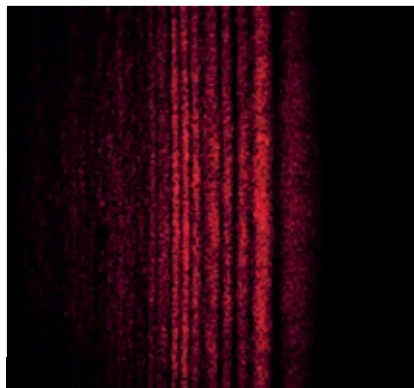
*Anéis de Newton sob luz amarela*

#### Espelho de Fresnel sobre haste

Espelho de Fresnel para a comprovação do caráter ondulatório da luz por meio da observação da interferência após a reflexão em dois espelhos, assim como para determinação quantitativa do comprimento de onda. Dois espelhos de superfície de acrílico preto, em suporte de alumínio anodizado preto, inclinados um para o outro com proteção para espelho de montagem fixa, sobre vara de tripé de aço fino.; ângulo de inclinação ajustável por meio de uma rosca fina na parte posterior.

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Superfície total do espelho: | 30x95 mm <sup>2</sup> |
| Faixa de ajuste:             | -0,3° – +0,7°         |
| Haste:                       | 10 mm Ø               |

**P-1002649**



*Padrão de interferência na tela de observação*

#### Conjunto de experiência espelho Fresnel

Conjunto de equipamentos completo para a demonstração da natureza ondulatória da luz observando a interferência da luz laser. Isto é causado pela reflexão do laser em dois espelhos planos de vidro que estão desviados em um pequeno ângulo de poucos minutos. O laser, os espelhos e o projetor óptico estão todos montados sobre uma base de metal. Um espelho é fixo e o outro é ajustável para alterar o ângulo de inclinação. Uma tela de projeção, um vidro despolido para projeção com marcas em cruz com escala e a caixa de pilhas também estão incluídos no fornecimento.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Laser diodo:         | classe II  |
| Potência de saída:   | < 1 mW   |
| Comprimento de onda: | 635 nm   |
| Voltagem operativa:  | 3 V DC   |
| Caixa de pilhas:     | para 2x pilhas de 1,5 V (AA, LR6, MN1500, Mignon) (pilhas não incluídas) |

|                |                                  |
|----------------|----------------------------------|
| Base de metal: | aprox. 400x75x85 mm <sup>3</sup> |
| Telas:         | aprox. 150x90x30 mm <sup>3</sup> |

**P-1003059**

#### Recomendação suplementar:

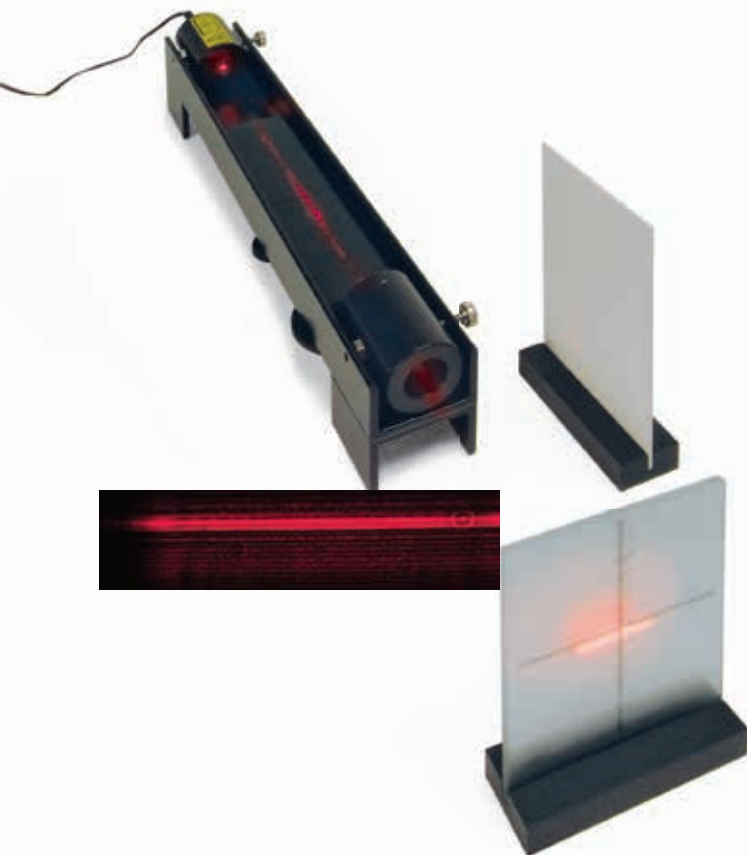
**P-1008659 Fonte de alimentação 3 V DC**

#### Fonte de alimentação 3 V DC (sem foto)

Fonte de alimentação para o fornecimento elétrico do conjunto de experiência espelho Fresnel (P-1003059).

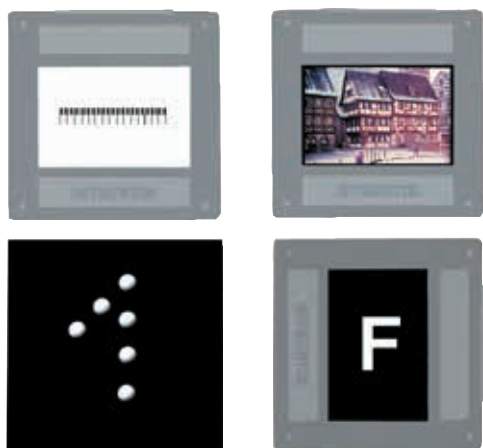
Tensão de alimentação na rede elétrica: 100 – 240 V, 50/60 Hz

**P-1008659**



## > Objetos geométricos

Para usar no suporte para objetos sobre vara (P-1000855), no suporte para objetos giratório sobre vara (P-1003016) ou na pinça suporte K (P-1008518).



### Conjunto de 4 objetos de representação

Conjunto de quatro objetos de representação em quadro de slide.  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

#### Fornecimento:

1 escala, 15 mm com divisão de 0,1 mm

1 foto

1 diafragma em F

1 linha de pontos que formam a figura de um 1

**P-1000886**



### Conjunto de 5 diafragmas de fenda e de orifício

Cinco diafragmas de fenda e de orifício em quadro de slide.

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

#### Fornecimento:

1 de uma fenda, largura da fenda de 1 mm

1 de três fendas, largura das fendas de 1 mm, distância das fendas de 5 mm

1 de cinco fendas, largura das fendas de 1 mm, distância das fendas de 5 mm

1 diafragma com orifício, 8 mm Ø

1 diafragma em F

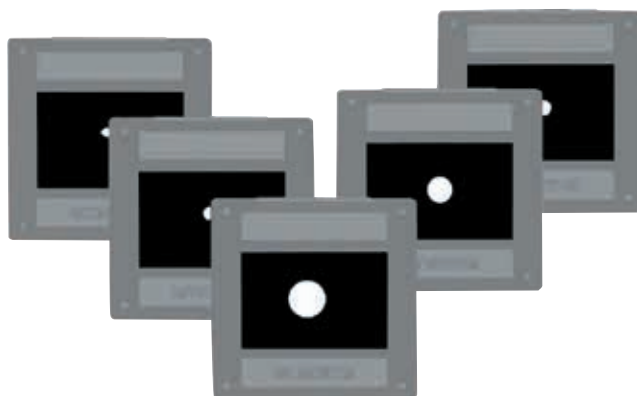
### Conjunto de 5 diafragmas de orifício

Cinco diafragmas de orifício de diferentes diâmetros em quadro de slides.

Diâmetro do orifício: 1/ 3/ 6/ 10/ 15 mm

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

**P-1000848**



## > Objetos geométricos

Usar com suporte de componentes (P-1003203).

### Objetos geométricos sobre base de vidro

Base de vidro com quatro escalas e três objetos geométricos para experiências quantitativas na óptica geométrica.

Diâmetro: 40 mm

Espessura: 1,5 mm

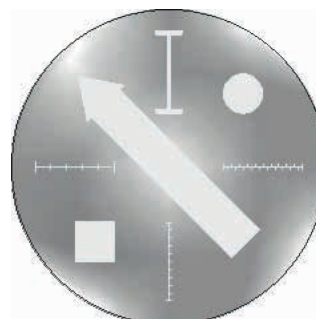
Comprimento da escala: 10 mm

Graduação: 10 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm

Objetos geométricos: Seta com comprimento de 30 mm;

Quadrado com 5 mm de comprimento lateral, Disco 5 mm Ø

**P-1014622**



## Objetos de difração

Para uso no suporte para objetos sobre vara (P-1000855), no suporte para objetos giratório sobre vara (P-1003016) ou na pinça suporte K (P-1008518).



### Grades de transmissão

Grades de transmissão para análises espectroscópicas, além de experiências com difração e interferência. Adequadas para a definição das linhas Na-D. Montadas sobre suportes de vidro.

Dimensões: 38x50 mm<sup>2</sup>

| Nº de cat. | Denominação           | Linhas/mm     |
|------------|-----------------------|---------------|
| P-1003080  | Grades de transmissão | 300 linhas/mm |
| P-1003079  | Grades de transmissão | 600 linhas/mm |

### Diafragma de fenda única e ponte

Objeto de difração produzido fotograficamente, em quadro de slide.

Largura da fenda

e da ponte: 0,5 mm cada

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000602



### Diafragma com 3 fendas únicas e uma fenda dupla

Objeto de difração produzido fotograficamente, em quadro de slide.

Largura das fendas únicas: 0,075 / 0,15 / 0,4 mm

Largura da fenda na dupla: 0,1

Distância entre fendas

na dupla: 0,5 mm

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000885



### Conjunto de 5 fendas únicas

Cinco fendas únicas de diferentes larguras em quadro de slide.

Larguras de fenda: 0,1/ 0,2/ 0,4/ 0,8/ 1,6 mm

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1000846

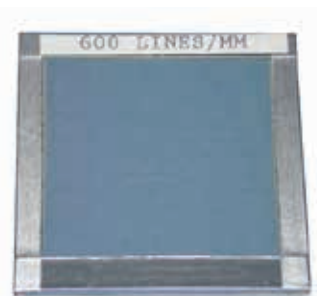


### Holograma

Holograma de transmissão em quadros de slide.

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1003177



### Cópia de uma rede de Rowland

Cópia de uma rede de Rowland sobre folha de colódio, entre duas placas de vidro e em quadro de metal, para a projeção de espectros de difração, medição de longitude de ondas, observação de espectros com lâmpadas espectrais.

Nº de linhas: 600 linhas /mm

Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

P-1002917

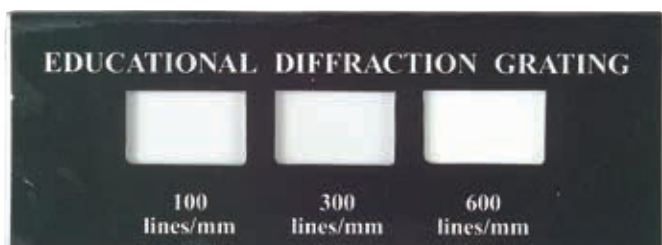
### Grade de demonstração

Para a demonstração da relação entre a distância das linhas e do ângulo de difração. Composta de três grades de difração sobrepostas num quadro.

Nº de linhas: 100/ 300/ 600 linhas/mm

Dimensões: aprox. 90x30 mm<sup>2</sup>

P-1003082



**Diafragma com orifícios circulares e discos**  
Objeto de difração produzido fotograficamente,  
em quadro de slide.  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>



| Nº de cat. | Denominação                                    | Diâmetro         |
|------------|--|------------------|
| P-1000603  | Diafragma com 3 pares de orifícios e de discos | 1,0/ 1,5/ 2,0 mm |
| P-1000889  | Diafragma com 9 discos                         | 0,1 – 1,8 mm     |
| P-1000891  | Diafragma com 9 aberturas circulares           | 0,1 – 1,8 mm     |

**Diafragmas com fendas duplas e fendas múltiplas**  
Objeto de difração produzido fotograficamente,  
em quadro de slide.  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>



| Nº de cat. | Denominação  | Distância entre fendas     | Abertura da fenda   | Nº de fenda    |
|------------|--|----------------------------|---------------------|----------------|
| P-1000596  | Diafragma com 3 fendas duplas de diferentes larguras de fenda          | 0,3 mm                     | 0,10/ 0,15/ 0,20 mm | 2              |
| P-1000597  | Diafragma com 4 fendas duplas de diferentes distâncias entre as fendas | 0,25 / 0,50/ 0,75/ 1,00 mm | 0,15 mm             | 2              |
| P-1000598  | Diafragma com 4 fendas múltiplas e grade                               | 0,25 mm                    | 0,15 mm             | 2/ 3/ 4/ 5/ 40 |



**Diafragmas com grades**  
Objeto de difração produzido fotograficamente,  
em quadro de slide.  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

| Nº de cat. | Denominação                     | Constante da grade    | Abertura da fenda       | Nº de linhas        |
|------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| P-1000599  | Diafragma com 3 grades de linha | 0,5 / 0,25 / 0,125 mm | 0,25 / 0,125 / 0,063 mm | 2 / 4 / 8 linhas/mm |
| P-1000600  | Grade de linha                  | 0,125 mm              | 0,063 mm                | 8 linhas/mm         |
| P-1000601  | Diafragma com 2 grades cruzadas | 0,25 mm               | 0,125 mm                | 4 linhas/mm         |



#### Conjunto de quatro grades

Quatro grades de linhas, montadas em quadro de slides com placas de proteção de vidro. Para experiências escolares e práticas.  
Nº de linhas: 80/100/ 300/ 600 linhas /mm  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>  
**P-1003081**



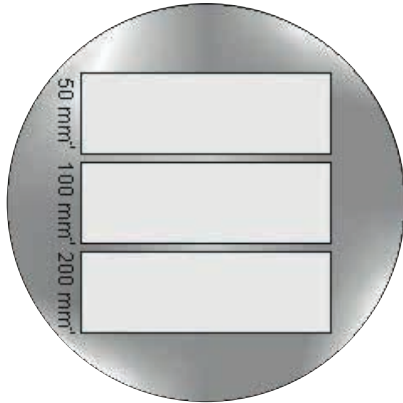
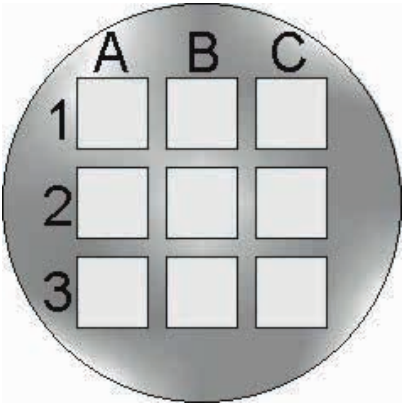
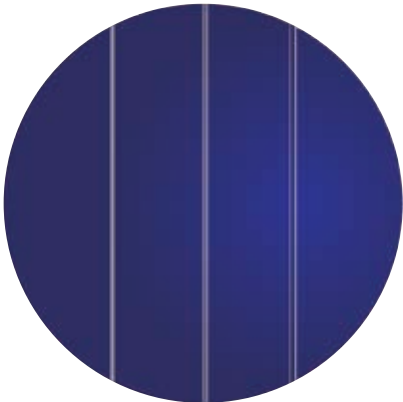
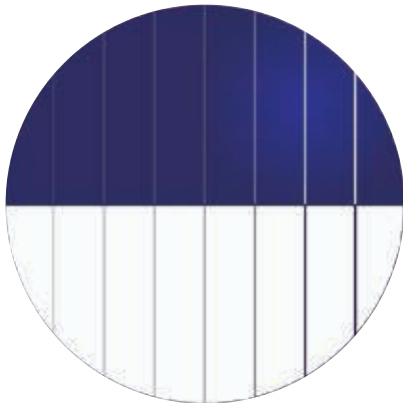
#### Grades de linha

Grade de linha em quadro de slide. Para experiências escolares e práticas.  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

| Nº de cat. | Denominação    | Linhas/mm       |
|------------|----------------|-----------------|
| P-1003178  | Grade de linha | 140 linhas /mm  |
| P-1003179  | Grade de linha | 530 linhas /mm  |
| P-1003180  | Grade de linha | 600 linhas /mm  |
| P-1003181  | Grade de linha | 1000 linhas /mm |

> **Objetos de difração sobre base de vidro**

Para a sustentação no suporte de componentes (P-1003203). Placas de vidro cobertas de camada de cromo com objetos de difração de máxima precisão e regularidade impressos microlitograficamente. As bases de vidro não são sensíveis ao envelhecimento e pouco susceptíveis a sujeiras.



**Orifícios de difração sobre base de vidro**

Base de vidro com doze orifícios de difração diferentes e pares de orifícios para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Desvios: <1 µm

**Orifícios únicos:**

Diâmetro: 20, 30, 50, 100, 200 e 500 µm

**Orifícios em dupla:**

Distância: 100, 200 e 400 µm

Diâmetro: 50 µm

**Retângulos:**

Medições: 70x70 µm², 200x200 µm² e 70x200 µm²

**P-1008664**

**Fenda e ponte sobre base de vidro**

Base de vidro com sete pares de fendas e pares de pontes de diferentes larguras para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Desvios: <1 µm

Larguras das fendas: 30, 40, 60, 80, 100, 150 e 200 µm

Larguras das pontes: 30, 40, 60, 80, 100, 150 e 200 µm

**P-1008665**

**Fenda dupla sobre base de vidro**

Base de vidro com três fendas duplas de diferentes larguras para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Desvios: <1 µm

Largura da fenda: 70 µm

Distâncias entre fendas: 200, 300 e 500 µm

**P-1003204**

**Microestruturas sobre base de vidro**

Base de vidro com nove microestruturas diferentes compostas de discos, retângulos e quadrados para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Espessura: 1,5 mm

Diâmetro dos discos: 30 µm, 50 µm, 100 µm

Retângulos: 10x50 µm², 20x100 µm², 30x150 µm²

Quadrados: 40x40 µm², 70x70 µm², 120x120 µm²

**P-1014620**

**Grade de difração sobre base de vidro**

Base de vidro com três grades de difração de diferentes números de linhas para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Espessura: 1,5 mm

Superfície das grades: cada uma 25x7,5 mm²

Número de linhas: 50, 100, 200 / mm

Distância das grades: 20, 10, 5 µm

Desvios: <1 µm

**P-1014621**

**Fenda múltipla sobre base de vidro**

Base de vidro com quatro fendas múltiplas de diferentes quantidades de fendas para experiências de difração quantitativas.

Diâmetro: 40 mm

Desvios: <1 µm

Largura da fenda: 40 µm

Distância entre fendas: 100 µm

Quantidade de fendas:

3, 4, 6 e 14

**P-1008666**

## > Filtros de cores

Para uso no suporte para objetos sobre vara (P-1000855), no suporte para objetos giratório sobre vara (P-1003016) ou na pinça suporte K (P-1008518).



### Filtros cromáticos, cores primárias, conjunto de 3

Kit de 3 filtros cromáticos, cores primárias, em quadros de slide. Vermelho, verde, azul.

Cores: vermelho, verde, azul  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

**P-1003185**

### Filtros cromáticos, cores secundárias, conjunto de 3

Kit de 3 filtros cromáticos, cores secundárias, em quadros de slide. Ciam, amarelo, magenta.

Cores: ciano, magenta, amarelo  
Dimensões: 50x50 mm<sup>2</sup>

**P-1003186**



### Filtros de cores, conjunto de 7

Para a mistura aditiva e subtrativa de cores, bem como cores próprias. Folhas de material plástico em quadros de slides montados entre placas de vidro.

Cores primárias: vermelho, azul, verde  
Cores secundárias: azul-escuro, magenta, amarelo e violeta

**P-1003084**

## > Filtros de interferência

Use com o suporte no suporte de componentes (P-1003203).



### Filtros de interferência

Filtro óptico de banda estreita para a filtragem da luz de um comprimento de onda de um espectro de várias ondas ou para a produção de uma fonte luminosa quase cromática a partir de um espectro continuado.

Diâmetro: 40 mm  
Espessura: 3 mm  
Precisão: 3 nm  
Largura da banda (FWHM): 10 nm  
Transmissão: > 60 %  
Transmissão parasita: < 1 %

| Nº de cat. | Comprimento de onda | Linha de espectro filtrada |
|------------|---------------------|----------------------------|
| P-1008671  | 436 nm              | Linha de mercúrio azul     |
| P-1008670  | 546 nm              | Linha de mercúrio verde    |
| P-1008672  | 578 nm              | Linha dupla amarela        |

**Exigência complementar:**

**P-1003203 Suporte de componentes**



### Prismas de 60°

Prismas equiláteros para a utilização sobre a mesa prismática sobre haste (P-1003019).

|                     | P-1002858   | P-1002859   |
|---------------------|-------------|-------------|
| Material            | Vidro crown | Vidro crown |
| Índice de refração  | 1,515       | 1,515       |
| Comprimento lateral | 27 mm       | 45 mm       |
| Altura              | 50 mm       | 50 mm       |

|                     | P-1002864   | P-1002865   |
|---------------------|-------------|-------------|
| Material            | Vidro crown | Vidro flint |
| Índice de refração  | 1,515       | 1,608       |
| Dispersão média     | 0,008       | 0,017       |
| Comprimento lateral | 30 mm       | 30 mm       |
| Altura              | 30 mm       | 30 mm       |



### Prismas de 90°

Prismas retangulares para a utilização sobre a mesa prismática sobre haste (P-1003019).

|                     | P-1002860   | P-1002861   |
|---------------------|-------------|-------------|
| Material            | Vidro crown | Vidro crown |
| Índice de refração  | 1,515       | 1,608       |
| Comprimento lateral | 40 mm       | 40 mm       |
| Altura              | 50 mm       | 50 mm       |



### Prismas, conjunto de 3

Conjunto de prismas para a representação da estrutura de um prisma acromático como a de um prisma de visão retilínea. Consistindo num fino prisma de vidro flint assim como de um prisma de vidro crown fino e espesso com a cada vez o mesmo comprimento lateral. Os dois prismas finos desviam um feixe luminoso no mesmo grau, porém, eles têm dispersões diferentes. Se eles são colocados frente a frente no percurso do feixe, surge um prisma de visão retilínea, no qual luz é dividida no espectro sem desvio do feixe. O vidro crown espesso tem a mesma dispersão que o prisma de vidro flint, porém, ele desvia o feixe duas vezes mais longe. Assim pode ser montado um prisma acromático, no qual a luz é desviada sem divisão espectral.

#### P-1002863

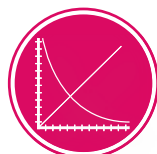
| Material            | Vidro flint | Vidro crown | Vidro crown |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| Índice de refração  | 1,608       | 1,515       | 1,515       |
| Dispersão média     | 0,017       | 0,008       | 0,008       |
| Base                | 15 mm       | 30 mm       | 18 mm       |
| Comprimento lateral | 40 mm       | 40 mm       | 40 mm       |
| Altura              | 40 mm       | 40 mm       | 40 mm       |

### Prisma oco, equilateral

Prisma oco equilátero de vidro óptico para a análise de difração e dispersão em líquidos. Com tampão de Teflon sobre a abertura de enchimento.

Comprimento lateral: 60 mm  
 Altura: 60 mm<sub>interior</sub>  
 Volume: 89 ml<sub>interior</sub>

#### P-1014618



**UE4030300**  
PDF online



#### Bi-prisma segundo Fresnel

Bi-prisma segundo Fresnel para a observação da interferência através da produção de duas fontes luminosas virtuais por meio de refração da luz de uma fonte coerente.

Dimensões: 50x50x2 mm<sup>3</sup>  
Ângulo do prisma: aprox. 179°  
Número de refração: 1,5231

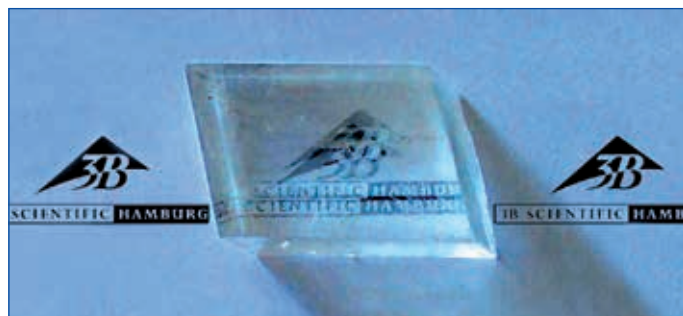
**P-1008652**

#### Equipamento em aparelhos para o bi-prisma segundo Fresnel:

- P-1008652** Bi-prisma segundo Fresnel
- P-1003019** Mesa prismática sobre haste
- P-1003165** Laser de He-Ne
- P-1005408** Objetiva acromática 10x/ 0,25
- P-1003025** Lente convergente sobre haste f = 200 mm
- P-1002635** Cavalete óptico D, 90/50
- P-1002630** Banco óptico de precisão D, 50 cm
- P-1000608** Tela de projeção
- P-1002834** Base em tonel 1000 g
- P-1002603** Fita métrica, 2 m



*Geração de interferência de dois feixes com bi-prisma de Fresnel*



#### Cristal de espato-da-Islândia duplo

Cristal de calcita para a representação da dupla refração com cristais.

**P-5006663**

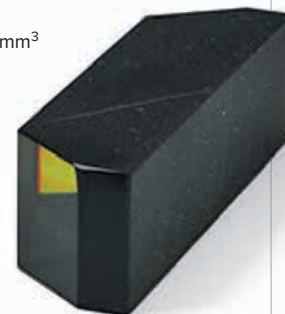
#### Prisma de visão retilínea segundo Amici

Prisma montado para a divisão espectral do feixe sem desvio. Feito de dois prismas de vidro crown um prisma de vidro flint montados de modo alternado com superfícies externas pretas.

Ângulo de dispersão: 4,2°  
Dimensões: aprox. 105x20x20 mm<sup>3</sup>  
**P-1002862**

#### Recomendação suplementar:

**P-1012863** Suporte sobre haste para prisma de visão direta



#### Óculos de inversão

Óculos invertidos completo com dois prismas de inversão totalmente rotatórios em uma armação de óculos protegida. Os prismas de inversão produzem uma inversão lateral dos raios - o mundo assim põe-se de cima para baixo. Além de ser uma manifestação lúcida do funcionamento de um prisma de inversão, a implicação de experimentos com óculos invertidos estimula uma melhor compreensão do processo visual e o funcionamento do cérebro. Isto também permite uma melhor compreensão da percepção visual de bebês. Até mesmo coisas simples na vida (como segurar ou pegar um objeto, desenhar, orientar-se em uma sala) ficam incompreensivelmente difíceis.

**P-1000895**



### Vantagens

- **Plug & Play:** sem necessidade de instalação de softwares ou drivers
- **Medição e avaliação em tempo real**
- **Software simples e prático com assistentes integrados e funções de avaliação potentes**
- **Espectros de alta qualidade e estabilidade de sinal**
- **Ruído reduzido**
- **Alta resolução**
- **Adequado para a medição de diferenças muito pequenas de intensidade com altíssima precisão**
- **Medição da segunda ordem de difração sem saturação da primeira ordem de difração**

### Sensor CCD HD

Sensor ótico para análise de distribuições óticas de intensidade. Especialmente adequado para a análise da difração da luz em fendas simples e múltiplas ou grades. Um software de medição e avaliação fácil de usar permite o registro simultâneo e a análise em tempo real. O software integrado para Windows 2000/ XP/ Vista/ 7 / 8 32 e 64 bits inicializa imediatamente após a conexão do sensor por meio de cabo USB ao computador. Inclui filtro de atenuação, haste de suporte e fonte de alimentação elétrica.

### Software:

O registro de dados é possível em dois modos:

Intensidade em dependência do local, por exemplo, para difração e interferência.

Intensidade em um setor em dependência do tempo.

Para a avaliação, estão disponíveis os modos ponteiro, cálculo de modelo, cálculo tabelar e relatório.

Sensor: Toshiba 3648 Pixel SWB

Resolução: 16 bits

Tempo de integração: 0,1 ms até 6,5 s

Suporte do filtro: Clix (anel magnético)

Área sensível do sensor: 8  $\mu\text{m}$  x 30 mm

Interface: USB 2.0

**P-1018820**

### Temas para experiências:

- Medição e cálculo de modelo para difração na fenda simples, em fendas múltiplas e grades
- Interferência
- Flutuações de intensidade

### Recomendação adicional:

**P-1003201** Díodo laser, vermelho

**P-1003203** Suporte de componentes

**P-1008664** Orifícios de difração sobre base de vidro

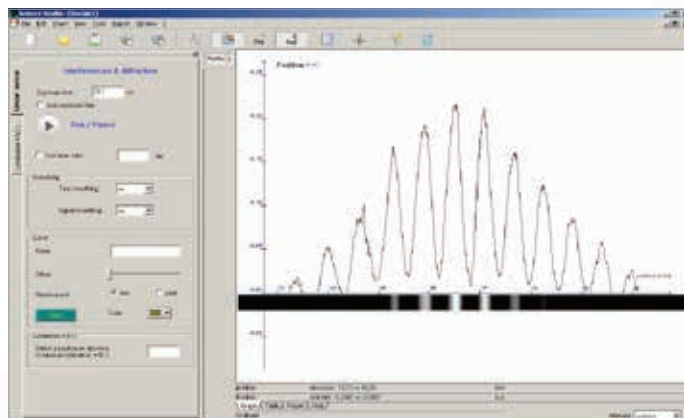
**P-1008665** Fenda e ponte sobre base de vidro

**P-1003204** Fenda dupla sobre base de vidro

**P-1008666** Fenda múltipla sobre base de vidro

**P-1002628** Banco óptico de precisão D

**P-1002635** Cavalete óptico D 90/50 (3x)



**Difração na fenda simples**



### Temas para experiências:

- Difração e interferência numa placa de vidro, diafragma de orifício, diafragma quadrado, grade de linhas, grade de linhas cruzadas
- Interferômetro de Michelson
- Estudo da luz linear polarizada
- Absorção da luz
- Reconstrução de um holograma

### Kit de aparelhos para óptica laser

Conjunto para a representação de fenômenos básicos da óptica ondulatória em experiências práticas. Como fonte luminosa, utiliza-se um diodo laser parcialmente polarizado com alça ajustável. A alimentação elétrica ocorre por meio de um transformador de rede (incluído no fornecimento) ou de forma alternativa, por pilhas. Os componentes são magnetizados e podem ser distribuídos em diversas configurações, horizontal ou verticalmente, na placa de metal incluída no fornecimento. Todas as peças são armazenadas numa mala, de interior enchida por espuma moldada na forma dos aparelhos.

Diodo laser:

máx. 1 mW, classe II de segurança laser

Comprimento de onda:

635 nm

Aparelho de alimentação na rede elétrica:

primário 100 V AC– 240 V AC

Compartimento para pilhas:

secundário 3 V DC, 300 mA para 2 pilhas de 1,5 V AA (as pilhas não estão incluídas no fornecimento)

### Fornecimento:

- 1 diodo laser com alça ajustável
- 1 transformador de alimentação elétrica
- 1 compartimento para pilhas (sem as pilhas)
- 2 espelhos com alça ajustável
- 1 espelho semi-transparente
- 1 tela branca
- 1 tela, vidro fosco
- 1 lente convexa
- 1 filtro de polarização
- 1 suporte para a lente e para o filtro
- 3 filtros cromáticos em quadro de slide (vermelho, verde, azul)
- 2 diafragmas de orifício em quadro de slide
- 2 diafragmas quadrados em quadro de slide
- 3 grades de linhas em quadro de slide
- 1 grade de linhas cruzadas em quadro de slide
- 1 placa de vidro em quadro de slide
- 1 suporte para slides
- 1 holograma
- 1 placa de metal (60x45 cm<sup>2</sup>) com apoio removível
- 4 pés de borracha para a placa de metal
- 1 mala para armazenamento
- 1 instrução para as experiências

**P-1003053**





#### Disco de cores de Newton, movido a motor

Disco de cores de Newton para a representação da mistura aditiva das cores. Sobre uma caixa estável, movido a motor.

Diâmetro do disco: 90 mm

Motor: 4 – 6 V DC

Conexão: tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 135x85x130 mm<sup>3</sup>

**P-1010175**

#### Adicionalmente necessário:

**P-1002849** Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1003560** Fonte de alimentação DC 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)



#### Disco de cores de Newton, movido a mão

Disco de cores de Newton para a representação da mistura aditiva de cores. Sobre base estável, movido a mão.

Diâmetro do disco: 178 mm

Dimensões: aprox. 143x90x282 mm<sup>3</sup>

**P-1010194**

#### Disco cromático segundo Newton

Disco de matéria plástica com segmentos nas cores vermelho, laranja, amarelo, verde-claro, verde-escuro, azul claro, azul-escuro e violeta para a representação da síntese cromática aditiva. Quando o disco gira, a alta velocidade, as cores se misturam resultando em branco.

Diâmetro: 170 mm

**P-1002983**

#### Exigência complementar:

**P-1002705** Motor de acionamento regulável

#### Motor de acionamento regulável

Motor para a rotação rápida e ajustável do disco cromático (P-1002983). Com suporte para o disco e grampo para a fixação sobre tripé. O fornecimento inclui o aparelho conector de rede.

Área de regulação: 0 até 25 U/s

Direção da rotação: comutável

Dimensões: aprox. 110x70x45 mm<sup>3</sup>

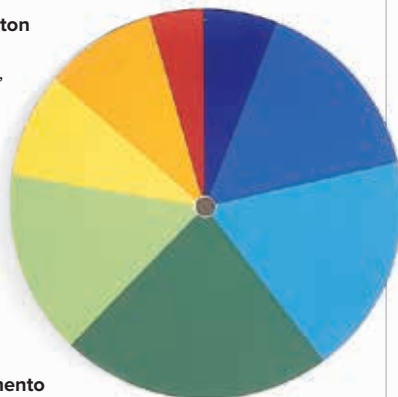
Massa: aprox. 0,2 kg

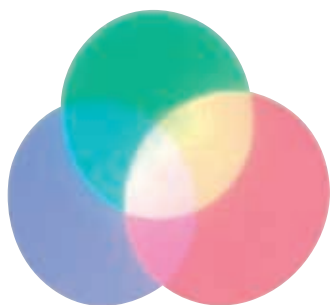
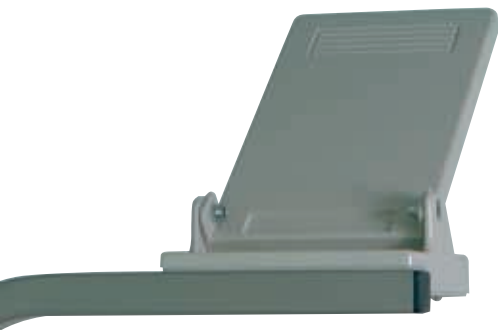
**P-1002705**

#### Recomendação suplementar:

**P-1002835** Tripé, 150 mm

**P-1002934** Vara de apoio, 470 mm





#### Conjunto de aparelhos para a síntese aditiva

Conjunto de aparelhos para a demonstração da síntese aditiva de cores com um projetor de luz natural. A concepção do conjunto de aparelhos garante uma montagem muito rápida e uma operação segura e sem problemas. A ordenação clara facilita a compreensão das experiências, os resultados são imediatamente "visíveis". A placa de projeção com três espelhos e suporte para lentes é colocada sobre a superfície de projeção do projetor de luz natural. Conforme a distância de projeção, três círculos grandes de 30 a 80 cm de diâmetro são jogados sobre a superfície de projeção. Girando o suporte e o espelho, as cores podem ser projetadas separadamente ou deixadas parcialmente superpostas. O ajuste pode ser realizado facilmente e com bom controle. Os filtros de formato particularmente grande são simplesmente inseridos no suporte para lentes ou podem ser colocados diretamente sobre a superfície de projeção do projetor de luz natural.

#### Temas para experiências:

- As três cores primárias
- Confecção de cores mistas por meio de mistura aditiva de cores
- Parcelas das cores primárias em uma cor mista



#### Aparelho para mistura de cores

Aparelho para a demonstração da mistura aditiva das cores primárias vermelho, verde e azul (RGB) para qualquer tonalidade de cor com três LEDs, 3 W como fontes de luz. Três selecionadores permitem o ajuste contínuo da intensidade dos LEDs. O tamanho da projeção pode ser variado continuamente por meio de deslizador horizontal com distância de projeção dada. Em invólucro hexagonal preto de alumínio. Inclui haste parafusável e fonte de eletricidade de amplo espectro 12 V / 1 A.

Haste: 130 mm x 10 mm Ø, com rosca M4 x 6 mm  
Comprimento do deslizador: max. 240 mm  
Dimensões: aprox. 300x150x150 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 780 g

**P-1021719**

#### Adicionalmente necessários:

**P-1002834** Pés de tonel, 1000 g

#### Temas para experiências:

- Mistura aditiva de cores
- Mistura subtrativa de cores

#### Fornecimento:

- 1 placa de projeção com três espelhos e suportes para lentes
- 3 filtros cromáticos, verde e azul (120x50 mm<sup>2</sup>)
- 3 filtros cromáticos ciano, amarelo e magenta (120x50 mm<sup>2</sup>)

**P-1003189**

#### Exigência complementar:

**Projetor de luz natural**

### Aparelho de medição da velocidade da luz

Conjunto de equipamentos para a determinação da velocidade da luz através de medição eletrônica do tempo de percurso. Um emissor para impulsos luminosos de díodos luminosos curtos, um fotoreceptor e um gerador de quartzo oscilante calibrado para impulso quadrangulares exatos no tempo, estão contidos numa armação compacta. O impulso luminoso emitido é enviado de volta através de um refletor interno e através de um refletor de prisma triplo colocado a grande distância e sobrepõe-se ao sinal original. Com um osciloscópio de dois canais é medida a diferença de tempo de percurso entre os dois sinais. A partir dos tempos de percurso registrados e da distância ao refletor de triple prisma, a velocidade da luz pode ser medida. A instalação do refletor de triple prisma não requer um trabalho de ajuste maior, ao contrário, ele pode ser ajustado "a olho" sem problemas.

#### Fornecimento:

1 aparelho de operação com emissor, receptor e alimentação em tensão de rede integrada  
1 lente de Fresnel, eixo-montado  
1 refletor de prisma triplo, eixo-montado  
3 cabos HF, 1 m

**Aparelho de medição da velocidade da luz (230 V, 50/60 Hz)  
P-1000882**

**Aparelho de medição da velocidade da luz (115 V, 50/60 Hz)  
P-1000881**

#### Exigência complementar:

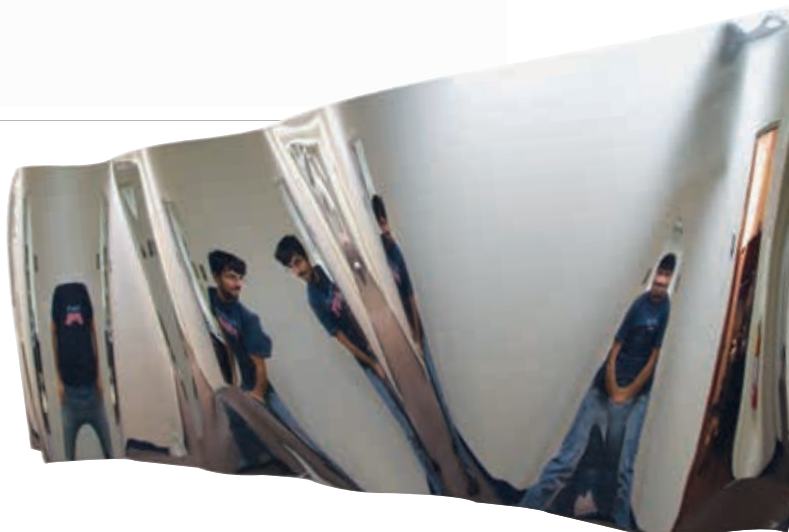
**P-1020911 Osciloscópio digital, 2x100 MHz**  
**Banco óptico**  
**Cavelete do banco óptico (2x)**  
**Material de suporte**



### Espelho deformador 60x120 cm<sup>2</sup>

O espelho deformador é uma folha de poliéster de alto grau com superfície metálica revestida de prata depositada a vácuo. O espelho tem 0,8 mm de espessura; ele não rasga mas pode ser cortado com uma tesoura caseira. Mantenha protegido da luz do sol já que pode focalizar a luz e esquentar iniciando fogo. É entregue enrolado num tubo de 4 cm, desenrolado ficará plano. É um grande meio de ensinar espelhos côncavos e convexos e imagens reais e virtuais. Numerosas aplicações, use a imaginação! Fixação na parede com fita adesiva dupla face.

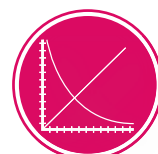
**P-1003339**



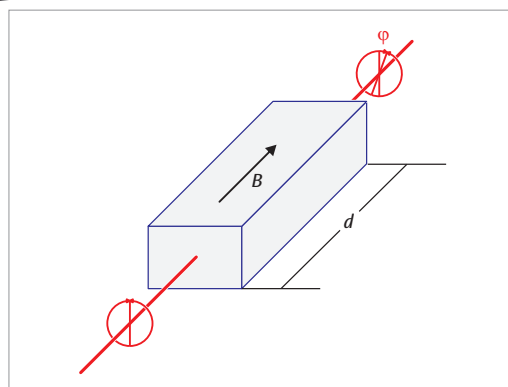
#### Temas para experiências:

- Comprovação do Efeito de Faraday no vidro flint
- Medição do ângulo de rotação do plano de polarização no campo magnético
- Determinação da Constante de Verdet para luz vermelha e verde
- Determinação do Coeficiente de Cauchy b do índice de refração

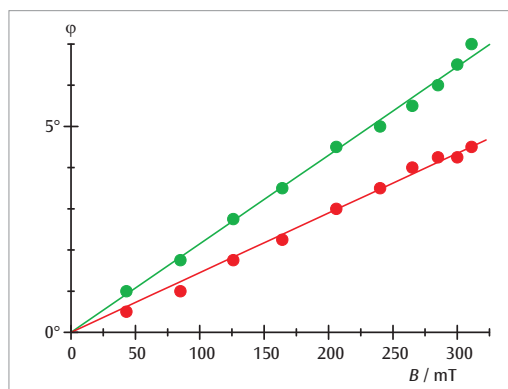
#### Montagem para o efeito de Faraday



UE4040600  
PDF online



Representação esquemática para explicação do Efeito de Faraday



Ângulo de rotação como função do campo magnético para luz laser vermelha e verde

#### Conjunto de acessórios para o efeito de Faraday

Conjunto de acessórios de três peças para o suporte do paralelepípedo de vidro flint (P-1012860) e do núcleo em U (P-1000979) em experiências para o efeito de Faraday.

P-1012861

#### Equipamento em aparelhos para o efeito de Faraday:

P-1002628 Banco óptico de precisão D

P-1009733 Pé óptico D

P-1012860 Paralelepípedo de vidro de espato-da-Islandia para o efeito de Faraday

P-1012861 Conjunto de acessórios para o efeito de Faraday

P-1000979 Núcleo em U

P-1000978 Par de sapatas polares

P-1000977 Par de tensores

P-1012859 Bobina D 900 espiras (2x)

P-1012857 Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz) ou

P-1012858 Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

P-1008668 Filtro de polarização sobre haste (2x)

P-1002635 Cavalete óptico D, 90/50 (3x)

Fonte luminária com filtro cromático ou laser



#### Paralelepípedo de vidro flint para o efeito de Faraday

Paralelepípedo de vidro flint para a demonstração da atividade óptica no campo magnético (Efeito de Faraday). Dimensões: aprox. 20x10x10 mm<sup>3</sup>

P-1012860

#### Temas para experiências:

- Efeito Pockels (efeito eletro ótico linear)
- Cristais foto refratários sem centro de inversão
- Surgimento e alteração de refração dupla em campos elétricos externos
- Tensão de meia onda
- Modulação do índice de refração

#### Célula de Pockels sobre cabo

Célula de Pockels transversal para demonstração do efeito eletroótico linear e para medição da tensão de meia onda em cristal de niobato de lítio. Com placa de ângulo precisa, lisa e livre de trepidações para demonstração da refração dupla em conexão com um filtro de polarização como analisador.

Dimensões: aprox. 156x26x218 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 206 g

Cristal: niobato de lítio (LiNbO<sub>3</sub>), 20x2x2 mm<sup>3</sup>

Conectores: conectores de segurança de 4 mm

**P-1013393**

#### Recomendação suplementar:

**P-1002628** Banco óptico de precisão D 1000 mm

**P-1002635** Cavalete óptico D, 90/50 (3x)

**P-1012401** Cavalete óptico D, 90/36 (2x)

**P-1008668** Filtro de polarização sobre haste

**P-1000608** Tela de projeção

**P-1003165** Laser de He-Ne

**P-1005408** Objetiva acromática 10x/ 0,25

**P-1003022** Lente convergente sobre haste f = 50 mm

**P-1013412** Fonte de alimentação de alta tensão E 5 kV (230 V, 50/60 Hz)  
ou

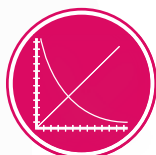
**P-1017725** Fonte de alimentação de alta tensão E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

**P-1002849** Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm



#### Vantagem

- Com placa de ângulos precisa, suave e livre de trepidações



**UE4040500**

PDF online

#### Demonstração do efeito de Pockels num percurso do feixe de conoscópica



#### Polarímetro com 4 LED

Polarímetro com dispositivo de iluminação feito de quatro díodos luminosos monocromáticos para a determinação do ângulo de rotação e da direção de rotação da luz polarizada através de uma substância ópticamente ativa em função do comprimento de onda, da espessura e da concentração da amostra. A luz emitida pelo díodo luminoso aceso é polarizada linearmente e enviada através do cilindro experimental que se encontra instalado e preenchido com a substância de optividade ativa. Por meio do analisador integrado na tampa determina-se a direção de rotação da polarização e seu valor é lido na escala angular da tampa.

Comprimento de onda: 468 nm (azul), 525 nm (verde),  
580 nm (amarelo), 630 nm (vermelho)

Dimensões: aprox. 110x190x320 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 1 kg

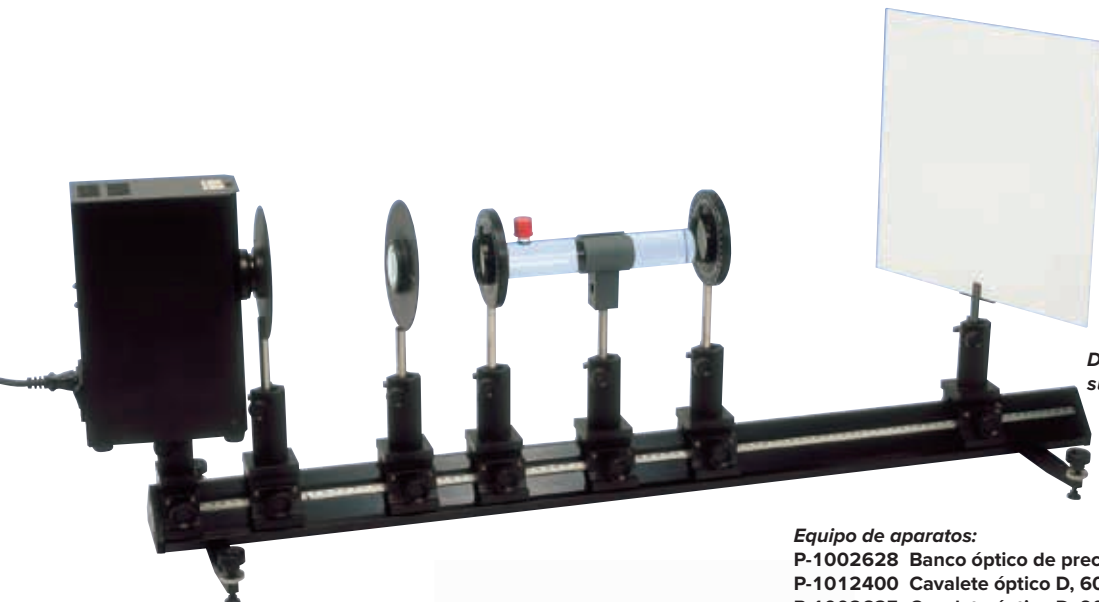
**P-1001057**



**UE4040300**

PDF online





*Determinação do ângulo de rotação de substâncias de opticamente ativa*

### Cubetas redondas

Cubetas em vidro do tipo Duran com discos ópticos fixados e aparafusamentos tipo GL para experiências, como por exemplo, para a determinação do ângulo giratório de substâncias ópticas e ativas sobre o banco óptico.

Diâmetro: 35 mm  
Aparafusamento: GL-14

**Cubeta redonda, 100 mm**  
**P-1002884**

**Cubeta redonda, 200 mm**  
**P-1002885**



### Equipo de aparatos:

- P-1002628 Banco óptico de precisão D, 1000 mm
- P-1012400 Cavalete óptico D, 60/50 (2x)
- P-1002635 Cavalete óptico D, 90/50 (5x)
- P-1002721 Suporte para cubeta sobre vara
- P-1002884 Cubeta redonda, 200 mm
- P-1002885 Cubeta redonda, 100 mm
- P-1003017 Diafragma íris sobre haste
- P-1003022 Lente convergente sobre haste,  $f = 50$  mm
- P-1000608 Tela de projeção
- P-1008668 Filtro de polarização sobre haste (2x)
- P-1003159 Lâmpada espectral de baixa pressão (230 V, 50/60 Hz)

### Suporte para cubeta sobre vara

Suporte de matéria plástica para as cubetas redondas (P-1002884 e P-1002885).

Suporte: 36 mm Ø  
Vara: 90 mm x 10 mm Ø

**P-1002721**



### Polarímetro

Polarímetro com lâmpada de sódio como fonte luminosa para a medição do ângulo rotativo e da direção de rotação do nível de polarização da luz polarizante através de substâncias de optividade ativas, assim como para a determinação da concentração de líquidos. Suporte robusto de metal com caixa levemente inclinada para tubos de até 220mm de comprimento. Com revestimento móvel, analisador e polarizador. Como fonte de luz é utilizada uma lâmpada de sódio com um suporte de filtro. O fornecimento inclui os tubos do polarímetro de 100 mm, 200 mm e uma lâmpada sobressalente de sódio.

Área de medição: 2 semi-círculos ( $0 - 180^\circ$ )  
Tubos de vidro: 100 mm e 200 mm, 15 mm Ø  
Escalonamento:  $1^\circ$   
Leitura:  $0,05^\circ$  (com Nônio)  
Dimensões: aprox. 200x360x450 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 10 kg  
Fonte de luz: Lâmpada de sódio (589 nm)  
Tensão de alimentação na rede elétrica: 115 V – 230 V, 50/60 Hz

**P-1008696**

### Lâmpada sobressalente de sódio (sem foto)

Lâmpada sobressalente para polarímetro (P-1008696).  
**P-1012885**



### Tubo para polarímetro de 100 mm (sem foto)

Tubo sobressalente para polarímetro (P-1008696).  
Comprimento: 100 mm, 15 mm Ø  
**P-1012883**

### Tubo para polarímetro de 200 mm (sem foto)

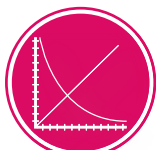
Tubo sobressalente para polarímetro (P-1008696).  
Comprimento: 200 mm, 15 mm Ø  
**P-1012884**



#### Transformador de tensão para lâmpada espectral

Aparelho de operação para as lâmpadas espectrais (P-1003537 – P-1003546) inclusive armação da lâmpada sobre vara de apoio. Na parte traseira da armação de metal estável, pode ser fixada e conectada uma segunda armação de lâmpada sobre vara de apoio. Com um comutador na parte frontal pode-se ligar e desligar a lâmpada espectral direita ou esquerda.

Corrente máxima de saída: 1 A  
Cobertura na lâmpada: 180 mm x 50 mm Ø  
Barra de tripé: 300 mm x 10 mm Ø  
Casquilho: de pico 9  
Dimensões: aprox. 255x175x135 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 5,3 kg



**UE5020150**  
PDF online



#### Fonte de alimentação para tubos espectrais

Aparelho para a operação estável dos tubos espectrais (P-1003402 – P-1003417). A limitação de corrente integrada garante uma longa vida útil dos tubos espectrais. O suporte de mola de contato em roscas totalmente isoladas e uma grade de proteção garantem durabilidade e uma operação segura.

Tensão: 5000 V  
Corrente máxima: 10 mA  
Dimensões: aprox. 370x120x90 mm<sup>3</sup>

#### Fonte de alimentação para tubos espectrais (230 V, 50/60 Hz) P-1000684

#### Fonte de alimentação para tubos espectrais (115 V, 50/60 Hz) P-1000683



#### Fornecimento:

1 aparelho de operação  
1 armação para lâmpada sobre vara de apoio com cabo de conexão de 7 pólos

#### Transformador de tensão para lâmpada espectral (230 V, 50/60 Hz) P-1021409

#### Transformador de tensão para lâmpada espectral (115 V, 50/60 Hz) P-1003195

#### Recomendação adicional:

**P-1003197** Armação da lâmpada sobre vara de apoio

#### Armação da lâmpada sobre vara de apoio (sem foto)

Armação de lâmpada adicional com cabo de conexão para a conexão com o redutor para lâmpadas espectrais (P-1021409 ou P-1003195).

**P-1003197**

#### Lâmpadas espectrais

Lâmpadas de descarga de gás para a emissão de espectros de linhas de gases nobres e de vapores de metais com alta densidade luminosa e grande pureza espectral.

Casquilho: Pico 9  
Corrente de operação: máx. 1 A  
Massa: aprox. 350 g

Lâmpadas espectrais somente podem ser operadas com a transformador de tensão (P-1021409 ou P-1003195) conectada à sua frente.

| Nº de cat. | Preenchimento |
|------------|---------------|
| P-1003537  | Cd            |
| P-1003539  | He            |
| P-1003541  | Na            |
| P-1003543  | Ne            |
| P-1003544  | Tl            |
| P-1003545  | Hg 100        |
| P-1003546  | Hg/Cd         |

#### Exigência complementar:

**P-1021409** Transformador de tensão para lâmpada espectral  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003195** Transformador de tensão para lâmpada espectral  
(115 V, 50/60 Hz)

#### Tubos espectrais

Tubos espectrais de alta densidade luminosa para a emissão do espectro de linhas ou de bandas de um gás ou de vapor de mercúrio. Tubos de vidro, de forma capilar com eletrodos de metal, parcialmente evacuados e preenchidos com gás ou vapor de mercúrio, nos quais se aplica o campo elétrico necessário para a alimentação em energia.

Comprimento dos capilares: aprox. 100 mm  
Comprimento total: aprox. 260 mm



**UE5020100**  
PDF online

#### Registro do espectro de linhas do hidrogênio



#### Exigência complementar:

**P-1000684** Fonte de alimentação p. tubos espectrais  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000683** Fonte de alimentação p. tubos espectrais  
(115 V, 50/60 Hz)

| Nº de cat. | Preenchimento      |
|------------|--------------------|
| P-1003402  | Ar                 |
| P-1003403  | Argônio            |
| P-1003404  | Bromo              |
| P-1003405  | Dióxido de carbono |
| P-1003406  | Cloro              |
| P-1003407  | Deutério           |
| P-1003408  | Hélio              |
| P-1003409  | Hidrogênio         |
| P-1003410  | Iodo               |
| P-1003411  | Criptônio          |
| P-1003412  | Mercúrio           |
| P-1003413  | Néon               |
| P-1003414  | Nitrogênio         |
| P-1003415  | Oxigênio           |
| P-1003416  | Vapor de água      |
| P-1003417  | Xenônio            |

### Lâmpada espectral de alta pressão de Hg (230 V, 50/60 Hz)

Lâmpada de descarga de gás para a observação das linhas espectrais do Hg de alta intensidade e sob alta pressão de vapor. As linhas na faixa UV são contidas pelos corpos de vidro. Armação preta de metal com alimentação em energia integrada. Abertura de saída de luz com passo de rosca fino para aparafusar filtros diretamente. Inclui pé de apoio com rosca.

Densidade luminosa: 1800 lm  
Corrente operacional: 0,6 A  
Potência: 50 W  
Base: E27  
Vida útil: aprox. 24000 h  
Abertura de saída de luz: 40 mm Ø  
Rosca fina para filtros: M49  
Dimensões: aprox. 295x165x85 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,5 kg

**P-1003157**



### Lâmpada espectral de baixa pressão de Hg (230 V, 50/60 Hz)

Lâmpada de descarga de gás para a observação das linhas espectrais do Hg sob baixa pressão e largura ótima de linha. O corpo de vidro é feito de vidro quartzo de modo que também podem ser detectadas as linhas na faixa ultravioleta. Armação preta de metal com alimentação de energia integrada. Abertura de saída de luz com passo de rosca fino para aparafusar filtros diretamente. Inclui pé de apoio com rosca.

Corrente operacional: 0,16 A  
Potência: 6 W  
Base: G5  
Vida útil: aprox. 3000 h  
Abertura de saída de luz: 40 mm Ø  
Rosca fina para filtros: M49  
Dimensões: aprox. 295x165x85 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,5 kg

**P-1003158**



*Espectros de linhas de Hg (alta pressão) e Na, registrados com o espectrômetro digital*

### Lâmpada espectral de baixa pressão de Na (230 V, 50/60 Hz)

Lâmpada de descarga de gás para a observação das linhas espectrais D do Na e para a pesquisa do doublet. Armação preta de metal com alimentação em energia integrada. Abertura de saída de luz com passo de rosca fino para aparafusar filtros diretamente. Inclui pé de apoio com rosca.

Densidade luminosa: 1800 lm  
Corrente operacional: 0,35 A  
Potência: 18 W  
Base: BY22d  
Vida útil: aprox. 10000 h  
Abertura de saída de luz: 40 mm Ø  
Rosca fina para filtros: M49  
Dimensões: aprox. 295x165x85 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,5 kg

**P-1003159**

### Lâmpada de reposição (sem foto)

| Nº de cat. | Denominação   |
|------------|---|
| P-1003161  | Lâmpada sobressalente Hg (alta pressão) para P-1003157  |
| P-1003162  | Lâmpada sobressalente Hg (baixa pressão) para P-1003158 |
| P-1003163  | Lâmpada sobressalente Na (baixa pressão) para P-1003159 |

### Lâmpada de mercúrio de alta pressão

Lâmpada de alta pressão de mercúrio em caixa de vidro de segurança enegrecida com orifício em forma de tubo para a emissão não enfraquecida da luz ultravioleta. Incluído o soquete de lâmpada E27 sobre haste e tela de projeção para a proteção dos observadores contra os raios ultravioletas.

Escala: UV-A, UV-B, UV-C  
Potência de admissão: 125 W

**P-1000852**

### Exigência complementar:

**P-1021409** Transformador de tensão p. lâmpada espectral (230 V, 50/60 Hz)

OU

**P-1003195** Transformador de tensão p. lâmpada espectral (115 V, 50/60 Hz)





### Espectrômetro – Goniômetro S

Espectrômetro com prisma giratório, respectivamente grade e tubo de objetiva giratório para a observação e medição de emissões e espectros de absorção. Também pode ser utilizado para a determinação precisa dos dados ópticos de prismas e grades. Incluído prisma com suporte e grade de transmissão com suporte.

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Tubo do objetivo:          | largura da fenda e distância ajustável,<br>f = 175 mm, 32 mm Ø                       |
| Tubo ocular:               | ajustável sem escalonamento e giratório, ocular<br>com retículo, f = 175 mm, 32 mm Ø |
| Prisma:                    | vidro de chumbo (60°)  |
| Dispersão ( $n_F - n_C$ ): | 0,017  |
| Comprimento da base:       | 40 mm  |
| Altura:                    | 40 mm  |
| Grade de transmissão:      | 300 linhas/mm  |
| Escala angular:            | 0° até 360°  |
| Graduação da escala:       | 0,5°   |
| Precisão de leitura:       | 0,5' (nônios)  |
| Altura:                    | 250 mm   |
| Massa:                     | aprox. 12 kg   |

**P-1008673**



### Espectroscópio segundo Kirchhoff-Bunsen

Espectroscópio de mesa, para a observação e medição de espectros de emissão e absorção. Com fenda ajustável, condensador, prisma de vidro flint-glas assim como telescópio com ocular móvel. Tubo de escala com guia de referência, a qual através da reflexão na superfície anterior do prisma aparece no plano de imagem do espectro. Inclui capa removível para o prisma. Ideal para escolas e universidades.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tubo de observação:  | móvel, com parafuso de fixação e ocular deslocável  |
| Objetiva:            | f = 160 mm, 18 mm Ø                                 |
| Tubo de fendas:      | fixo, com fenda simétrica                           |
| Objetiva:            | f = 160 mm, 18 mm Ø                                 |
| Tubo graduado:       | fixo, escala com 200 pontos                         |
| Ocular:              | f = 90 mm, 18 mm Ø                                  |
| Escala:              | calibrável em comprimentos de ondas                 |
| Prisma:              | vidro Flint (60°), dispersão ( $n_F - n_C$ ): 0,017 |
| Comprimento da base: | 20 mm, altura: 30 mm                                |
| Massa:               | aprox. 4,8 kg                                       |

**P-1002911**

### Refratômetro Abbe analógico ORT 1RS

Refratômetro analógico universal de fácil operação e robusto para utilização eficiente e extremamente confiável, com o qual podem ser avaliadas amostras líquidas, sólidas e pastosas. A escala integrada permite o uso em muitas áreas de aplicação e oferece a maior segurança para poder ler com precisão os resultados da medição. Com termômetro.

#### O fornecimento contém:

solução de calibragem, bloco de calibragem, pipeta, chave de fenda e pano de limpeza.

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| Escala:           | brx, índice de refração           |
| Faixa de medição: | 0 – 95%, 1,3000 – 1,7000 nD       |
| Precisão:         | ± 0,1%, ± 0,0002 nD               |
| Divisão:          | 0,25%, 0,0005 nD                  |
| Dimensões:        | aprox. 180x90x240 mm <sup>3</sup> |
| Peso:             | aprox. 1,95 kg                    |

**P-1021250**





#### Vantagens

- **Plug & Play:** sem necessidade de instalação de softwares ou drivers
- **Conecte seu espectrômetro e obtenha seu espectro imediatamente**
- **Medição e avaliação em tempo real**
- **Software simples e prático com assistentes integrados e funções de avaliação potentes**
- **Memória interna para dados de medições**
- **Espectros de alta qualidade e estabilidade de sinal**
- **Carcaça de metal muito estável com fenda de entrada fixa embutida**
- **O percurso interno do feixe e o princípio funcional podem ser visualizados com a tampa da carcaça aberta**

#### Espectrômetro digital

Espectrômetro digital para a análise quantitativa de espectros de emissão e absorção, para registro de curvas de transmissão, bem como para medições de calorimetria e cinética. A luz incidente através de cabo de fibra ótica é decomposta espectralmente em um monocromador de Czerny-Turner e, de lá, projetada sobre um sensor CCD. A fenda de entrada é fixa e integrada à carcaça. Um software de medição e avaliação fácil de usar permite o registro simultâneo e a análise em tempo real em todo o espectro. O software integrado para Windows 2000/ XP/ Vista/ 7 / 8 32 e 64 bits inicializa imediatamente após a conexão do espectrômetro por meio de cabo USB ao computador. Inclui fonte de alimentação elétrica e suporte para o cabo de fibra ótica.

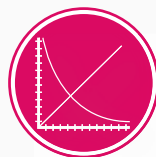
|                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Sensor CCD:               | 3600 pixels                       |
| Resolução:                | 16 bits                           |
| Tempo de integração:      | 0,1 ms até 60 s                   |
| Fenda de entrada:         | 40 µm metal                       |
| Interface:                | USB 2.0                           |
| Conexões:                 | SMA 905                           |
| Cabo de fibra ótica:      | 2 m                               |
| Tensão de conexão à rede: | 100 – 240 V                       |
| Dimensões:                | aprox. 133x120x60 mm <sup>3</sup> |
| Peso:                     | aprox. 950 g                      |

#### Espectrômetro digital HD

|                      |  |
|----------------------|--|
| Grade:               | 1200 linhas / mm                       |
| Faixa espectral:     | 400 – 700 nm                           |
| Resolução espectral: | 0,5 nm (resolução do duplete de sódio) |
| Precisão             | 1 pixel por 0,08 nm                    |

**P-1018104**

#### Registro de espectros lineares



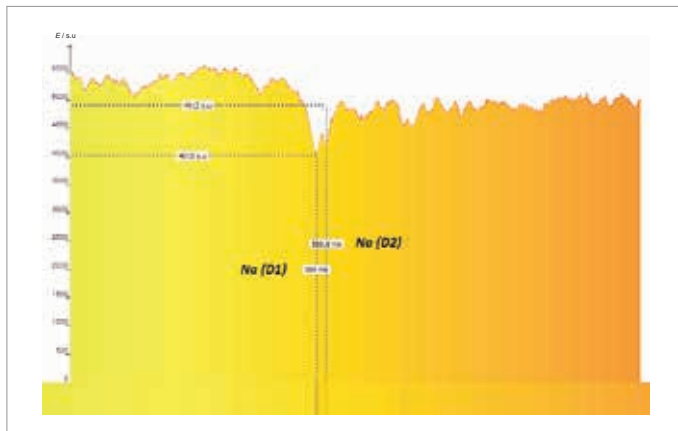
**UE5020100**

**UE5020150**

PDF online

#### Temas para experiências:

- Espectros lineares, espectros contínuos
- Radiação de corpo negro, Lei de Wien
- Espectro de emissão do sódio
- Espectros de chamas
- Espectros de transmissão de sólidos e líquidos
- Cinética
- Lei de Beer-Lambert



**Linhas de absorção do sódio no espectro do sol (resolução do duplete de sódio), observadas com o espectrômetro digital HD.**

#### Espectrômetro digital LD

|                      |   |
|----------------------|---|
| Grade:               | 600 linhas / mm                         |
| Faixa espectral:     | 350 – 900 nm                            |
| Resolução espectral: | 1 nm (resolução do duplete de mercúrio) |
| Precisão             | 1 pixel por 0,15 nm                     |

**P-1018103**

#### Espectrômetro digital LD com câmara de absorção (vide p. 181)

**P-1019196**

#### Recomendação suplementar:

**P-1018106** Conjunto de 100 cubetas, 4 ml



### Espectrômetro digital LD com câmara de absorção

Espectrômetro digital LD (P-1018103, vide também pág. 180) com câmara de absorção. A câmara de absorção é um módulo multifuncional para o registro de cubetas de 4 ml ( $10 \times 10 \times 40 \text{ mm}^3$ ) ou objetos em formato de slide ( $50 \times 50 \text{ mm}^2$ ) ou em formato de moeda ( $40 \text{ mm } \varnothing$ ) para medições de transmissões ou absorções. Podem ser inseridos até dois objetos em formato de slide e um formato em forma de moeda ao mesmo tempo para comparação. Com fonte de luz integrada para a faixa espectral 350 - 1000 nm. Em carcaça resistente a produtos químicos. Conexão direta ao espectrômetro digital LD ou por meio de cabo de fibra ótica. Vide também experiência UE4020400.

#### Câmara de absorção:

Fonte de luz: 350 – 1000 nm  
Alimentação: 12 V (por meio de cabo de adaptador da fonte do espectrômetro digital)  
Dimensões: aprox.  $65 \times 100 \times 55 \text{ mm}^3$   
Peso: aprox. 250 g

**P-1019196**

#### Recomendação suplementar:

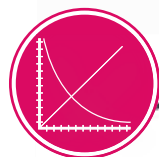
**P-1018106** Conjunto de 100 cubetas, 4 ml

#### Conjunto de 100 cubetas, 4 ml (sem foto)

Conjunto com 100 cubetas descartáveis para utilização na câmara de absorção do espectrômetro digital LD (P-1019196).

Dimensões:  $10 \times 10 \times 40 \text{ mm}^3$

**P-1018106**



**UE4020400**  
PDF online

**Registro de espectros de transmissão de filtros de cor**



### Espectrofotômetro S

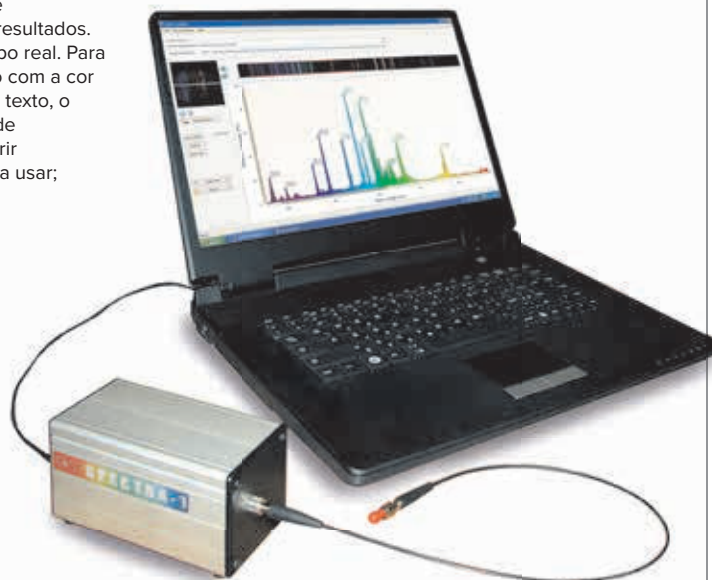
Espectrômetro robusto para exames da faixa de infravermelho próximo e infravermelho do espectro de 360 até 800 nm. A sua capa removível permite aos estudantes observar diretamente o processo de análise do espectro. A montagem é rápida e simples. O sinal óptico entra no aparelho através de um cabo flexível de fibra óptica. Conexão com o PC por meio de uma interface USB 2.0. Uma rede de transmissão especialmente selecionada e uma régua de precisão garantem alta resolução e excelentes resultados. O software de recolhimento de dados é intuitivo com display gráfico em tempo real. Para uma interpretação mais fácil do espectro, cada faixa de ondas está protegido com a cor correspondente. O espectro pode ser visto como um gráfico ou em forma de texto, o qual permite cálculos mais avançados. A disponibilidade de diversas barras de ferramentas torna possível ajustar os parâmetros do espectrômetro para cobrir exatamente as exigências da experiência. O Spectra 1 é fornecido pronto para usar; testado e calibrado.

Faixa espectral: 360 – 800 nm  
Resolução:  $< 2.0 \text{ nm}$   
Resolução em pixel:  $< 0.5 \text{ nm}$   
Sistema operacional: Win XP, Vista, Win7  
Interface: USB 2.0  
Dimensões: aprox.  $60 \times 60 \times 120 \text{ mm}^3$   
Peso: aprox. 600 g

#### Fornecimento:

Espectrofotômetro S com cabo USB, cabo de fibra óptica e um CD contendo software para experiências e um manual de instruções. O Laptop não está incluído.

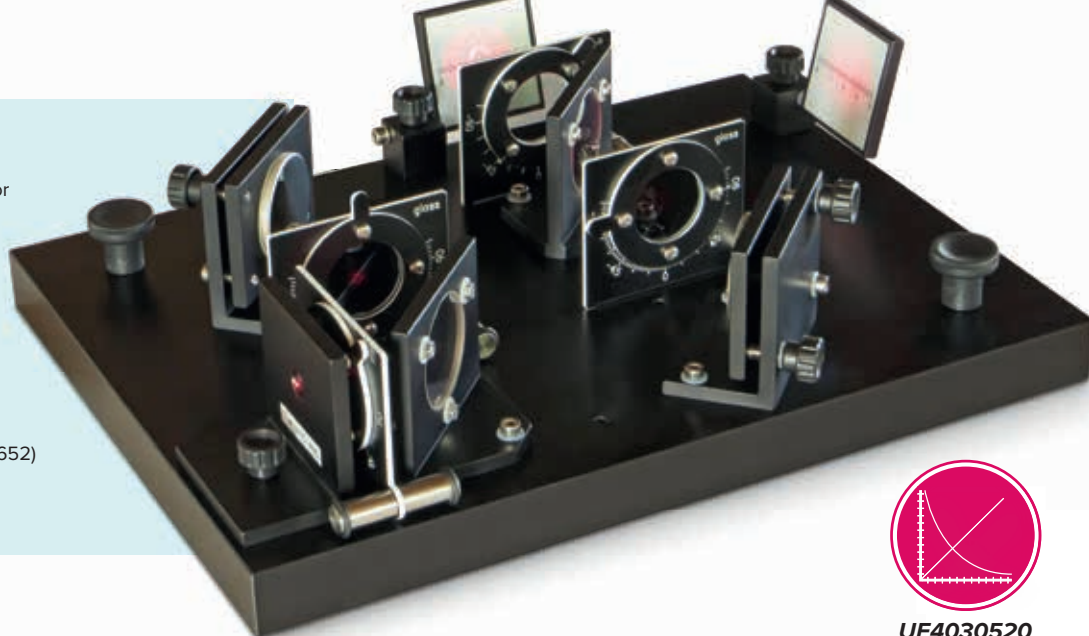
**P-1003061**



#### Temas para experiências:

- Interferômetro de Mach-Zehnder
- Modificação da polarização no divisor de feixe e no espelho de superfície
- Experiência analógica para a borracha quântica
- Determinação do índice de refração do vidro\*
- Determinação do índice de refração do ar\*
- Teste de Twyman-Green para os elementos ópticos (qualitativo)\*

\* Equipamento complementar (P-1002652) necessário



UE4030520

PDF online

#### Interferômetro de Mach-Zehnder

Conjunto completo de aparelhos com dois divisores de feixe, dois espelhos de superfície, duas telas de observação e quatro filtros de polarização. Os componentes ópticos de alta qualidade sobre uma placa base pesada, resistente à torção garantem medições precisas e reproduzíveis. Atrás do primeiro divisor de feixe ambos os feixes divididos chegam por caminhos separados ao segundo divisor de feixe, onde são novamente sobrepostos. Por isto os feixes divididos podem ser polarizados diferentemente através da introdução de filtros de polarização. Os componentes ópticos grandes permitem a reprodução com maior clareza e nitidez das imagens de interferência, que podem ser observadas também na luz do dia, porque a inclinação das duas telas de observação pode ser ajustada. Graças às posições pré-definidas dos componentes, a desmontagem e a montagem são rápidas, o que permite a execução de diversas experiências, desta feita, o tempo de preparação delas fica extremamente reduzido. Inclui caixa sólida de material plástico para armazenamento do interferômetro, montado e ajustado, assim como da placa de base própria ao laser.

##### Divisor de feixe:

Diâmetro: 40 mm  
Plano:  $\lambda/10$  (lado anterior),  $\lambda/4$  (lado posterior)

##### Espelho de superfície:

Dimensões: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Plano:  $<\lambda/2$

##### Filtros de polarização:

Diâmetro: 30 mm  
Alcance de ajuste:  $\pm 105^\circ$   
Material: Vidro (2x), Folha (2x)  
Divisão de ângulos:  $3^\circ$ ,  $15^\circ$

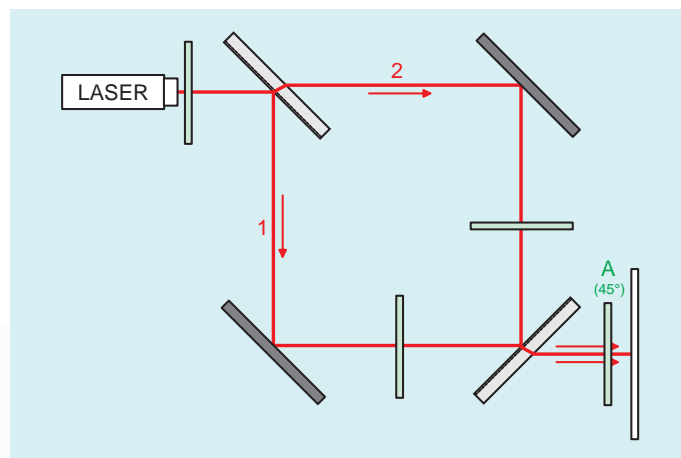
##### Placa base:

Massa: aprox. 5,5 kg  
Dimensões: aprox. 245x330x25 mm<sup>3</sup>

P-1014617

##### Exigência complementar:

P-1003165 He-Ne-Laser



Percurso do feixe no interferômetro de Mach-Zehnder (com polarizador A para remoção da informação do caminho)

#### Lâmpada ótica com diafragma perfurado

Fonte de luz branca de alta qualidade com diafragma perfurado giratório com engates e suporte adequado para utilização com o interferômetro de Mach-Zehnder ou de Michelson.

Fonte de luz: LED, 2x2 mm<sup>2</sup> área de luminosidade  
Luminosidade: 289 lúmens  
Diafragmas perfurados: 0,5 / 0,7 / 1,0 / 1,4 / 2,0 / 2,8 / 4,0 / 5,7 / 8,0 / 16 mm

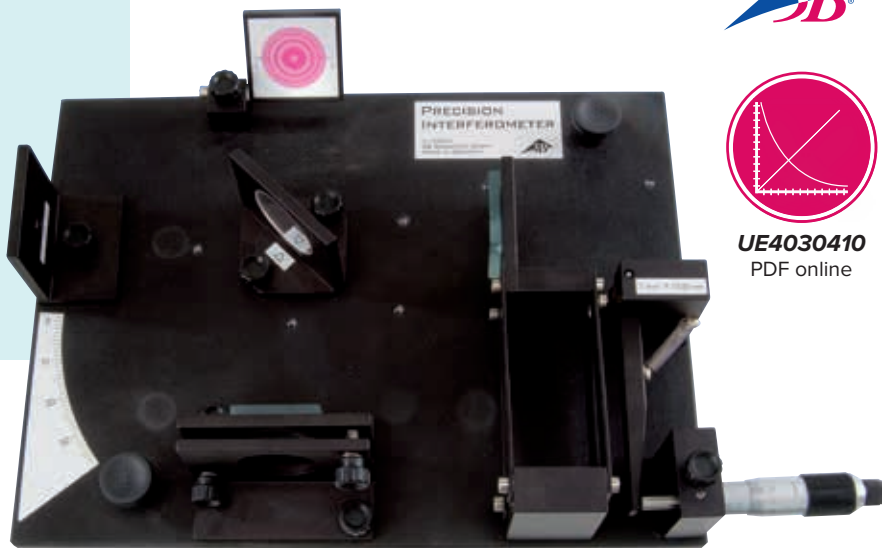
P-1017284



#### Temas para experiências:

- Interferômetro de Michelson
- Interferômetro de Fabry-Perot
- Determinação do índice de refração do vidro\*
- Determinação do índice de refração do ar\*
- Teste de Twyman-Green para os elementos ópticos (qualitativo)\*

\* Equipamento complementar (P-1002652) necessário



#### Interferômetro

Conjunto completo de aparelhos com componentes ópticos de alta qualidade, sobre placa base rígida e pesada, para medições precisas e reprodutíveis. Os grandes elementos ópticos permitem a ilustração de imagens de interferência claras e bem definidas à luz do dia. A tela refletora de observação é ajustável na sua inclinação. Graças às posições pré-definidas dos componentes, a desmontagem e a montagem são rápidas, o que permite a execução de diversas experiências, desta feita, o tempo de preparação delas fica extremamente reduzido. Inclui caixa sólida de material plástico para armazenamento do interferômetro, montado e ajustado, assim como da placa de base própria ao laser.

##### Divisor de feixe:

Diâmetro: 40 mm  
Plano:  $\lambda/10$  (lado anterior),  $\lambda/4$  (lado posterior)

##### Espelho de superfície:

Dimensões: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Plano:  $<\lambda/2$

##### Ajuste do espelho:

Redução: aprox. 1:1000 (calibragem individual indicada na base)

#### Conjunto de aparelhos complementares para o interferômetro

Conjunto de aparelhos complementares para o interferômetro (P-1002651) composto de uma ampola de vácuo, para a determinação do índice de refração do ar e da placa de vidro; sobre suporte rotativo, para a determinação do coeficiente de refração do vidro e para a pesquisa qualitativa da excelência da superfície de elementos ópticos (interferômetro de Twyman Green).

**P-1002652**

##### Exigência complementar:

**P-1012856** Bomba manual de vácuo

**P-1002622** Mangueira de silicone

##### Placa base:

Massa: aprox. 5,5 kg  
Dimensões: aprox. 245x330x25 mm<sup>3</sup>

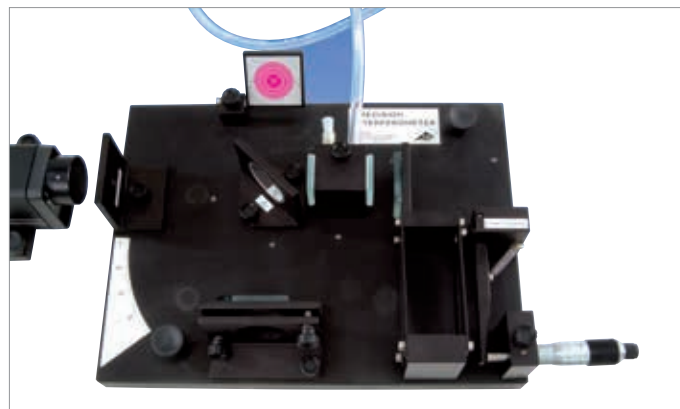
**P-1002651**

##### Exigência complementar:

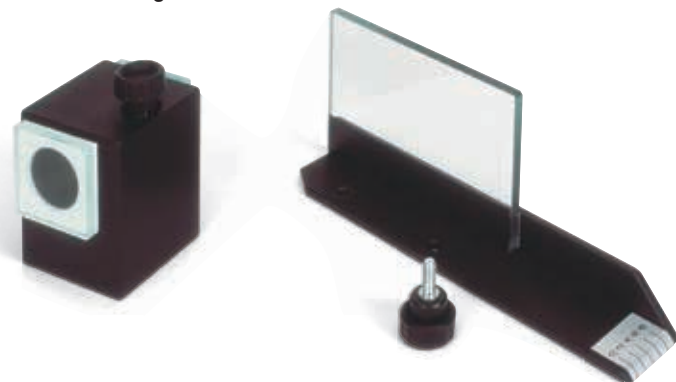
**P-1003165** Laser He-Ne



Placa de vidro no feixe de raios do interferômetro de Michelson



Ampola de vácuo no feixe de raios do interferômetro de Michelson

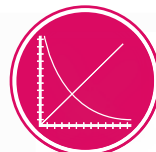
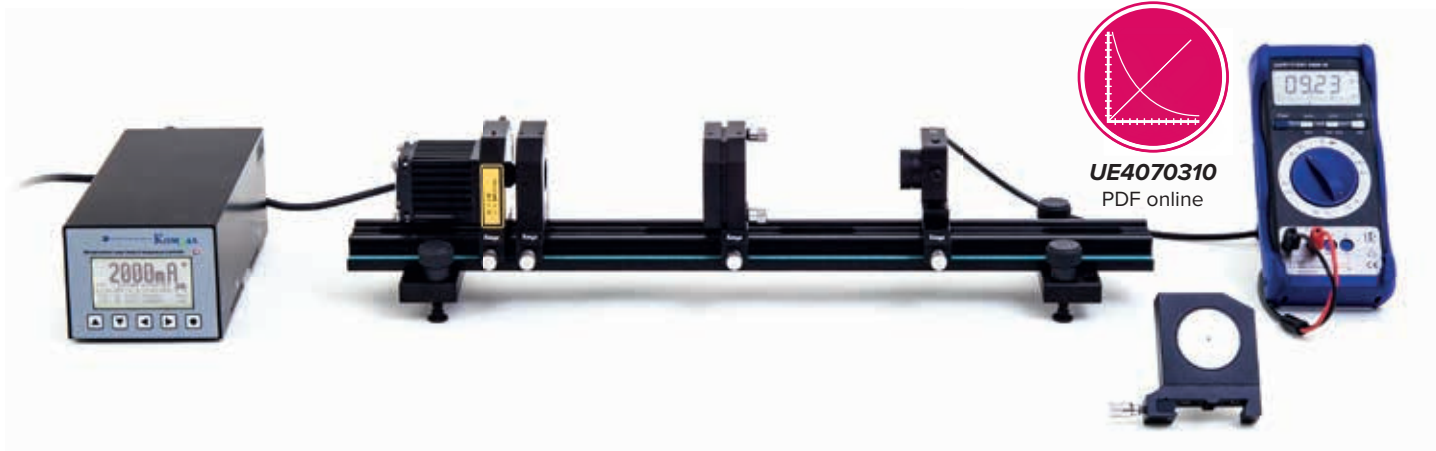




### Vantagens

- Solução precisa, segura e de baixo custo para a operação de onda contínua (cw) e lasers pulsantes de diodo.
- Ondas contínuas de precisão regulada por corrente e motor de laser pulsado
- Dois motores TEC (Thermo Electric Cooler) com bloco PID
- Entradas de modulação digitais e analógicas

- Ligações múltiplas de segurança
- Configuração gravada (EEPROM)
- Perda de desempenho muito reduzida através de ajuste ativo da tensão de entrada em modo de operação cw
- Controle digital por uma interface serial RS232 isolado



UE4070310

PDF online

### Excitador do diodo do laser e controlador de temperatura

Aparelho de alimentação para direcionamento de corrente estabilizada do diodo laser e unidade de regulação para a potência óptica do feixe do diodo laser em modo cw através da entrada integrada de fotodiodo. Em modo operativo por pulso o diodo laser pode ser operado através do oscilador de configuração livre integrado ou externamente pela entrada de modulação. Os reguladores de temperatura estão construídos como blocos PID e estão configurados por padrão para sensores NTC e Pt100. A aplicação de sensores de temperatura de silício, ou outros, também é possível através de uma modificação da configuração do software.

**P-1008632**

### Laser:

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Área de corrente do laser:        | 0 – 2500 mA                 |
| Resolução da corrente laser:      | 1 mA                        |
| Precisão da corrente laser:       | <1 mA                       |
| Ruído de fundo da corrente laser: | <60 $\mu$ s                 |
| Tempo de subida:                  | <10 $\mu$ s                 |
| Tempo de descida:                 | <5 $\mu$ s                  |
| Área de tensão:                   | 1,2 – 5 V                   |
| Limite da corrente:               | ajustável entre 0 – 2500 mA |
| Entrada de modulação externa:     | TTL                         |

### TEC-propulsor:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Corrente Peltier:                          | máx. -4 – +4 A          |
| Corrente Peltier (2. propulsor):           | máx. -2 – +2 A          |
| Tensão Peltier:                            | máx. 8 V                |
| Limite da corrente Peltier:                | ajustável entre 0 – 4 A |
| Limite da corrente Peltier (2. propulsor): | ajustável entre 0 – 2 A |
| Resolução da corrente Peltier:             | 1 mA                    |
| Precisão da regulação de temperatura:      | < 10 mK                 |

### Informações gerais:

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Proteção contra temperatura excessiva: | para propulsor e laser            |
| Tensão de rede:                        | 100 até 240 V AC                  |
| Dimensões:                             | aprox. 88x110x240 mm <sup>3</sup> |

### Banco Óptico KL

Trilho de perfil com plataforma de nivelamento, 600 mm.

**P-1008642**

### Módulo Nd:YAG

Módulo com cristal Nd:YAG como mídia ativa de laser e superfície dielectricamente revestida para reflexão do comprimento de onda do laser (1064 nm) com transmissão concomitante do comprimento de onda de bombeamento (808 nm). Sobre suporte para Banco Óptico KL.

**P-1008635**



### Óculos de proteção laser para Nd:YAG

Óculos em poliamida para proteção de nível médio, peso reduzido graças à sua construção integral, campo de visão ampliado graças a placas de filtro grandes. Em bolsa de armazenamento.

Cor do filtro: azul claro  
 Grau de transmissão de luz:  $TD_{65} = 62\%$   
 Classificação segundo

DIN EN 207/208: 750-1100 D L5 + IR  
 L7 > 1100-1200 DIR L5

**P-1002866**

### Cartão detector de infravermelho (sem foto)

Cartão transformador para transformação de luz infravermelha em luz visível. É posicionado diretamente no feixe laser como sensor.

Dimensões: 90x60 mm<sup>2</sup>

**P-1017879**

### Instruções de segurança:

O sistema apresentado é uma instalação de laser de Classe 4. A radiação laser emitida não é visível, porém de alto risco para os olhos e pele. Ela pode causar incêndio ou explosão.

- Observar as instruções de segurança para instalações de laser da Classe 4.
- Sempre usar óculos de proteção contra laser.
- Não olhar diretamente para o feixe laser, mesmo com óculos de proteção.



#### A. Módulo Cr:YAG

Módulo com cristal Cr:YAG para comutação Q passiva. Sobre suporte para Banco Óptico KL.

**P-1008637**

#### B. Lente de colimação $f = +75$ mm

Lente de colimação  $f = +75$  mm, com revestimento antirreflexo em ambos os lados. Sobre suporte para Banco Óptico KL.

**P-1008646**



#### C. Laser de ajuste

Diodo de laser de ajuste, sobre suporte para Banco Óptico KL.

Comprimento de onda: 633 nm

Potência: 1 mW

**P-1008634**

#### D. Fotodiodo PIN DET 36 A/M

Fotodiodo PIN em invólucro com rosca para fixação de filtros. Sobre suporte para Banco Óptico KL.

Tempo de ascensão / queda: <14 ns

Faixa de comprimento

de onda: 350 – 1100 nm

Área do detetor: 13 mm<sup>2</sup>

**P-1008640**

#### Filtro RG850 (sem foto)

Filtro RG850 para supressão da radiação de bombeamento. Em suporte com rosca.

**P-1008648**

#### Filtro BG40 (sem foto)

Filtro BG40 para supressão do comprimento básico de onda. Em suporte com rosca.

**P-1017874**

#### Maleta de transporte KL (sem foto)

Maleta acolchoada de transporte para todos os componentes do laser de estado sólido.

**P-1008651**

#### Laser de diodo 1000 mW

Laser de diodo 1000 mW para bombeamento óptico do laser Nd:YAG.

Com refrigerador Peltier integrado e termistor, lente de colimação e focalização. Sobre suporte para Banco Óptico KL.

Comprimento de onda de emissão: 808 nm

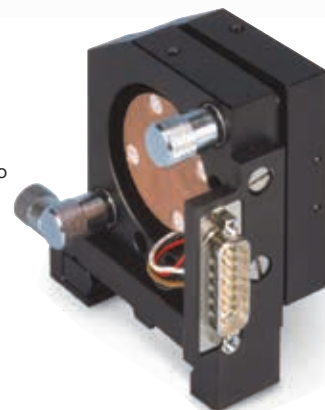
**P-1009497**



#### Módulo de duplicação da frequência

Módulo com cristal KTP como elemento óptico não linear para duplicação da frequência, refrigerador Peltier e termistor integrados. Modelo giratório sobre suporte para Banco Óptico KL.

**P-1008636**



#### Espelho laser

Espelho para laser curvado esfericamente para comprimento de onda de laser de 1064 nm. Com suporte para ajuste, sobre suporte para Banco Óptico KL.

Raio de curvatura: -200 mm

Coefficiente de reflexão: 97%

**P-1008638**



#### Espelho laser HT 532 nm (sem foto)

Espelho para laser curvado esfericamente para desacoplamento da radiação laser de frequência duplicada com comprimento de onda de 532 nm. Com suporte para ajuste, sobre suporte para Banco Óptico KL.

Raio de curvatura: -200 mm

**P-1008639**

#### Fotodiodo PIN DET 10 A/M (sem foto)

Fotodiodo PIN em invólucro com rosca para fixação de filtros. Sobre suporte para Banco Óptico KL.

Tempo de ascensão / queda: <1 ns

Faixa de comprimento

de onda: 200 – 1100 nm

Área do detetor: 0,8 mm<sup>2</sup>

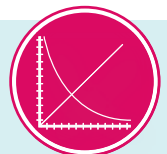
**P-1008641**

### Experiência “Sintonização do laser de diodo para bombeamento óptico estável”

- Medição da potência de saída do laser de diodo em dependência da corrente aplicada.
- Determinação da dependência do comprimento de onda da temperatura.
- Determinação da dependência do comprimento de onda da corrente de injeção.
- Elaboração de uma curva corrente de injeção-temperatura com comprimento de onda constante (absorção máxima).

### Experiência “Instalação e otimização de um laser Nd:YAG”

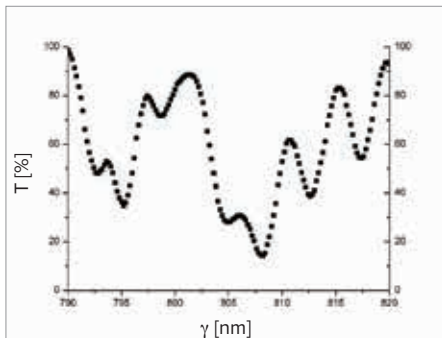
- Sintonização do laser de diodo para bombeamento óptico estável do laser Nd: YAG.
- Determinação da vida útil do nível superior de laser  ${}^4F_{3/2}$  no cristal Nd:YAG.
- Ajuste do ressonador e observação dos modos do ressonador,
- Medição da potência de saída do laser Nd:YAG em dependência da potência de bombeamento e determinação do limiar do laser.
- Observação dos picos na operação de pulso do diodo de laser.



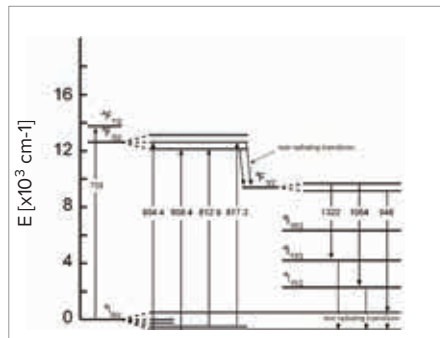
**UE4070310**  
PDF online

| Número / Descrição  | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 Controlador de diodo laser e controlador de temperatura | P-1008632  |
| 1 Laser de diodo 1000 mW                                  | P-1009497  |
| 1 Módulo Nd:YAG   | P-1008635  |
| 1 Laser de ajuste   | P-1008634  |
| 1 Fotodiodo PIN DET 36 A/M                                | P-1008640  |
| 2 Lente de colimação $f = +75$ mm                         | P-1008646  |
| 1 Filtro RG850  | P-1008648  |
| 1 Banco Óptico KL   | P-1008642  |
| 1 Maleta de transporte KL                                 | P-1008651  |
| 1 Óculos de proteção laser para Nd:YAG                    | P-1002866  |
| 1 Cartão detetor de infravermelho                         | P-1017879  |

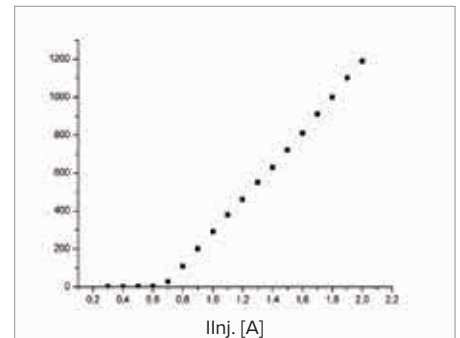
| Número / Descrição  | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 Controlador de diodo laser e controlador de temperatura | P-1008632  |
| 1 Laser de diodo 1000 mW                                  | P-1009497  |
| 1 Módulo Nd:YAG   | P-1008635  |
| 1 Laser de ajuste   | P-1008634  |
| 1 Espelho laser   | P-1008638  |
| 1 Fotodiodo PIN DET 36 A/M                                | P-1008640  |
| 1 Filtro RG850  | P-1008648  |
| 1 Banco Óptico KL   | P-1008642  |
| 1 Maleta de transporte KL                                 | P-1008651  |
| 1 Óculos de proteção laser para Nd:YAG                    | P-1002866  |
| 1 Cartão detetor de infravermelho                         | P-1017879  |
| 1 Multímetro digital P3340                                | P-1002785  |
| 1 Osciloscópio digital 4x70 MHz                           | P-1008676  |
| 1 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm                         | P-1002748  |
| 1 Cabo HF   | P-1002746  |



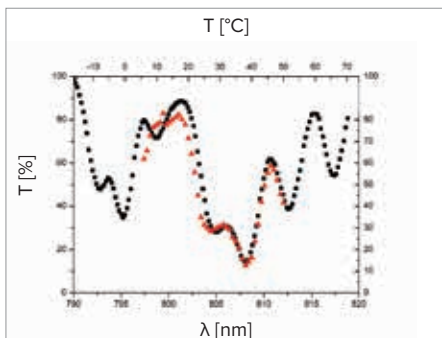
Espectro de transmissão de um cristal Nd:YAG em função do comprimento de onda, registrado com um espectrômetro



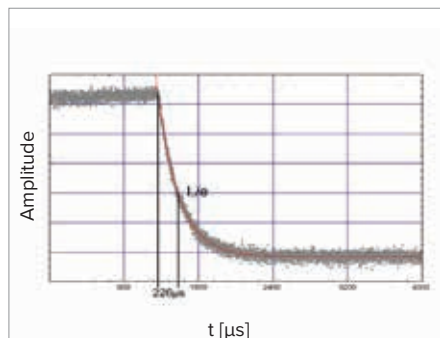
Esquema de nível de energia do cristal Nd:YAG, as mais importantes pontes para o bombeamento óptico e a operação do laser



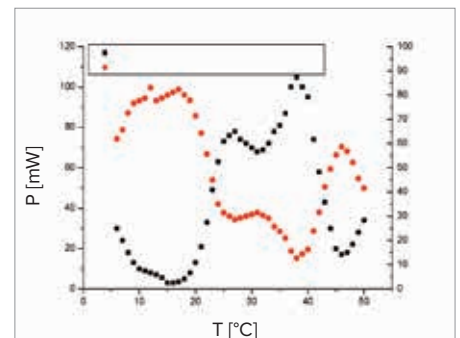
Potência de saída do diodo laser a 20° C em função da corrente de injeção



Comparação das curvas de transmissão: Quadrados –  $T(\lambda)$  registrados com um espectrômetro Triângulos – transmissão em função da temperatura



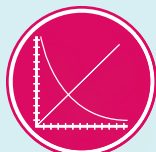
Medição da duração do nível  ${}^4F_{3/2}$  do cristal Nd:YAG. Nos pontos de medição foi adaptada uma função exponencial



Transmissão da luz dos diodos através do cristal Nd:YAG em função da temperatura para diferentes correntes de injeção

### Experiência “Comutação Q do laser Nd:YAG com um módulo Cr:YAG

- Instalação e otimização da comutação Q
- Registro dos pulsos e determinação da duração do pulso.



**UE4070320**  
PDF online

### Experiência “Duplicação de frequência em um laser Nd:YAG

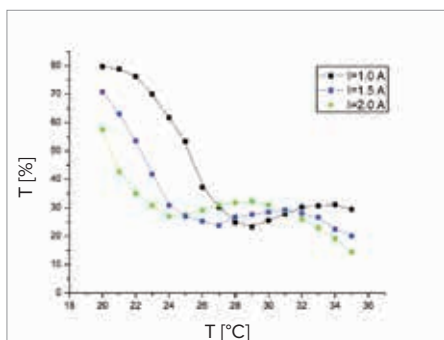
- Duplicação de frequência interna no ressonador com cristal KTP
- Medição da potência de saída da radiação com frequência duplicada em dependência da potência da onda fundamental.
- Análise da dependência da orientação e da temperatura do cristal.



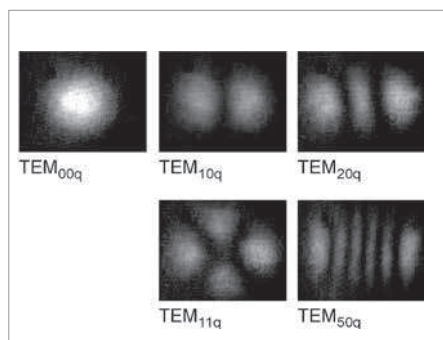
**UE4070330**  
PDF online

| Número / Descrição  | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 Controlador de diodo laser e controlador de temperatura | P-1008632  |
| 1 Laser de diodo 1000 mW                                  | P-1009497  |
| 1 Módulo Nd:YAG   | P-1008635  |
| 1 Laser de ajuste   | P-1008634  |
| 1 Módulo Cr:YAG   | P-1008637  |
| 1 Espelho laser   | P-1008638  |
| 1 Fotodiodo PIN DET 10 A/M                                | P-1008641  |
| 1 Filtro RG850  | P-1008648  |
| 1 Banco Óptico KL   | P-1008642  |
| 1 Maleta de transporte KL                                 | P-1008651  |
| 1 Óculos de proteção laser para Nd:YAG                    | P-1002866  |
| 1 Cartão detetor de infravermelho                         | P-1017879  |
| 1 Multímetro digital P3340                                | P-1002785  |
| 1 Osciloscópio digital 4x70 MHz                           | P-1008676  |
| 1 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm                         | P-1002748  |
| 1 Cabo HF   | P-1002746  |

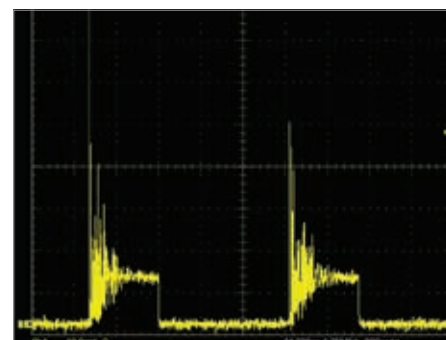
| Número / Descrição  | Nº de cat. |
|---|------------|
| 1 Controlador de diodo laser e controlador de temperatura | P-1008632  |
| 1 Laser de diodo 1000 mW                                  | P-1009497  |
| 1 Módulo Nd:YAG   | P-1008635  |
| 1 Laser de ajuste   | P-1008634  |
| 1 Módulo de duplicação da frequência                      | P-1008636  |
| 1 Espelho laser HT 532 nm                                 | P-1008639  |
| 1 Fotodiodo PIN DET 36 A/M                                | P-1008640  |
| 1 Filtro BG40   | P-1017874  |
| 1 Filtro RG850  | P-1008648  |
| 1 Banco Óptico KL   | P-1008642  |
| 1 Maleta de transporte KL                                 | P-1008651  |
| 1 Óculos de proteção laser para Nd:YAG                    | P-1002866  |
| 1 Cartão detetor de infravermelho                         | P-1017879  |
| 1 Multímetro digital P3340                                | P-1002785  |
| 1 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm                         | P-1002748  |



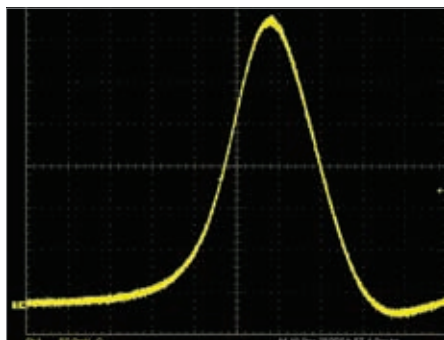
Comparação do percurso das curvas da transmissão através do cristal Nd:YAG e da potência de saída do laser Nd:YAG em dependência da temperatura do diodo



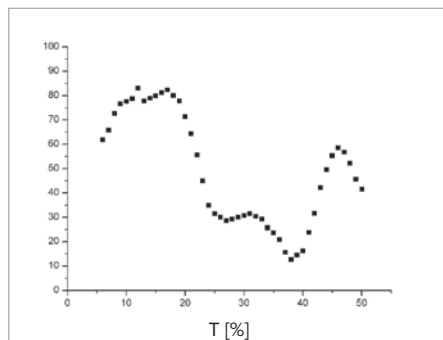
Modos transversais



Registro de osciloscópio: spiking de um laser Nd:YAG



Registro de osciloscópio: percurso do pulso de um laser Nd:YAG passivo conectado em carga. A duração do pulso é de 25 ns



Transmissão da luz do diodo através do cristal Nd:YAG em função da temperatura com uma corrente de injeção de 1,5 A

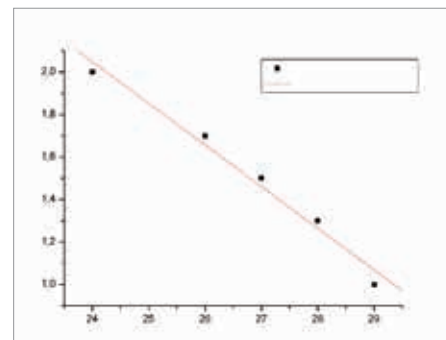
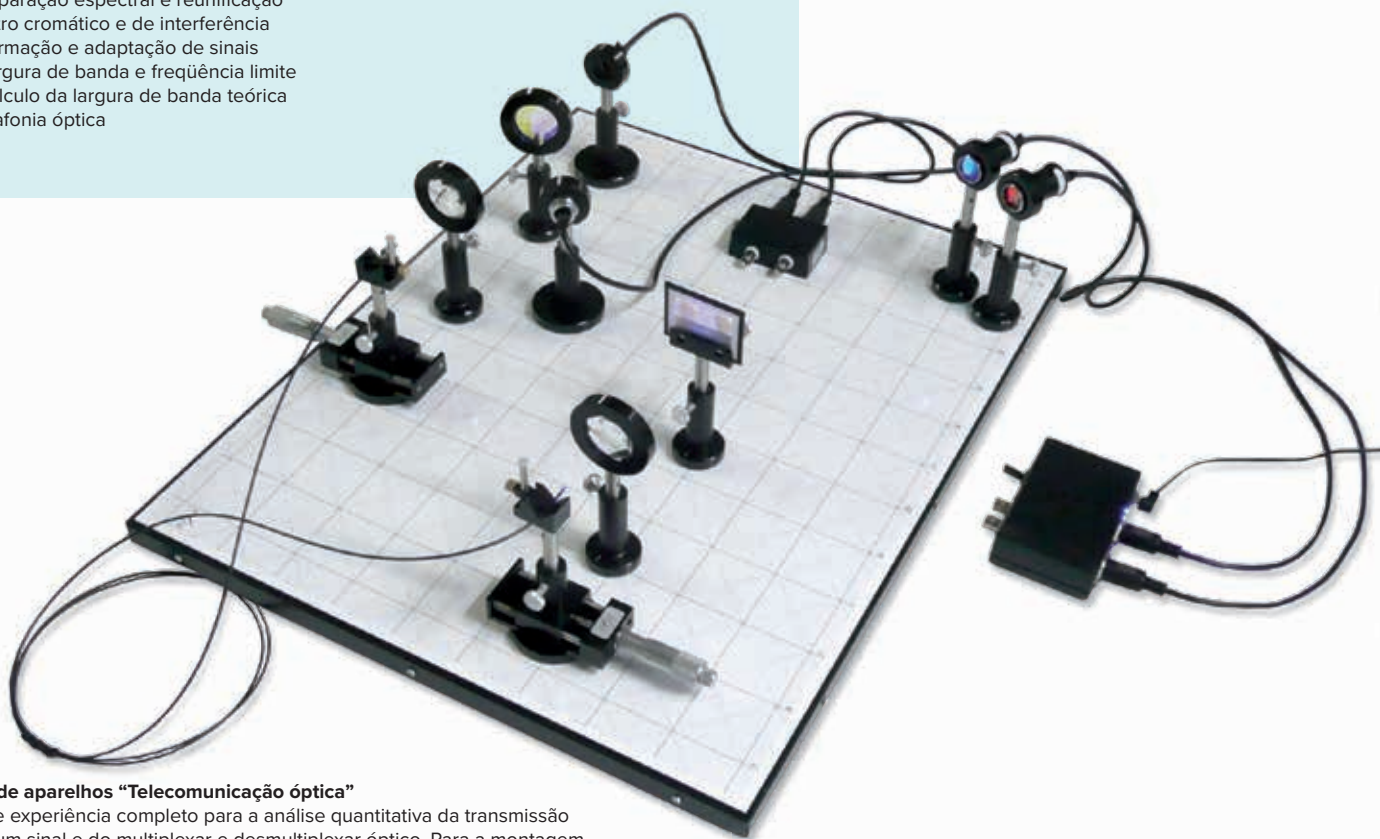


Diagrama de temperatura de corrente com comprimento de onda constante

#### Temas para experiências:

- Fibra de vidro e telecomunicação óptica
- Ângulo de abertura e otimização do acoplamento num cabo de fibra de vidro
- Absorção, influência e comprimento de transmissão
- Perdas de acoplamento e desacoplamento
- Difração na grade óptica e multiplex óptico.
- Filtros dicróicos e desmultiplex óptico
- Composição espectral de fontes luminárias
- Separação espectral e reunificação
- Filtro cromático e de interferência
- Formação e adaptação de sinais
- Largura de banda e frequência limite
- Cálculo da largura de banda teórica
- Diafonia óptica



#### Conjunto de aparelhos “Telecomunicação óptica”

Sistema de experiência completo para a análise quantitativa da transmissão óptica de um sinal e do multiplexar e desmultiplexar óptico. Para a montagem óptica bi-dimensional de alta precisão está à disposição uma mesa magnética de superfície desenhada com retículo, que permite escrever acima.

Mesa óptica:

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Área útil:                | 600x480 mm <sup>2</sup> |
| Linhas do retículo:       | 0°, 45°, 90°, 135°      |
| Retículo, linha divisora: | 5 cm, 1 cm              |
| Massa:                    | aprox. 12 kg            |

#### Fornecimento:

- 1 mesa óptica, 600x480 mm<sup>2</sup>, magnética
- 8 cavaletes ópticos com pé magnético
- 2 cavaletes de deslocar, l = 25 mm, com pé magnético
- 1 LED com lente colimadora, em armação sobre haste, vermelho
- 1 LED com lente colimadora, em armação sobre haste, azul
- 1 emissor de sinal eletrônico, inclusive fonte de alimentação
- 1 receptor de sinal eletrônico, inclusive fonte de alimentação
- 2 fototransistores em armação sobre haste
- 1 cabo de fibra de vidro com conectores SMA, 1 m
- 1 grade de difração, 600 linhas/mm
- 1 filtro dicróico em armação sobre haste, azul
- 1 filtro dicróico em armação sobre haste, amarelo
- 2 lentes convergentes em armação sobre haste, f = 50 mm, 40 mm Ø
- 1 pinça de fixação para grade de difração sobre haste
- Suporte de componentes e pinça de mola

**P-1008674**

#### Recomendação adicional:

- P-1008675** Conjunto complementar “Espectrometria”
- P-1020913** Gerador de funções de dois canais de 20 MHz
- P-1008676** Osciloscópio digital 4x70 MHz
- P-1002746** Cabo HF (6x)
- P-1002752** Peças em T, BNC (2x)

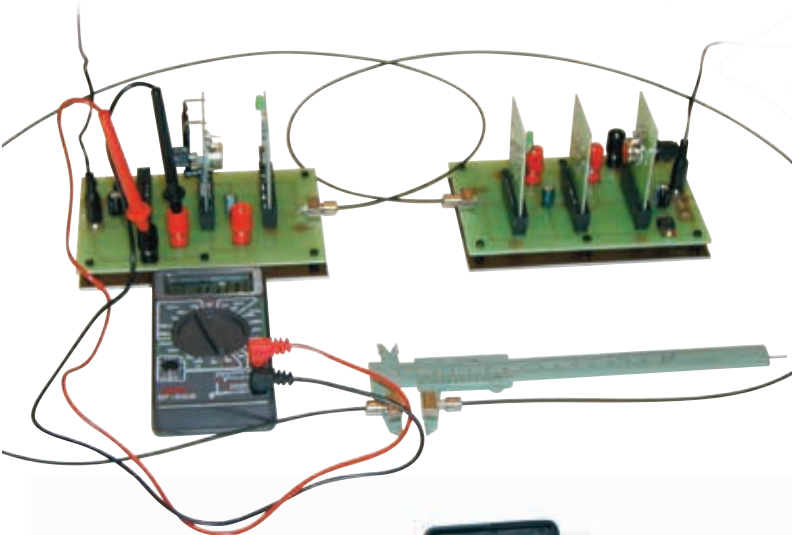
#### Conjunto complementar “Espectrometria” (sem foto)

Conjunto complementar para o conjunto de aparelhos “Telecomunicação óptica” para a espectrometria dos sinais transmitidos e para a medição de perdas de absorção.

#### Fornecimento:

- 1 espectrômetro com conexões SMA
- 1 fonte luminária de referência com conexões SMA
- 5 cabos de fibra de vidro com conectores SMA, 2 m
- 1 cabo de fibra de vidro com conectores SMA, 10 m
- 5 junções SMA/SMA

**P-1008675**



#### Temas para experiências:

- Experiência de Tyndall com condutores de luz
- Atenuação em condutores de luz dobrados
- Atenuação em líquidos
- Atenuação em passagens ópticas
- Montagem de uma medição de força
- Montagem de uma barreira de luz
- Montagem de um sensor de afastamento
- Transmissão de sinais sonoros
- Transmissão de dados entre dois computadores

#### Conjunto de aparelhos para óptica dos condutores de luz

Sistema de experimentação modular completo para a pesquisa de fenômenos luminosos e outras utilizações. Consiste numa platina de base para o módulo emissor e outra para o receptor, unidade analógica de emissão e recepção, unidade digital de emissão e recepção, amplificador de microfone e gerador de baixas frequências, amplificador de baixas frequências com alto-falante integrado, interface USB para o emissor e o receptor, multímetro digital, condutores de luz cobertos e descobertos de diferentes tamanhos e todos os cabos de conexão. Inclui a fonte de alimentação elétrica universal e uma mala para o armazenamento.

Fonte de alimentação: primário 100 – 240 V AC 50/60Hz  
secundário 9 V DC

**P-1003054**

#### Recomendação suplementar:

**P-1020910** Osciloscópio digital 2x30 MHz

**P-1002748** Cabo HF, conector BNC de 4 mm



#### Conjunto de aparelhos para a comunicação por laser

Sistema de experimentação para a transmissão de sinais de áudio e de vídeo com um raio laser. Composto por uma fonte de energia com diodo laser com potência de saída ajustável assim como entrada vídeo e áudio para a modulação do feixe laser, uma unidade receptora com amplificador integrado assim como tomadas de conexão (CINCH) para um alto-falante e um aparelho de televisão, um microfone e um alto-falante. Os sinais áudio são modulados na frequência e os sinais vídeo são modulados na amplitude. Para a transmissão de sinal vídeo pode-se conectar uma câmara de vídeo PAL ou NTSC (não incluída no fornecimento). Inclui a fonte de alimentação elétrica universal e uma mala para o armazenamento.

Díodo laser: classe de segurança II

Comprimento

de onda: 635 nm

Potência do laser: 0,2 – 11 mW de ajuste contínuo

Fonte de alimentação: primário 100 – 240 V AC 50/60 Hz  
secundário 12 V DC

**P-1003055**



# ELETRICIDADE E MAGNETISMO



## Gerador de Van de Graaff

Aparelho para a produção de altas tensões contínuas com forças baixas de corrente para inúmeras experiências em eletrostática. Esfera condutora removível, motor de funcionamento com quantidade de rotações ajustáveis. Inclui uma esfera pequena de descarga sobre um haste.

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Tensão:                | até aprox. 100 kV      |
| Distância de descarga: | até 5 cm               |
| Esfera condutora:      | 190 mm Ø               |
| Esfera sobre bastão:   | altura 460 mm, Ø 90 mm |
| Dimensões:             | 240x190x620 mm         |

## Gerador de Van de Graaff (230 V, 50/60 Hz) P-1002964

## Gerador de Van de Graaff (115 V, 50/60 Hz) P-1002963



## Máquina de Wimshurst

Montagem de experiência histórica para a produção de alta tensão contínua, sem risco, para a realização de inúmeras experiências em eletrostática. Funcionamento através de manivela manual e correia, trajetória ajustável das faíscas e dois capacitores de alta tensão (Garrafa de Leiden).

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| Diâmetro:              | 310 mm                             |
| Comprimento da faísca: | máx. 120 mm                        |
| Dimensões :            | aprox. 360x250x400 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                 | aprox. 3,4 kg                      |

**P-1002967**

## Correia de borracha para o Gerador de Van de Graaff (sem foto)

Correia de reposição para o Gerador de Van de Graaff (P-1002964 ou P-1002963).

|              |        |
|--------------|--------|
| Comprimento: | 930 mm |
| Largura:     | 50 mm  |

**P-1002965**

## Conjunto de aparelhos para eletrostática

Com este kit de aparelhos podem ser realizadas várias experiências, em parte históricas, para a análise de fenômenos eletrostáticos. As peças são equipadas com pinos de inserção de 4 mm e podem, desta forma, ser montadas rapidamente sobre um suporte isolado. Para a conexão na fonte de carregamento encontram-se à disposição os cabos para experiência incluídas no fornecimento. Como fonte de alimentação para as experiências recomendamos a máquina de Wimshurst (P-1002967).

### Fornecimento:

- 1 base suporte
- 1 suporte, isolado, com conectores de retenção e de ligação
- 1 esfera condutora de 30 mm Ø, com pinos de inserção
- 1 esfera livre
- 1 pêndulo duplo
- 8 bolas de poliestireno
- 1 carcaça com elétrodos em esferas
- 1 carcaça com elétrodos pontiagudos
- 1 roda com pontas e agulhas
- 1 pacote de tiras de plástico em haste
- 1 quadro de raios
- 1 jogo de sinos
- 1 bastão de fricção, material plástico, com conector de 4 mm
- 2 cabos para experiência
- Cones de incenso
- Manual de experiências

**P-1021369**

### Exigência complementar:

**P-1002967 Máquina de Wimshurst**





#### Eletróscópio de Kolbe

Instrumento de indicação para a comprovação da presença de cargas elétricas e tensões com alta sensibilidade. Carcaça de metal com conector de 4 mm para a ligação ao terra. Parte traseira e dianteira feita de vidro, indicador pontiagudo e escala. Adequado para a projeção de sombras. Inclui placa de capacitor sobre conector de 4 mm.

Faixa de medição: 0 – 6 kV

Dimensões: aprox. 170x110x190 mm<sup>3</sup>

**P-1001027**

#### Fonte de carga piezelétrica

Dispositivo manual usado para a geração simples de voltagens seguras necessitadas em experiências eletrostáticas. Caracterizando o princípio funcional de um isqueiro de gás piezelétrico. Com um plugue de ligação terra encurtado e um cabo de 4 mm. A cor pode desviar com a da ilustração.

Voltagem máx.: ±4,5 kV

Dimensões: aprox. 250x25x33 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 130 g

**P-1000923**



#### Indicador de carga (Eletróscópio)

Electroscope eletrônico para a comprovação de cargas elétricas e dos seus signos de polaridade através da iluminação de um LED azul ou de um LED vermelho. Inclui duas baterias de 1,5 V (AA).

Dimensões: aprox. 62x67x20 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 85 g

**P-1009962**



#### Eletróscópio

Instrumento de indicação para a comprovação da presença de cargas elétricas e tensões. Anel de proteção com conector de 4 mm para a ligação ao terra. Adequado para a projeção de sombras. Inclui esfera e placa de capacitor sobre conector de 4 mm, assim como placa de capacitor sobre bastão de isolamento.

Diâmetro: 130 mm

**P-1003048**



#### Eletróscópio S

Instrumento de indicação, em conta, para a comprovação de cargas elétricas e tensões. Montado de pé de apoio, armação, vara de alumínio com suporte magnético e unidade de eletróscópio.

Dimensões: aprox. 280x80x280 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 500 g

**P-1009964**



#### Acumulador de carga com separador de carga piezelétrica

Acumulador para cargas elétricas, que foram geradas pelo separador de cargas piezelétricas. As cargas acumuladas podem ser retiradas, por exemplo, com uma colher de carga.

Capacidade: 2x 1 nF

Dimensões do acumulador: aprox. 62x67x50 mm<sup>3</sup>

Dimensões do separador de carga: aprox. 230x35x40 mm<sup>3</sup>

Massa total: aprox. 85 g

**P-1009963**

#### Recomendação suplementar:

**P-1002707** Colher de carga, pequena



#### Assessórios para o eletrômetro

Conjunto de assessórios para a execução de experiências fundamentais da eletrostática, da elétrica e do efeito fotoelétrico em conexão com o eletrômetro (P-1001025 ou P-1001024) e a fonte de alimentação DC de 450 V (P-1008535 ou P-1008534).

#### Fornecimento:

- 1 copo de Faraday
- 1 par bastões de fricção
- 1 bastão de metal com furação de 4 mm
- 1 tomada de adaptador de segurança
- 1 SK Elemento conector capacitor 1 nF
- 1 SK Elemento conector capacitor 10 nF
- 1 SK Elemento conector resistência 100 MΩ
- 1 SK Elemento conector resistência 1 GΩ
- 1 SK Elemento conector resistência 10 GΩ
- 1 eletrodo de zinco
- 1 eletrodo de grade

**P-1006813**

#### Esferas condutoras com conector de 4 mm

Esferas condutoras para experiências com a eletrostática, por exemplo, para a determinação da capacidade de uma esfera ou para experiências com influência.

**Esfera condutora, d = 85 mm, com conectores de 4 mm**  
**P-1000938**

**Esfera condutora, d = 30 mm, com conectores de 4 mm**  
**P-1001026**

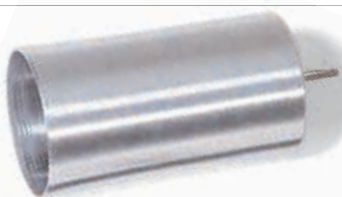


#### Recomendação suplementar:

**P-1002710 Bastão Suporte Perfurado**

#### Copo de Faraday

Copo de Faraday com conector de 4 mm para a integração com, por exemplo, um eletroscópio (P-1003048 ou P-1001027) ou com o amplificador eletrômetro (P-1001025 ou P-1001024).  
Dimensões: aprox. 115x70 mm Ø  
**P-1000972**



#### Bastões de fricção

Dois bastões para experiências com eletricidade por fricção. Bastões feitos de PVC e acrílico.

Comprimento: 250 mm

Diâmetro: 10 mm

**P-1002709**

#### Colheres de carga

Placa de metal sobre haste isolante para o transporte de carga e experiências com indução eletrostática.

| Nº de cat.       | Descrição                       | Compr. | Placa                 | Bastão  |
|------------------|---------------------------------|--------|-----------------------|---------|
| <b>P-1002707</b> | <b>Colher de carga, pequena</b> | 205 mm | 40x35 mm <sup>2</sup> | 10 mm Ø |
| <b>P-1002708</b> | <b>Colher de carga, grande</b>  | 265 mm | 40x70 mm <sup>2</sup> | 10 mm Ø |

#### Temas para experiências:

- Medição de carga e tensão na eletrostática
- Medição de carga e tensão no condensador de placa
- Ionização do ar por meio de gases inflamáveis ou raios α
- Efeito Hallwachs (efeito fotoelétrico exterior)



#### Eletrômetro

Conversor de impedância com entrada de alta resistência para a medição das menores cargas e menores correntes. A grandeza de medição é convertida numa tensão proporcional que é medida com um voltímetro externo. Durante a medição deve-se estabelecer a compensação de potencial entre o eletrômetro e o experimentador por meio de um bastão de metal conectado a massa. Incluído fonte de alimentação de 12 V AC.

- Amplificação do eletrômetro: 1,00
- Resistência de entrada:  $>10^{12} \Omega$
- Resistência de saída:  $<1 \text{ k}\Omega$
- Corrente de entrada:  $<10 \text{ pA}$
- Capacidade de entrada:  $<50 \text{ pF}$
- Tensão máx. de saída:  $\pm 10 \text{ V}$
- Estabilidade de sobrecarga: 1 kV (de fontes ôhmicas baixas)  
10 kV (de fontes ôhmicas altas)
- Tensão de alimentação: 12 V AC
- Dimensões: aprox. 110x170x30 mm<sup>3</sup>
- Massa: aprox. 1 kg

**Eletrômetro (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1001025**

**Eletrômetro (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1001024**

#### Recomendação suplementar:

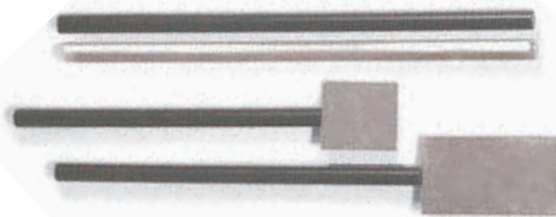
**P-1006813 Assessórios para o eletrômetro**

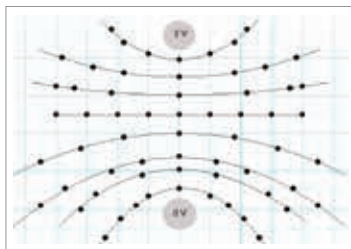
**P-1013526 Multímetro analógico Escola 30**

**P-1008535 Fonte de alimentação DC de 450 V (230 V, 50/60 Hz)**

ou

**P-1008534 Fonte de alimentação DC de 450 V (115 V, 50/60 Hz)**





**Linhas equipotenciais de cargas pontuais**

#### Vasilha eletrolítica

Conjunto de aparelhos para o registro de linhas equipotenciais de campos elétricos. Por meio de eletrodos de diferentes formas, podem ser medidas as linhas equipotenciais de um capacitor de placas, de um dipolar, de uma carga invertida e num copo de Faraday.

Dimensões da vasilha: aprox. 160x105x65 mm

#### Fornecimento:

- 1 bacia de matéria plástica
- 1 tripé com eletrodo de medição
- 2 eletrodos de haste
- 2 eletrodos em disco circulares
- 1 eletrodo em anel
- 20 folhas de papel milimetrado

**P-1009884**

#### Exigência complementar:

**P-1013526** Multímetro analógico Escola 30

**P-1008535** Fonte de alimentação DC, 450 V (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1008534** Fonte de alimentação DC, 450 V (115 V, 50/60 Hz)



#### Bureta DIN-B 10 ml Schellbach

Tubo de bureta com fita Schellbach e torneira lateral com tampa de vidro NS para medição de pequenas quantidades de líquido.

Volume: 10 ml

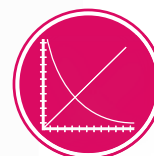
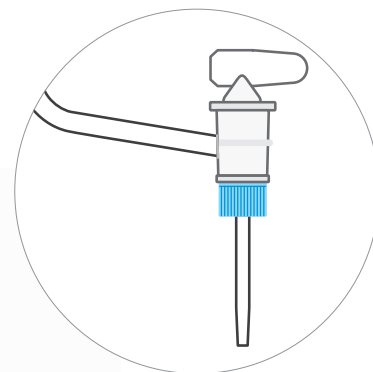
Escala: 0,02 ml

Margens de erro: Classe B

**P-1018065**

#### Aparelhos necessários para a experiência UE3020100:

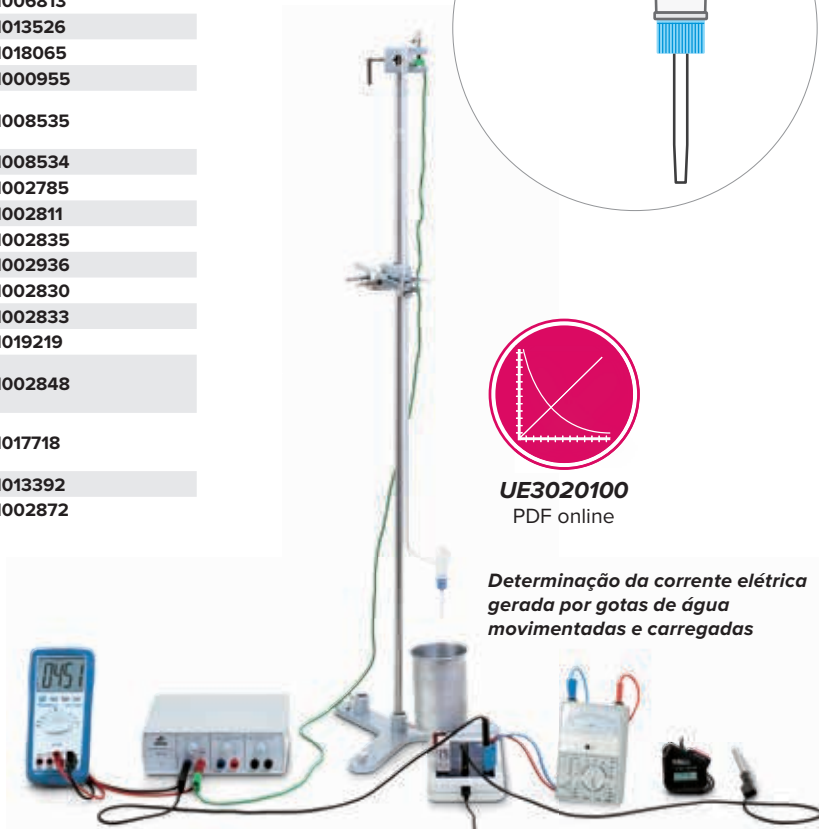
| Número / Denominação   | Nº de cat. |
|--|------------|
| 1 Eletroímetro (230 V, 50/60 Hz) ou  | P-1001025  |
| Eletroímetro (115 V, 50/60 Hz)   | P-1001024  |
| 1 Assessorios para o eletroímetro  | P-1006813  |
| 1 Multímetro analógico Escola 30   | P-1013526  |
| 1 Bureta, 10 ml  | P-1018065  |
| 1 Fio, constantin 0,2 mm / 100 m   | P-1000955  |
| 1 Fonte de alimentação DC 450 V (230 V, 50/60 Hz) ou                               | P-1008535  |
| Fonte de alimentação DC 450 V (115 V, 50/60 Hz)                                    | P-1008534  |
| 1 Multímetro digital P3340   | P-1002785  |
| 1 Cronômetro digital   | P-1002811  |
| 1 Tripé 150 mm   | P-1002835  |
| 1 Vara de apoio, 1000 mm   | P-1002936  |
| 2 Manga universal  | P-1002830  |
| 1 Fixador universal  | P-1002833  |
| 1 Conjunto de 10 pregadores 4 mm, sem isolamento                                   | P-1019219  |
| 1 Conjunto de 3 cabos de segurança para experiências com o aparelho de queda-livre | P-1002848  |
| 2 Par de cabos de segurança para experiências, 75cm, vermelho/azul                 | P-1017718  |
| 1 Propipeta, padrão  | P-1013392  |
| 1 Conjunto de 10 copos, forma baixa  | P-1002872  |



**UE3020100**

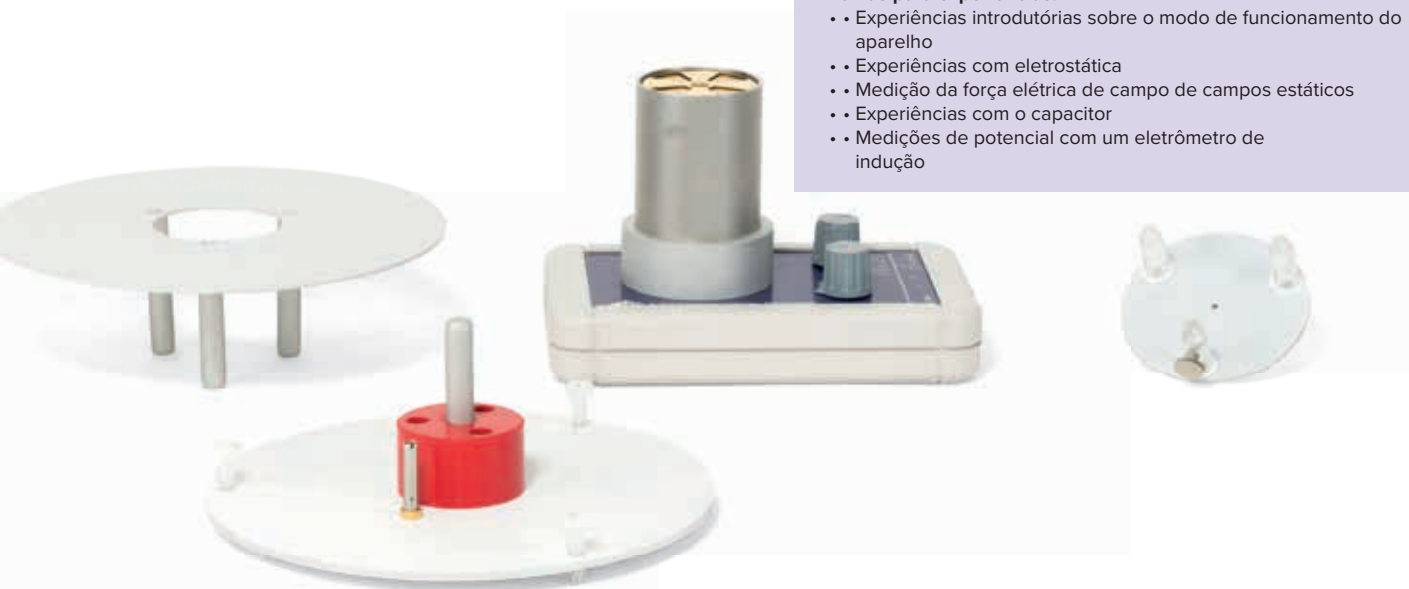
PDF online

**Determinação da corrente elétrica gerada por gotas de água movimentadas e carregadas**



**Temas para experiências:**

- Experiências introdutórias sobre o modo de funcionamento do aparelho
- Experiências com eletrostática
- Medição da força elétrica de campo de campos estáticos
- Experiências com o capacitor
- Medições de potencial com um eletrômetro de indução

**Medidor de campo E**

Aparelho para medição estática de forças de campos elétricos ou tensões elétricas. Diante de um eletrodo de medição em forma de estrela, há, a uma distância reduzida, uma roda de palhetas de modulação com a mesma forma de estrela conectada à massa. As cargas influenciadas pelo campo elétrico geram uma corrente alternada proporcional à força do campo. Esta é transformada por um retificador síncrono e um filtro passa-baixas em uma tensão contínua bipolar, sem que seja retirada energia do campo elétrico na média temporal. Em conexão com a placa de medição de tensão ou o condensador de placas 250 cm<sup>2</sup>, o aparelho pode ser empregado como voltímetro estático. O aparelho é protegido contra sobretensão. Como instrumento de indicação, pode ser usado um aparelho de medição de tensão contínua. O conector Firewire embutido permite a conexão dos coletores de dados VinciLab (P-1021477) ou €Lab (P-1021478).

Saída máx. de tensão:  $\pm 6$  V

Faixas de medição: 1 V de tensão de saída corresponde a

1 kV/m, 10 kV/m, 100 kV/m, 1000 kV/m

Dimensões: aprox. 175x105x115 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 0,7 kg

**Fornecimento:**

1 medidor de campo E

1 placa de medição de tensão, faixa de medição 1x

1 placa de medição de condensador, 250 cm<sup>2</sup>, distância ajustável das placas 0 – 15 mm

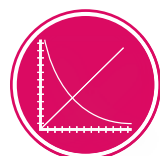
1 fonte de energia 12 V AC, 700 mA

**Medidor de campo E (230 V, 50/60 Hz)**

P-1021405

**Medidor de campo E (115 V, 50/60 Hz)**

P-1021406



UE3010700

PDF online



**Medida do campo elétrico em um capacitor de placas em relação à distância das placas.**

**Exigência complementar:**

P-1013526 Multímetro analógico Escola 30

ou

P-1021682 Sensor de voltagem 10 V

P-1021514 Cabo de sensor

P-1021477 VinciLab

ou

P-1021478 €Lab

Software Coach 7

**Recomendação suplementar:**

P-1000938 Esfera condutora,  $d = 85$  mm, com conectores de 4 mm

P-1001026 Esfera condutora,  $d = 30$  mm, com conectores de 4 mm

P-1021799 Sonda de ionização

P-1008535 Fonte de alimentação DC 450 V (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1008534 Fonte de alimentação DC 450 V (115 V, 50/60 Hz)

**Sonda de ionização para o medidor de campo E**

Sonda de ionização para a análise de potenciais eletrostáticos com o medidor de campo E. Inclui grampo de fixação com haste e conector de 4 mm. Fornecimento sem carga de gás.

P-1021799

**Vantagem**

- Determinação precisa da distância da placa, precisão de leitura 1/10 mm

**Capacitor de placas D**

Capacitor de placas para a determinação da relação entre carga elétrica e tensão, para a pesquisa quantitativa da capacidade em função da distância da placa, para a medição de constantes dielétricas  $\epsilon$ , assim como para determinação exata das constantes de campo elétrico  $\epsilon_0$ . A distância entre placas é ajustável com precisão de 1/10 mm e pode ser lida num display.

Distância entre placas: 0 – 160 mm

O ajuste de placas de 0 até 20 mm através de um carretel

Placas: construção de ferro fundido massivo

Superfície da placa: 500 cm<sup>2</sup>

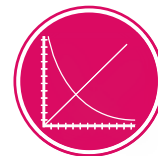
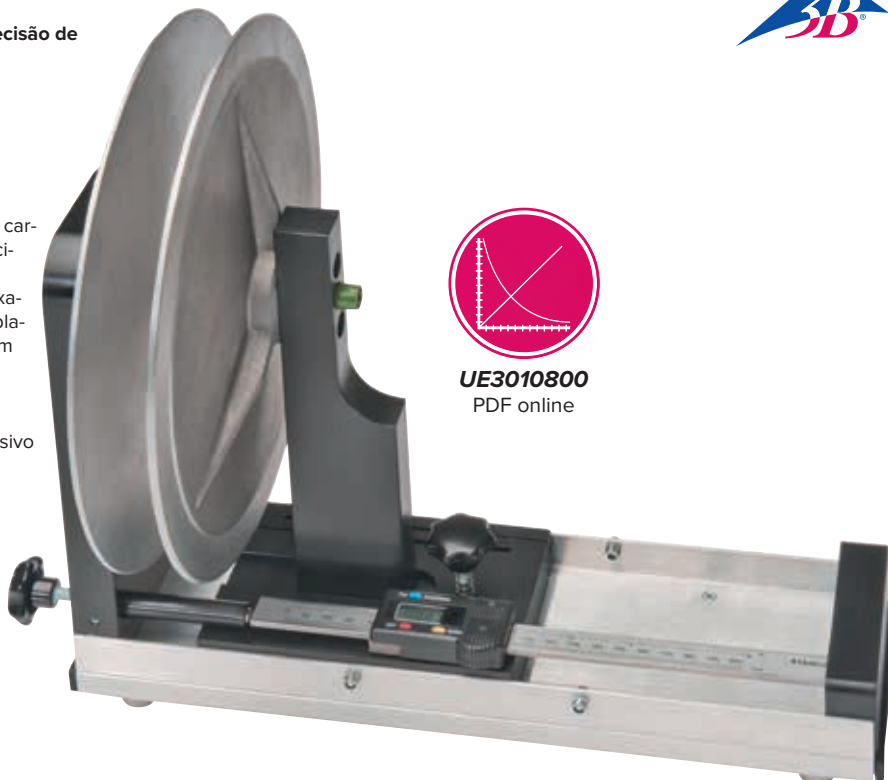
Massa: aprox. 4,2 kg

**P-1006798**

**Recomendação suplementar:**

**P-1000936** Placa de papel rígido

**P-1000880** Placa de acrílico



**UE3010800**

PDF online

**Capacitor de placas S**

Capacitor de placas para a pesquisa da relação entre carga, tensão e capacidade, assim como para a determinação das constantes de campo dielétricas e elétricas. Consiste em uma placa fixa e outra móvel sobre um trilho de deslize. Com escala em cm para a leitura da distância entre as placas. Inclui quatro placas de ensaio dielétricas de acrílico, baquelite, compensado e papelão.

Distância entre placas: 0 – 150 mm

Diâmetro das placas: aprox. 149 mm

Superfície das placas: 175 cm<sup>2</sup>

Conexão: tomadas de segurança de 4 mm

**P-1003232**

**Placas dielétricas**

Placas dielétricas para experiências com capacitores de placas.

**Placa de papel rígido**

Dimensões: aprox. 300x300x2 mm<sup>3</sup>

Constante de dieletricidade  $\epsilon$ : aprox. 4,5 F/m

**P-1000936**

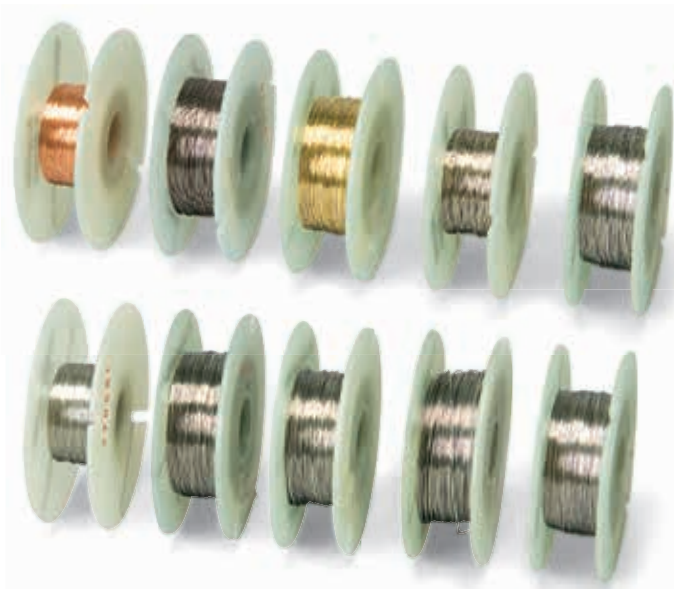
**Placa de acrílico**

Dimensões: aprox. 300x300x2 mm<sup>3</sup>

Constante de dieletricidade  $\epsilon$ : aprox. 3,4 F/m

**P-1000880**





### Fios de resistência

Fios de metal sobre bobina para, por exemplo, experiências em pesquisas sobre a dependência da resistência elétrica do material, diâmetro e comprimento do fio.

| Nº de cat. | Material     | Comprimento | Diâmetro |
|------------|--------------|-------------|----------|
| P-1000949  | Cobre        | 100 m       | 0,3 mm   |
| P-1000950  | Ferro        | 100 m       | 0,3 mm   |
| P-1000959  | Latão        | 50 m        | 0,3 mm   |
| P-1000951  | Níquel       | 50 m        | 0,3 mm   |
| P-1000953  | Cromo-Níquel | 100 m       | 0,3 mm   |
| P-1000954  | Cromo-Níquel | 50 m        | 0,5 mm   |
| P-1000955  | Constantan   | 100 m       | 0,2 mm   |
| P-1000956  | Constantan   | 100 m       | 0,3 mm   |
| P-1000957  | Constantan   | 50 m        | 0,4 mm   |
| P-1000958  | Constantan   | 50 m        | 0,5 mm   |

### Suporte para elementos de montagem

Suporte sobre base de acrílico com dois grampos de crocodilo para a conexão de resistores abertos e outros componentes eletrônicos ou amostras do conjunto “condutores e não-condutores”. Tomadas para conector de segurança de 4 mm.

**P-1008524**



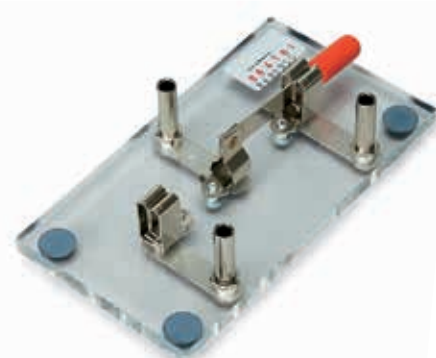
**Soquete de lâmpada E10 sobre base de acrílico**  
Rosca de lâmpada sobre base de acrílico transparente para o aparafusamento e a conexão de lâmpadas incandescentes comerciais habituais com rosca E10. Conectores para plug de segurança de 4 mm.

**P-1000946**



**Soquete de lâmpada E14 sobre base de acrílico**  
Rosca de lâmpada sobre base de acrílico transparente para o aparafusamento e a conexão de lâmpadas incandescentes comerciais habituais com rosca E14. Conectores para plug de segurança de 4 mm.

**P-1000947**



### Interruptor com ação de cotovelo sobre base de acrílico

Comutador sobre base de acrílico transparente para o fechamento e abertura alternados de dois circuitos elétricos. Conectores para plug de segurança de 4 mm.

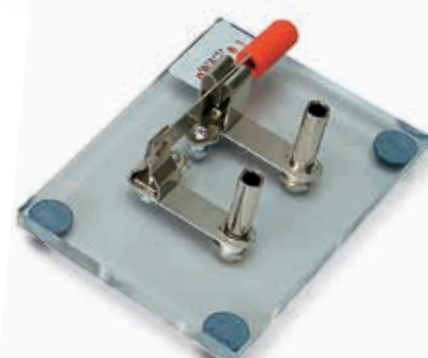
**P-1000960**



### Interruptor de contato momentâneo sobre base de acrílico

Comutador sobre base de acrílico transparente para o fechamento momentâneo dos circuitos. Conectores para plug de segurança de 4 mm.

**P-1000962**



### Interruptor de arremesso simples sobre base de acrílico

Comutador sobre base de acrílico transparente para fechar ou abrir de um circuito. Conectores para plug de segurança de 4 mm.

**P-1000961**



#### Conjunto de 10 rosas de lâmpada E10

Conjunto de 10 rosas de lâmpada para lâmpadas com rosas E10. Para o contato elétrico levam-se arames não isolados através dos olhais da base ou são pregados com pregadores de jacaré.

Base: 28 mm Ø

**P-1010137**



#### Conjunto de 10 Lâmpadas E10

Conjunto de 10 lâmpadas com aparafusamento de rosca E10. Forma de lâmpada A.

| Nº de cat. | Tensão | Corrente |
|------------|--------|----------|
| 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   |

#### Conjunto de 10 Lâmpadas E10, 6 V, 1 A

Conjunto de 10 lâmpadas 6 V, 1 A com aparafusamento de rosca E10. Forma de lâmpada C.

**P-1010198**

#### Conjunto de 10 Lâmpadas E10, 1,3 V, 60 mA

Conjunto de 10 lâmpadas 1,3 V, 60 mA com aparafusamento de rosca E10. Forma de lâmpada B.

**P-1010199**



#### Jogo de "condutores e dos não-condutores"

8 amostras de material para experiências com a pesquisa da condutibilidade elétrica de diferentes materiais. Em recipiente de armazenamento.

Materiais: ferro, alumínio, cobre, aço, madeira, vidro, plástico, algodão

Comprimento das amostras: aprox. 200 mm

Massa: aprox. 200 g

**P-1000948**

#### Recomendação suplementar:

**P-1008524** Suporte para elementos de montagem



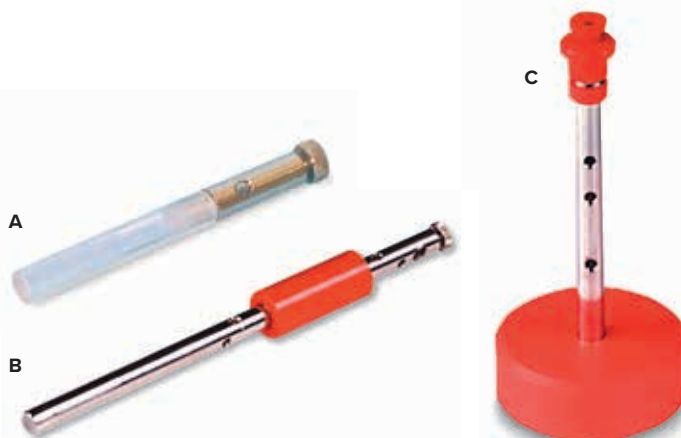
#### Comutador bipolar

Comutador bipolar em invólucro estável com alta rigidez dielétrica. A ligação ocorre por meio de conectores de segurança de 4 mm.

Dimensões: aprox. 112 x 62 x 45 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 95 g

**P-1018439**



#### A. Isolador com fixador

Haste de metal com parafuso serrilhado e orifício de 4 mm, em bastão de acrílico, para a retenção isolada de fios, como por exemplo, para experiências sobre o banco óptico.

Diâmetro: 10 mm

Comprimento: 100 mm

**P-1002970**

#### B. Suporte para bastão com isolador

Fixador para fixar-se isolado de componentes elétricos com os conectores de 4 mm. Um isolador de PVC é usado para isolar a parte de superior da inferior. A parte superior caracteriza-se por dois orifícios de 4 mm e um de 6 mm com parafuso de suporte. A parte mais baixa com dois orifícios de 4 mm.

Comprimento: 205 mm

Diâmetro da haste: 10 mm

Massa: aprox. 135 g

**P-1001054**

#### C. Suporte de contato com tomadas terminais

Bastão de conexão numa base isolada com três furos de 4 mm transversais e um furo axial do furo de 4 mm usados para fixar componentes de conectores de 4 mm ou para plugar cabos de 4 mm. Na extremidade superior um soquete terminal com mola é usado como encaixe de fio.

Altura: aprox. 130 mm

Haste: aprox. 105x10 mm<sup>2</sup>

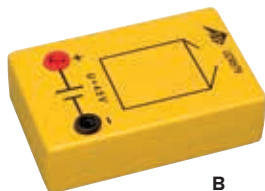
Base: aprox. 25x70 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 210 g

**P-1000995**



A



B



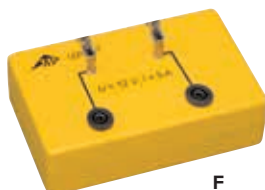
C



D



E



F



G



H



I



J

#### A. LED sobre 3B-Box

LED sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos com cabos de experiência de segurança. Com resistência de limitação de corrente integrada e símbolo de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 20 mA  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### LED vermelho sobre 3B-Box P-1010190

#### LED verde sobre 3B-Box (sem foto) P-1010191

#### B. Suporte de bateria na 3B-Box

Suporte de bateria em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Símbolo de circuito integrado e posição da bateria estão impressos. Fornecimento sem bateria.

Bateria: 4,5 V, 3R12, bateria achatada  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010192

#### C. Pilha de Volta sobre 3B-Box

Reprodução da montagem da ordem de células galvânicas conectadas em série para a produção de uma fonte de corrente elétrica, inventado por Allesandro Volta. As placas de zinco e de cobre empilhadas alternativamente estão cada uma separadas com um feltro embebido com eletrólito (água salina ou ácido). O eletrólito possibilita o intercâmbio elétrico entre as camadas, de maneira que pode ser medida uma tensão elétrica entre as placas terminais.

Conexão: Duas tomadas de segurança de 4 mm  
Diâmetro do eletrodo: 40 mm  
Dimensões da caixa: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010132

#### D. Pulsador sobre 3B-Box

Interrupor que fecha sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabo de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 2 A  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010146

#### E. Interruptor de faca sobre 3B-Box

Interruptor de faca sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabo de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 5 A  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010152

#### F. Pregador de jacaré sobre 3B-Box

Par de pregadores de jacaré para a conexão de resistências abertas e outros componentes eletrônicos ou sensores do conjunto "Condutores e Não Condutores". Sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 2 A  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010155

#### Recomendação suplementar:

#### Lã de aço

P-1000948 Conjunto "Condutores e Não Condutores"

#### G. Diodo sobre 3B-Box

Diodo semicondutor 1N4002 sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolo de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 1 mA  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010157

#### H. Motor de baixa tensão sobre 3B-Box

Motor de baixa tensão com polia para experiências de energia mecânica e elétrica. A relação entre direção da corrente e direção da rotação é imediatamente visível. Sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolo de circuito integrado impresso.

Tensão: 4 – 6 V DC  
Dimensões da caixa: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010158

#### I. Rosca de lâmpada E10 sobre 3B Box

Rosca de lâmpada E10 sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolo de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 2 A  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010138

#### J. Comutador sobre 3B-Box

Comutador sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabo de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V  
Corrente máxima: 5 A  
Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

#### P-1010139

#### K. Bobina com 600 espiras sobre 3B-Box

Bobina sem núcleo com 600 espiras sobre caixa eletricamente segura com tomadas de segurança. Para experiências de indução pode ser conduzido um ímã de bastão através da bobina.

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1011346

#### Recomendação suplementar:

P-1002726 Galvanômetro de ponto zero CA 403

P-1003112 Ímã de bastão

#### L. Suporte de fusível sobre 3B-Box

Suporte de fusível sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Fusíveis (não fornecida): 20 mm x 5 mm Ø

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 5 A

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010154

#### M. Comutador sobre 3B-Box

Comutador sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 5 A

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012694

#### N. Suporte universal sobre 3B-Box

Suporte universal para elementos de montagens bi-polares (Resistor, capacitor, diodo, LED) sobre caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1010156

#### O. Ponte LED de Graetz em 3B-Box

Comutação de ponte retificadora montada com quatro LED segundo Graetz. Em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 20 mA

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012696

#### P. Resistores desconhecidas em 3B-Box

Quatro resistores desconhecidas conectavam separadamente, em dois circuitos em série. Em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança e com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 6 V

Corrente máxima: 200 mA

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012699

#### Q. Ponte de Graetz em 3B-Box

Comutação de ponte retificadora montada com quatro diodos semicondutores segundo Graetz.

Em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 20 mA

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012695

#### R. Indicador de direção de corrente em 3B-Box

Comutação montada com dois LED para a indicação da direção de corrente. Em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 20 mA

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012697

#### S. Lei de Ohm sobre 3B-Box

Arranjo clássico para a confirmação da lei de Ohm numa resistência bi-polar. Em caixa eletricamente segura para a montagem de circuitos elétricos simples com cabos de experiência de segurança. Com símbolos de circuito integrado impresso.

Tensão máxima: 12 V

Corrente máxima: 2 A

Dimensões: 135x85x40 mm<sup>3</sup>

P-1012698



K



L



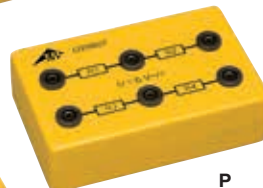
M



N



O



P



Q



R



S

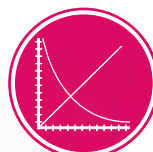
#### Experiência "Circuito de corrente elétrica simples"

##### O conjunto consiste em:

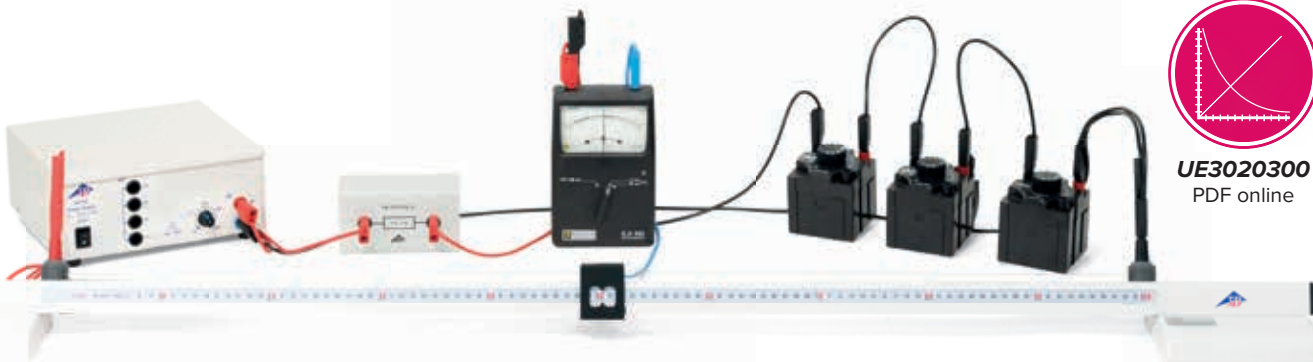
1x Suporte de bateria na 3B-Box, 1x Interruptor de faca sobre 3B-Box 1x Rosca de lâmpada E10 sobre 3B Box, 1x Conjunto de 10 Lâmpadas E10, 2x pares de cabos de segurança para experiências, 75 cm.

P-1013825





UE3020300  
PDF online



### Ponte para a medição de resistência

Aparelho para determinação da resistência em pontes de conexão, assim como para a pesquisa da queda de tensão ao longo de um cabo. Só para pequenas tensões. Consiste num trilho com escala e duas bases com um arame de resistência esticado entre duas tomadas de conexão. Sobre o arame de resistência encontra-se um contato deslizante, o qual define as resistências de ambas as partes do arame. Para a determinação de uma resistência desconhecida pode-se estabelecer uma ponte de conexão de Wheatstone.

Dimensões: aprox. 1300x100x90 mm<sup>3</sup>  
Trilho: aprox. 30x30 mm<sup>2</sup>  
Escala: 0 – 1000 mm  
Divisão da escala: mm  
Arame de resistência: 1 m, 0,5 mm Ø  
Material: NiCr  
Resistência: 5,3 Ω  
Conexão: tomadas de segurança de 4 mm  
Tensão máx.: 8 V  
Corrente máx.: 1,5 A

**P-1009885**

### Recomendação suplementar:

**P-1002726** Galvanômetro neutro CA 403

**P-1002730** Década resistivas 1 Ω

**P-1002731** Década resistivas 10 Ω

**P-1002732** Década resistivas 100 Ω

**P-1009843** Resistências de precisão 1 Ω

**P-1009844** Resistências de precisão 10 Ω

**P-1021091** Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1021092** Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)

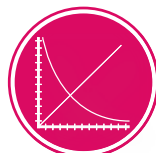


### Aparelho de resistência

Aparelho para investigar a dependência da resistência elétrica no comprimento do condutor, condutor de seção transversal e material. 6 fios são colocados de lado a lado em uma base de metal e em ambas as extremidades conectam aos soquetes de 4-mm.

Fios: Constantan 1,0 mm Ø,  
Constantan 0,7 mm Ø (2x),  
Constantan 0,5 mm Ø,  
Constantan 0,35 mm Ø,  
Latão 0,5 mm Ø  
Comprimentos do fio: 1000 mm  
Dimensões: aprox. 1085x120x50 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1,35 kg

**P-1009949**



UE3020320  
PDF online

### Capacitor 2200 µF

Capacitor em armação de plástico com tomadas de segurança de 4 mm.

Capacidade: 2200 µF  
Tolerância: 20%  
Tensão máx. admitida: 40 V  
Dimensões: aprox. 122x70x50 mm<sup>3</sup>

**P-1000689**



### Resistores de precisão

Em armação de plástico com tomadas de segurança de 4 mm.

Dimensões: aprox. 122x70x50 mm<sup>3</sup>

| Nº de cat.       | Resistência | Tolerância | Carga admitida |
|------------------|-------------|------------|----------------|
| <b>P-1009843</b> | 1 Ω         | 1%         | 4 W            |
| <b>P-1009844</b> | 10 Ω        | 1%         | 4 W            |
| <b>P-1009886</b> | 100 Ω       | 1%         | 4 W            |
| <b>P-1009887</b> | 1 kΩ        | 1%         | 4 W            |
| <b>P-1000685</b> | 10 kΩ       | 1%         | 4 W            |
| <b>P-1000686</b> | 100 kΩ      | 1%         | 1 W            |
| <b>P-1000690</b> | 300 kΩ      | 5%         | 3 W            |
| <b>P-1000687</b> | 1 MΩ        | 1%         | 1 W            |
| <b>P-1000688</b> | 10 MΩ       | 1%         | 1 W            |



#### Década resistiva 1 $\Omega$ – 10 k $\Omega$

Quatro décadas resistivas em uma carcaça, para utilização separada ou combinada, como por exemplo para a montagem de uma ponte de Wheatstone. Ajustável pelo botão giratório, escala decimal.

Saída: tomadas de segurança de 4 mm

Corrente máx.: 700 mA (1  $\Omega$  – 10  $\Omega$ ),  
200 mA (10  $\Omega$  – 100  $\Omega$ ),  
70 mA (100  $\Omega$  – 1 k $\Omega$ ),  
20 mA (1 k $\Omega$  – 10 k $\Omega$ )

Exatidão: 1%

Dimensões: aprox. 310x90x80 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1 kg

**P-1002735**



#### Resistores ajustáveis

Resistores deslizantes de alto desempenho em armação segura ao toque para experiências em circuitos de tensões baixas e inferiores para a utilização como resistência de ajuste contínuo ou divisor de tensão. Com caixa de conexão à terra integrada.

Tolerância de resistência: 10% do valor nominal  
Desempenho admitido: 320 W (funcionamento constante),  
640 W (max. 15 min)

Tensão máxima admitida: 600 V

Conexões: tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 446x93x150 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 2,85 – 3,25 kg

| Nº de cat.       | Resistência   | Potência elétrica<br>(duração) | Potência elétrica<br>(max. 15 min) |
|------------------|---------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>P-1003062</b> | 1 $\Omega$    | 18 A                           | 25 A                               |
| <b>P-1003063</b> | 3,3 $\Omega$  | 10 A                           | 12 A                               |
| <b>P-1003064</b> | 10 $\Omega$   | 5,7 A                          | 8 A                                |
| <b>P-1003065</b> | 33 $\Omega$   | 3,1 A                          | 4,4 A                              |
| <b>P-1003066</b> | 100 $\Omega$  | 1,8 A                          | 2,5 A                              |
| <b>P-1003067</b> | 330 $\Omega$  | 1 A                            | 1,4 A                              |
| <b>P-1003068</b> | 1000 $\Omega$ | 0,57 A                         | 0,8 A                              |
| <b>P-1003069</b> | 3300 $\Omega$ | 0,31 A                         | 0,44 A                             |

#### Décadas de capacidade

Décadas de capacidade que podem ser conectadas mecanicamente umas às outras. Com conectores de segurança marcados com cores, bem como botão giratório para ajustar a resistência em dez níveis. Inclui cabo de segurança de 25 cm de comprimento.

Tensão nominal: 350 V DC

Conexões: tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 72x72x90 mm

Massa: aprox. 220 g



| Nº de cat.       | Área de medição            | Escala       | Precisão |
|------------------|----------------------------|--------------|----------|
| <b>P-1002736</b> | 0,01 $\mu$ F – 0,1 $\mu$ F | 0,01 $\mu$ F | 2%       |
| <b>P-1002737</b> | 0,1 $\mu$ F – 1 $\mu$ F    | 0,1 $\mu$ F  | 2%       |

#### Décadas resistivas

Décadas resistivas que podem ser conectadas mecanicamente uma a outra, por exemplo para a montagem de uma ponte de Wheatstone. Com conectores de segurança marcados com cores, com botão giratório para ajustar a resistência em dez níveis. Inclui cabo de segurança de 25 cm de comprimento.

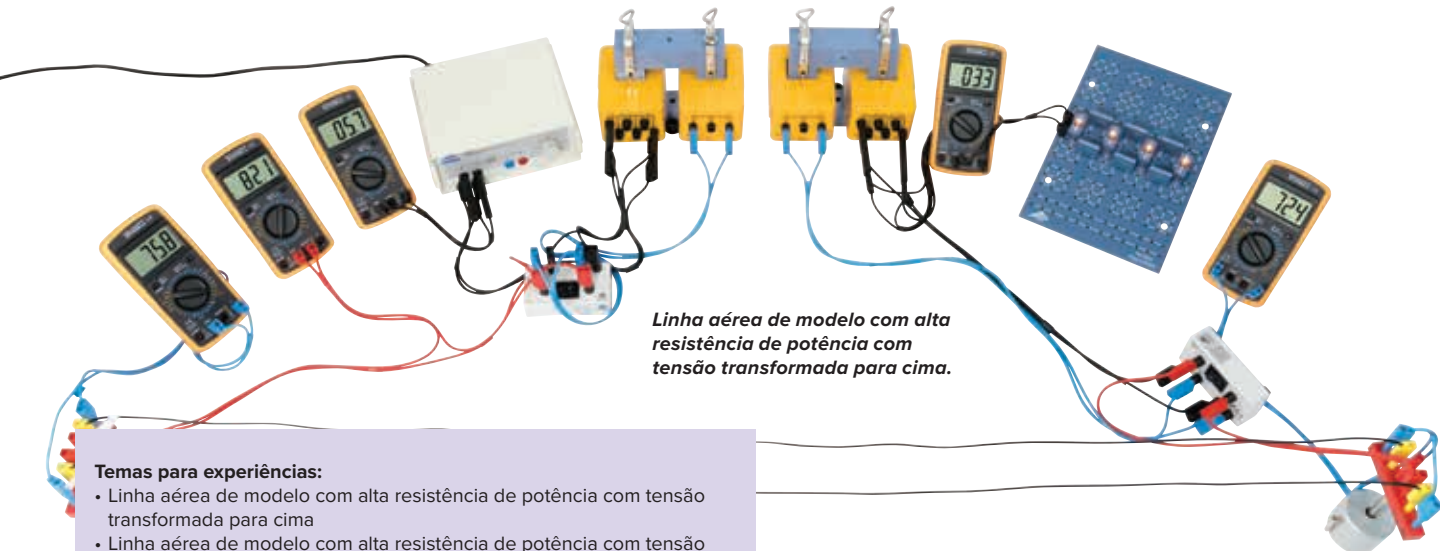
Conexões: tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 72x72x90 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 220 g



| Nº de cat.       | Área de medição              | Escala       | Corrente máxima | Precisão              |
|------------------|------------------------------|--------------|-----------------|-----------------------|
| <b>P-1002730</b> | 0,1 $\Omega$ – 1 $\Omega$    | 0,1 $\Omega$ | 1 A             | 1% $\pm$ 5 m $\Omega$ |
| <b>P-1002731</b> | 1 $\Omega$ – 10 $\Omega$     | 1 $\Omega$   | 750 mA          | 1% $\pm$ 5 m $\Omega$ |
| <b>P-1002732</b> | 10 $\Omega$ – 100 $\Omega$   | 10 $\Omega$  | 250 mA          | 0,5%                  |
| <b>P-1002733</b> | 100 $\Omega$ – 1 k $\Omega$  | 100 $\Omega$ | 75 mA           | 0,5%                  |
| <b>P-1002734</b> | 1 k $\Omega$ – 10 k $\Omega$ | 1 k $\Omega$ | 25 mA           | 0,5%                  |



*Linha aérea de modelo com alta resistência de potência com tensão transformada para cima.*

#### Temas para experiências:

- Linha aérea de modelo com alta resistência de potência com tensão transformada para cima
- Linha aérea de modelo com alta resistência de potência com tensão não transformada
- Utilização de uma linha de conexão de baixa resistência com tensão não transformada

#### Linha aérea de modelo, par

O conjunto de 2 fios resistores 22  $\Omega$ , 1,5 m pode ser utilizado como ligação em experiências de modelo sobre linhas aéreas para transmissão de energia elétrica. Eles garantem, nestas experiências, uma proteção básica contra o contato com peças condutoras de tensão.

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| Conexão:                 | Conectores de segurança de 4 mm |
| Resistência:             | 22 $\Omega$ por fio             |
| Comprimento do fio:      | 1,5 m                           |
| Diâmetro do fio:         | 0,3 mm                          |
| Material do fio:         | CrNi                            |
| Potência máx. permitida: | 3 W                             |
| Tensão máx. permitida:   | 300 V                           |
| Categoria de medição:    | CAT I                           |

**P-1021347**

#### Exigência complementar:

Fonte de baixa tensão, p.ex.

**P-1003316** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003315** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1000976** Núcleo de transformador D (2x)

**P-1000985** Bobina de baixas tensões D (2x)

**P-1000989** Bobina D 400/1200 (2x)

**P-1018832** Multímetro digital E (5x)

**P-1010138** Rosca de lâmpada E10 sobre 3B Box (4x)

**P-1010145** Conjunto de 10 lâmpadas E10, 6 V, 350 mA

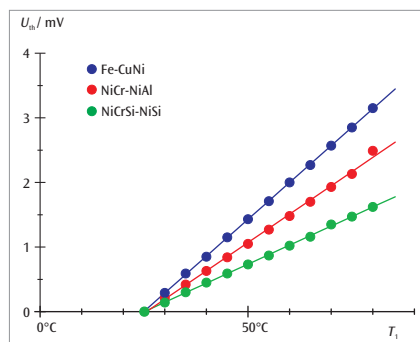
**P-1018439** Comutador bipolar (2x)

**P-1018449** Suporte para elementos de encaixe (2x)

**P-1002834** Base em tonel, 1 kg (2x)

**P-1002848** Conjunto de cabos de segurança para experiências, 150 cm, 2x75 cm (2x)

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm (2x)



#### Conjunto de 3 termoelementos

Conjunto com três termopares diferentes para a comprovação do efeito Seebeck e para a medição da tensão térmica em dependência da diferença de temperatura relativa ao ponto de referência. Para geração de diferença de temperatura, o ponto de contato do termopar respectivo é imerso em água.

Comprimento da fiação: 2 m

Temperatura de operação: -75°C até 250 °C

Conector: conector de segurança de 4 mm

Sensibilidades: 30  $\mu$ V/K (NiCrSi-NiSi)

43  $\mu$ V/K (NiCr-NiAl)

54  $\mu$ V/K (Fe-CuNi)

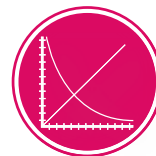
#### Fornecimento:

1 termopar tipo N, NiCrSi-NiSi

1 termopar tipo K, NiCr-NiAl

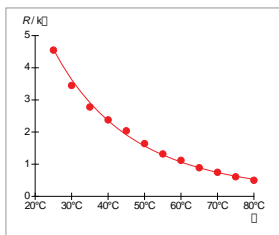
1 termopar tipo J, Fe-CuNi

**P-1017904**



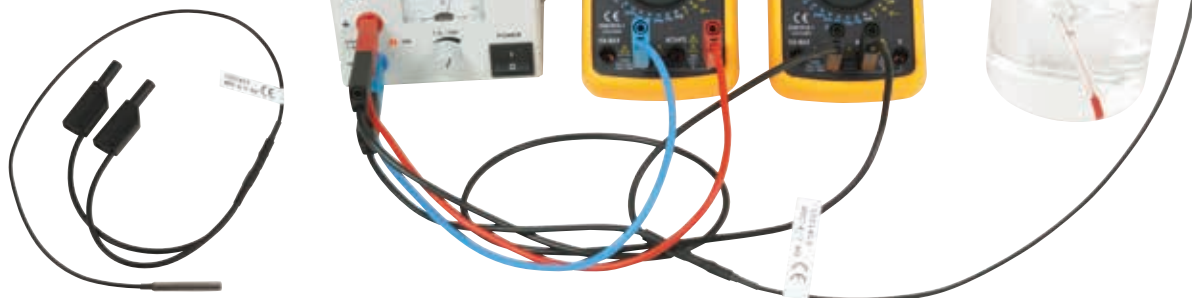
**UE6020500**  
PDF online

*Tensões térmicas em dependência da temperatura para elementos térmicos do tipo Fe-CuNi, NiCr-NiAl e NiCrSi-NiSi. As curvas de medição interseccionam com o eixo  $T_1$  do diagrama na temperatura de referência  $T_2 = 23^\circ\text{C}$*



**Curva de calibração da sonda resistora NTC**

## Calibragem da sonda resistora NTC



### Sonda resistora NTC, 4,7 kΩ

A sonda resistora NTC à prova de água, 4,7 kΩ é utilizada em experiências de análise da dependência da temperatura de uma resistência de semiconductor com coeficiente negativo de temperatura (NTC). Para isto, a sonda é imersa em água e a corrente que passa pela sonda é medida com tensão conhecida.

|                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| Sonda:                | B57891-M472-K                   |
| Resistência a 25°C:   | 4,7 kΩ (±10 %)                  |
| Coefficiente B25/100: | 3980 K (±3 %)                   |
| Temperatura máxima:   | 120°C                           |
| Potência máxima:      | 0,2 W                           |
| Tensão máxima:        | 30 V DC                         |
| Categoria de medição: | CAT I                           |
| Conexão:              | Conectores de segurança de 4 mm |
| Comprimento total:    | aprox. 0,75 m                   |
| Peso:                 | aprox. 40 g                     |

**P-1021413**

### Exigência complementar:

**P-1003560** Fonte de alimentação DC 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)

**Para tensão de rede de 100 a 120 V adicionalmente:**

**P-1003649** Transformador de tensão

**P-1018832** Multímetro digital E (2x)

**P-1017718** Par de cabos de experiência de segurança 75 cm, azul, vermelho

**P-1002849** Par de cabos de experiência de segurança 75 cm, preto

**P-1002879** Termômetro de haste, graduado

**P-1002872** Conjunto de 10 beakers, forma baixa



### Sonda resistora PTC, 100 Ω

A sonda resistora PTC à prova de água, 100 Ω é utilizada em experiências de análise da dependência da temperatura de uma resistência de semiconductor com coeficiente positivo de temperatura (PTC). Para isto, a sonda é imersa em água e a corrente que passa pela sonda é medida com tensão conhecida.

|                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| Sonda:                | B59100C050A070                  |
| Resistência a 25°C:   | 100 Ω (±10 %)                   |
| T <sub>sense</sub> :  | 50°C                            |
| Temperatura máxima:   | 120°C                           |
| Potência máxima:      | 0,2 W                           |
| Tensão máxima:        | 30 V DC                         |
| Categoria de medição: | CAT I                           |
| Conexão:              | Conectores de segurança de 4 mm |
| Comprimento total:    | aprox. 0,75 m                   |
| Peso:                 | aprox. 40 g                     |

**P-1021435**

### Exigência complementar:

**P-1003560** Fonte de alimentação DC 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)

**Para tensão de rede de 100 a 120 V adicionalmente:**

**P-1003649** Transformador de tensão

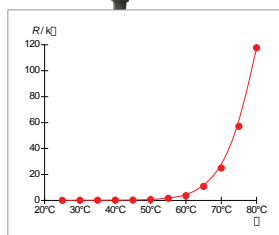
**P-1018832** Multímetro digital E (2x)

**P-1017718** Par de cabos de experiência de segurança 75 cm, azul, vermelho

**P-1002849** Par de cabos de experiência de segurança 75 cm, preto

**P-1002879** Termômetro de haste, graduado

**P-1002872** Conjunto de 10 beakers, forma baixa



**Curva de calibração da sonda resistora PTC**

#### Temas para experiências:

- Montagem de uma campainha
- Montagem de um relê
- Montagem de um interruptor bi-metálico



#### Conjunto de jogos “Campainha, comutador relê e bimetalício”

Jogo de equipamento que consiste em materiais para montar interruptores eletromagnéticos e interruptores bimetalícos.

Placa base: aprox. 200x140x40 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,6 kg

#### Fornecimento:

- 1 placa base com 3 suportes
- 1 campainha, 70 mm de diâmetro
- 2 hastes de contato com três orifícios de 4 mm
- 1 mola lamelar com conector
- 1 tiras bimetalícas com conector
- 1 armadura com conector
- 1 pino de contato com conector
- 1 núcleo-U, 20x20 mm<sup>2</sup>
- 1 bobina, 800 voltas

**P-1000994**

#### Exigência complementar:

**P-1006858** Lâmpada incandescente E14, 12 V, 25 W

**P-1000947** Soquete de lâmpada E14

**P-1003316** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003315** Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)

**Lâmpada incandescente E14, 12 V, 25 W (sem foto)**

**P-1006858**

#### Década de indução

Década de indutividade em armação de matéria plástica resistente aos choques. Com componentes mecanicamente resistentes, botão de deslize para a seleção da faixa de medição e tomada de segurança de 4-mm para uma conexão segura.

Faixa de medição: 10  $\mu$ H – 111,1 mH

Escalonamento: 10  $\mu$ H

Precisão: 5%

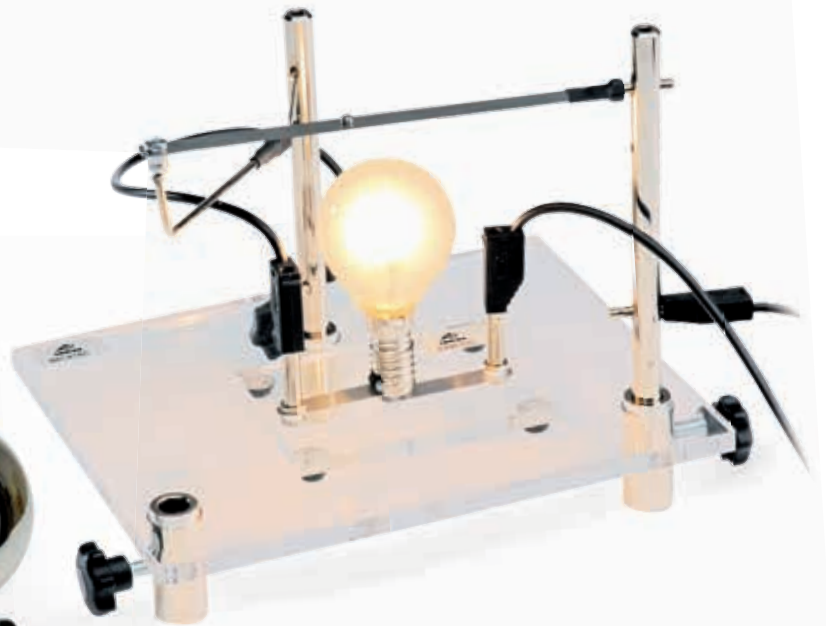
Número de décadas: 4

Valores máximos: 100 mA AC/DC

Dimensões: aprox. 140x190x80 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 450 g

**P-1013905**



#### Década de capacidade

Década de capacidade em armação de matéria plástica resistente aos choques. Com componentes mecanicamente resistentes, botão de deslize para a seleção da faixa de medição e tomada de segurança de 4-mm para uma conexão segura.

Faixa de medição: 100 pF – 11,1  $\mu$ F

Escalonamento: 100 pF

Precisão: 5%

Número de décadas: 5

Valores máximos: 50 V DC

Dimensões: aprox. 140x190x80 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 350 g

**P-1013906**

#### Temas para experiências:

- Lei de Ohm
- Conexão de resistências em paralelo
- Conexão de resistências em série
- Resistência desconhecida
- Potenciômetro
- Divisor de tensão sem carga
- Divisor de tensão com carga
- Descarga de um condensador
- Retificador de ponte
- Retificador de uma via
- Curva característica de uma lâmpada incandescente
- Curva característica de um LED
- Curva característica de um diodo de silício
- Curva característica de um diodo Z
- Circuito em paralelo LC
- Circuito em série LC

#### Painel de experimentação com fundamentos

Painel de experimentação com conexões básicas da elétrica e da eletrônica: conhecimento dos elementos construtivos, Leis de Ohm e de Kirchhoff, circuitos de reostatos e potenciômetros, circuitos alternados, curvas de carga e descarga de um capacitor, indutividade em circuitos contínuos e alternados. Conexões simples de semicondutores para a pesquisa de linhas de reconhecimento de diodos, conexões de retificadores, fatores de filtragem. A conexão entre os elementos ocorre por meio de conectores de 2 mm com conectores ponte e cabos para experiências. Para a conexão de cabos para experiências de 4 mm encontram-se seis adaptadores de 2 mm / 4 mm com conectores de segurança.

- Limitação da tensão de 25 V AC e 60 V DC
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

#### Fornecimento:

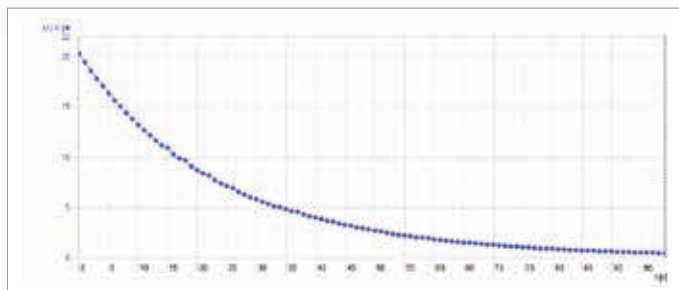
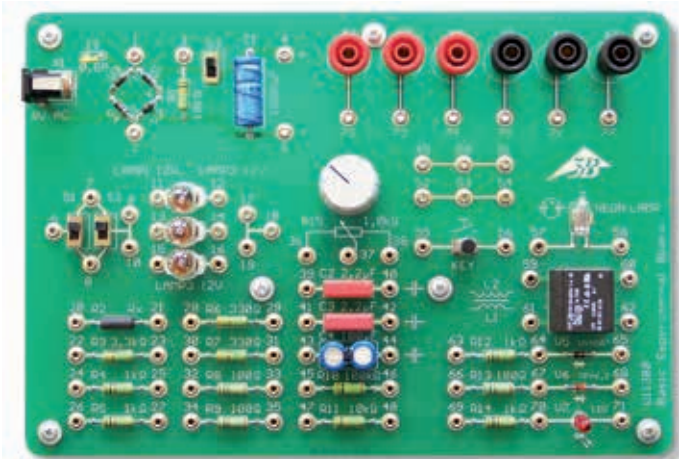
- 10 cabos (5 vermelhos e 5 azuis) com conectores de 2 mm, 20 cm de comprimento
- 10 conectores ponte
- 1 aparelho de alimentação na rede elétrica de 8 V AC / 500 mA
- 1 painel com os seguintes componentes eletrônicos:
  - 13 resistores, 0,5 W na faixa de 100  $\Omega$  a 100 k $\Omega$
  - 1 potenciômetro 1 k $\Omega$
  - 3 lâmpadas incandescentes 12 V
  - 2 comutadores deslizantes
  - 5 capacitores (2x 2,2  $\mu$ F, 1x 100  $\mu$ F (bipolar), 1x 1000  $\mu$ F)
  - 5 diodos retificadores 1 A
  - 1 diodo Z
  - 1 diodo luminoso vermelho
  - 1 lâmpada brilhante de néon
  - 1 transformador 12 V
- Dimensões: aprox. 233x160 mm<sup>2</sup>

**Painel de experimentação com fundamentos (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000573**

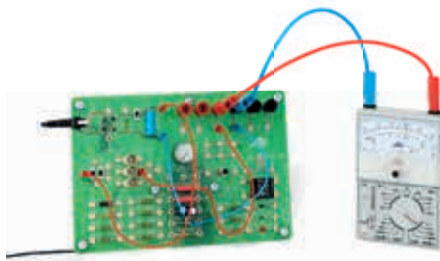
**Painel de experimentação com fundamentos (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000572**

#### Recomendação suplementar:

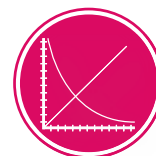
- P-1013526** Multímetro analógico Escola 30
- P-1009957** Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)
- ou
- P-1009956** Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)
- P-1021477** VinciLab



Curva de descarga de um capacitor



Medição de descarga de um capacitor



**UE3050400**  
PDF online



Desenho da curva de ressonância de um circuito em série RLC



Curva característica de um diodo Z

➤ **Placa para encaixe e elementos de montagem para a instalação de circuitos elétricos e eletrônicos com fins de demonstração ou para experiências escolares.**

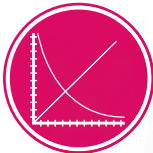
**Placa de encaixe para elementos de montagem**

Placa de encaixe para a montagem de circuitos elétricos e eletrônicos com elementos de montagem na caixa de conectores. Com tomadas de 4 mm na frente e verso, que estão ligadas internamente a quadrados de condução com 9 tomadas cada, assim como dois arranjos seriais atravessados com 12 tomadas cada um. Duas placas de encaixe arranjadas seguidamente uma com a outra podem ser ligadas entre elas por meio de dois elementos de encaixe para formar um lugar de trabalho do dobro de tamanho.

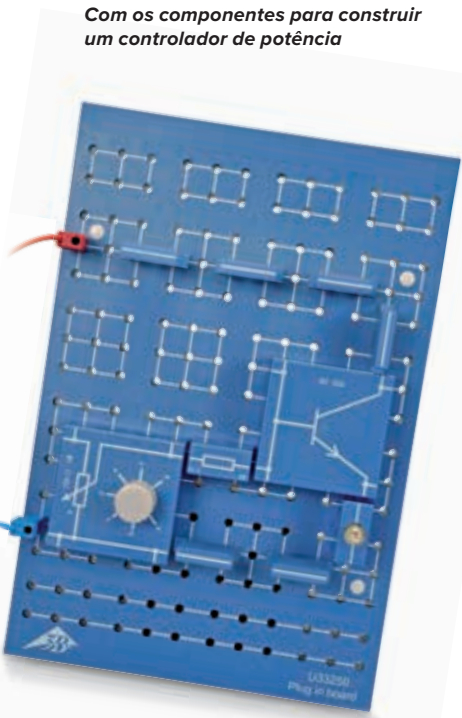
Quadrados de condução: 16 inteiros e quatro meios  
Distâncias entre as tomadas: 19 mm entre dois quadrados de condução de borda a borda  
50 mm entre dois quadrados de condução de centro a centro  
300x200x24 mm<sup>3</sup>

Dimensões:  
**P-1012902**

➤ **Monte o circuito desejado com os diversos componentes! Consulte-nos sobre quantidades, desconto e compra dos componentes mistos!**



**UE3050101**  
**UE3050321**  
PDF online



*Com os componentes para construir um controlador de potência*

**Elementos de montagem em armações de encaixe com dois conectores com 19 mm de distância entre sim**

**Capacitores**

| Nº de cat. | Capacidade | Tolerância | Tensão máx. permissível |
|------------|------------|------------|-------------------------|
| 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                    |

**Resistores lineares**

| Nº de cat. | Resistência | Tolerância | Rendimento máx. permissível |
|------------|-------------|------------|-----------------------------|
| P-1012903  | 1 Ω         | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012904  | 10 Ω        | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012905  | 10 Ω        | 5 %        | 10 W                        |
| P-1012906  | 5,1 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012907  | 22 Ω        | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012908  | 47 Ω        | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012909  | 68 Ω        | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012910  | 100 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012911  | 150 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012912  | 220 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012913  | 330 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012914  | 470 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012915  | 680 Ω       | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012916  | 1 kΩ        | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012917  | 1,5 kΩ      | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012918  | 2,2 kΩ      | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012919  | 3,3 kΩ      | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012920  | 4,7 kΩ      | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012921  | 6,8 kΩ      | 1 %        | 2 W                         |
| P-1012922  | 10 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012923  | 15 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012924  | 22 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012925  | 33 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012926  | 47 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012927  | 68 kΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012928  | 100 kΩ      | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012929  | 220 kΩ      | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012930  | 330 kΩ      | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012931  | 470 kΩ      | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012932  | 1 MΩ        | 1 %        | 0,5 W                       |
| P-1012933  | 10 MΩ       | 1 %        | 0,5 W                       |



**Capacitores eletrolíticos**

| Nº de cat. | Capacidade | Tolerância | Tensão máx. permissível |
|------------|------------|------------|-------------------------|
| 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                    |



## LED

| Nº de cat. | Cor           | Orientação da montagem |
|------------|---------------|------------------------|
| P-1012962  | vermelho      | acima                  |
| P-1012971  | verde         | acima                  |
| P-1012972  | vermelho      | lateral                |
| P-1018837  | amarelo       | acima                  |
| P-1018839  | infravermelho | lateral                |

## Diodos Z

| Nº de cat. | Tipo    | Rendimento de perda máx. permissível |
|------------|---------|--------------------------------------|
| 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                                |

## Diodos semicondutores

| Nº de cat. | Tipo    | Material | Tensão de bloqueio | Corrente contínua máx. permissível |
|------------|---------|----------|--------------------|------------------------------------|
| 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                              |

## Termistores Temperatura máx.: 150°C

| Nº de cat. | Tipo | Resistência (25°C) | Resistência (100°C) |
|------------|------|--------------------|---------------------|
| P-1012941  | NTC  | 2,2 kΩ             | 120 Ω               |
| P-1012942  | PTC  | 100 Ω              |                     |

## Fototransistor BPX43

Fototransistor para utilização como interruptor sensível à luz.  
 Faixa de sensibilidade: 450 – 1100 nm  
 Tensão de operação máx.: 32 V  
 Carga máx. de corrente: 100 mA  
 Rendimento de perda máx.: 0,3 W  
**P-1018842**



## Resistência VDR

Tensão característica a 1 mA: aprox. 8 V (DC)  
**P-1018841**



## Interruptor de contato de um pólo

| Nº de cat. | Tipo     |
|------------|----------|
| P-1012988  | Fechador |
| P-1012989  | Abridor  |

## Bobinas

| Nº de cat. | Tipo      | Indutância |
|------------|-----------|------------|
| P-1012983  | Bobina    | 10 mH      |
| P-1012984  | Bobina HF | 33 mH      |

## Interruptor articulado, um pólo

**P-1012990**

## Micro-motor 1,5 V DC

Micro-motor com caixa de velocidade montada fixamente na lateral.

Tensão de operação: 0,5 – 1,5 V DC

Relação de transmissão: 40 : 1

**P-1012995**



## Fotoresistor LDR 05

Resistência: 100 Ω (clara) – 10 M Ω (escura)

Rendimento de perda máx.: 0,2 W

**P-1012940**



## Fotoelemento de silício BPY47P

Faixa de sensibilidade: 420 – 1060 nm

Sensibilidade máx. a: 820 nm

Tensão de marcha em vazio: 0,45 V

Corrente de curto-circuito: 1,4 mA

Carga máx. de corrente: 100 mA

Rendimento de perda máx.: 0,3 W

**P-1018844**



## Recomendação adicional:

Suporte para elementos de encaixe

**P-1018449**

## DIAC BR 100

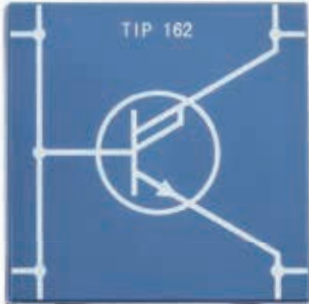
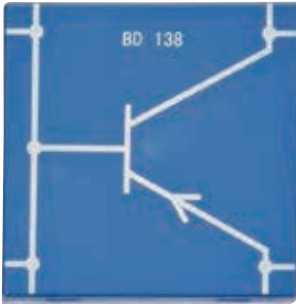
Tensão de rompimento: aprox. 32 V

Corrente de rompimento: aprox. 50 µA

**P-1012973**



Elementos de montagem em armações de encaixe com quatro conectores em distância

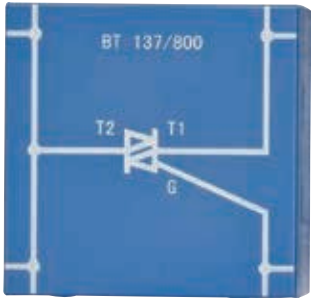
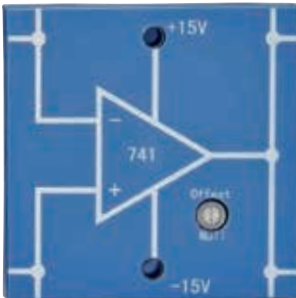
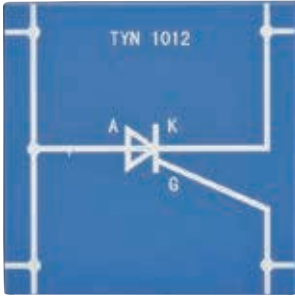
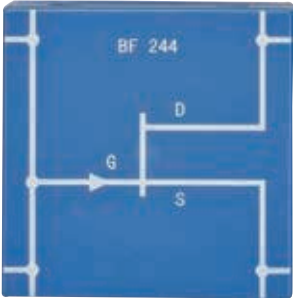


Potenciômetros

| Nº de cat. | Resistência | Rendimento máx. permissível |
|------------|-------------|-----------------------------|
| 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                         |

Transistores

| Nº de cat. | Tipo                          | Reforço de Corrente | Rendimento de perda |
|------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
| 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-Transistor TIP 162 | aprox. 200          | max. 3 W            |

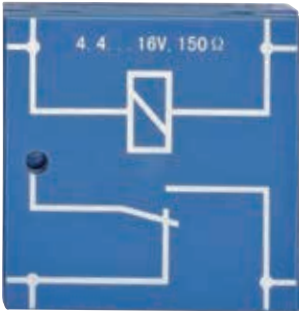


**Transistor de efeito de campo BF 244**  
Tipo: BF244, n-channel-FET  
Rendimento de perda máx.: 300 mW  
**P-1012978**

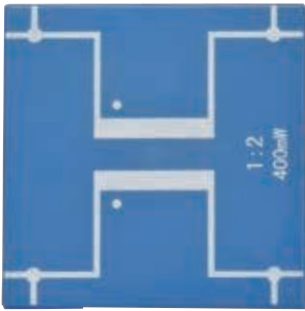
**Tiristor TYN 1012**  
Tipo: TYN 1012, n-channel-FET  
Corrente atravessada: 8 A  
**P-1012979**

**Aumentador de operação LM 741**  
Tensões de operação: ±15 V DC  
Corrente de saída: 15 mA  
**P-1012981**

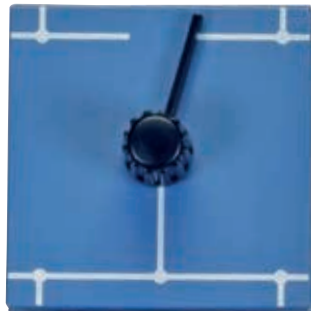
**Triac BT 137/800**  
Tipo: BT 137/800  
Corrente atravessada: 3 A  
**P-1012980**



**Relé com comutador** Tensão de comando: 4–16 V DC  
Resistência de bobinas: aprox. 150 Ω  
Rendimento máximo do circuito: 50 VA  
**P-1012992**



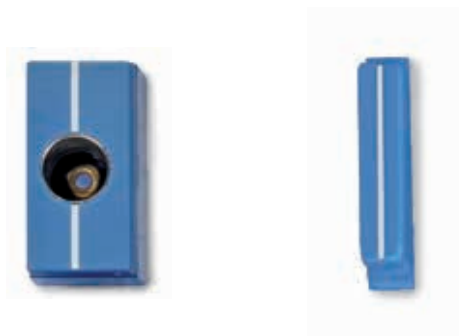
**Transformador LF 1:2**  
**P-1012982**



**Comutador, um pólo**  
**P-1012993**



**Comutador, dois pólos**  
Interruptor articulado mecânico sobre caixa de conector quadrada impresso com o símbolo de circuito pertinente. Ligados internamente de forma mecânica com dois comutadores para três posições de comutação cada vez em dois circuitos elétricos.  
Funções de comutação:  
2 x Liga-Desliga, 2 x Desliga-Liga, 2 x Liga-Desliga-Liga, 2 x Comutação  
**P-1012991**



**Soquete de lâmpada E 10**

| Nº de cat.       | Tipo                       |
|------------------|----------------------------|
| <b>P-1012986</b> | Soquete de lâmpada lateral |
| <b>P-1012987</b> | Soquete de lâmpada acima   |

**Exigência complementar:**

Lâmpada E10 de P-1010140, P-1010141, P-1010142, P-1010143, P-1010144, P-1010145, P-1010195, P-1010196, P-1010197, P-1010198 ou P-1010199



**Conjunto de 10 conectores de ponte com linha de ligação**

impressa para a utilização de montagem de circuito sobre a placa de encaixe para elementos de montagem (P-1012902).

Corrente máx. permissível: 25 A

Distância entre conectores: 19 mm

**P-1012985**

**Suporte de bateria**

Caixa aberta com suporte para bateria de 1,5 V do tipo IEC R 20.

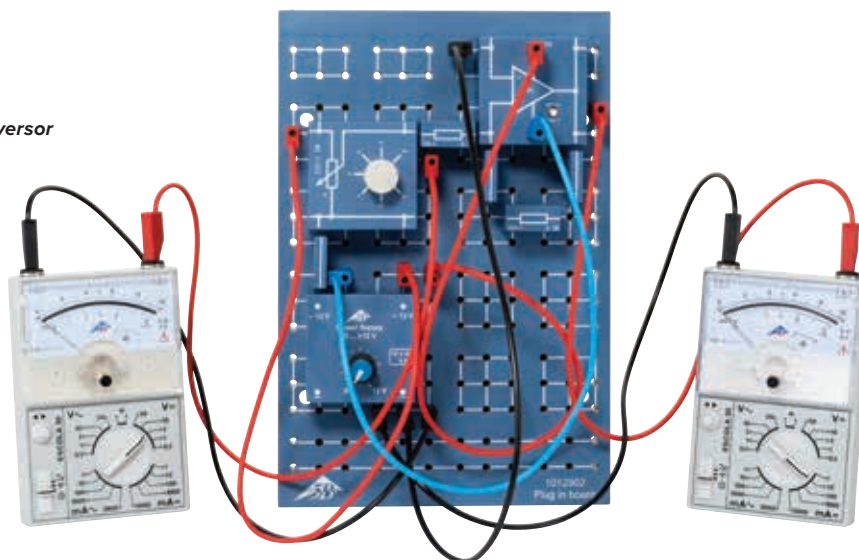
Conectores: 2

Distância entre

conectores: 50 mm

**P-1012994**

**Trigger Schmitt não inversor**



**> NOVO**

**Suprimento de tensão  $\pm 12$  V P4W50**

Suprimento simétrico e ajustável de tensão contínua para conexões eletrônicas, em especial com o amplificador de operações LM 741 (P-1012981), como, por exemplo, um amplificador de operações desconectado, inversor e não inversor, adicionador e subtraidor, membro diferenciador e integrador ou Trigger Schmitt não inversor. Com fonte de energia 12 V AC, 500 mA

- Transformador de segurança conforme EN 61558-2-6.
- Separação segura entre a rede de suprimento e os circuitos de corrente de saída.

Tensão de saída: 0 ... +12 V, 0 ... -12 V (simétrico)

Ondulação restante: < 3 mV

Corrente de saída (simultânea por saída): 150 mA, por curto tempo 250 mA

Saídas: Pinos conectores de 4 mm

Distância dos pinos conectores: 50x50 mm<sup>2</sup>

Dimensões: aprox. 65x65x70 mm<sup>3</sup>

Peso (com fonte): aprox. 390 g

**Suprimento de tensão  $\pm 12$  V P4W50 (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1021621**

**Suprimento de tensão  $\pm 12$  V P4W50 (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1021622**



#### Temas para experiências:

- Medição das curvas de carga e descarga de pares RC
- Determinação das resistências integradas
- Determinação dos capacitores integrados
- Determinação do calor de um capacitor eletrolítico
- Estimativa dos tempos de ricochete



Medição em par RC externo

#### Aparelho de carga e descarga

Aparelho compacto para registro pontual das curvas de carga e descarga de capacitores. Inclui fonte de alimentação 12 V AC. O aparelho de carga e descarga constitui-se de três unidades em um invólucro: um comparador de tensão, um contador digital e três pares de resistores-capacitores. O comparador compara a tensão de carga e de descarga com uma tensão de comparação, que pode ser escolhida previamente em 11 etapas até 10 V. O contador digital mostra o tempo de carga e de descarga do capacitor, assim que a tensão de comparação ajustada seja alcançada. Adicionalmente, estão disponíveis pares de buchas para ligação de resistência externa e de um capacitor externo.

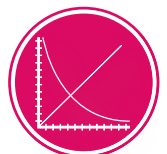
Capacitor interno: 2067  $\mu F$   
Resistências internas: 2,2 k $\Omega$ , 5,1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$   
Contador digital: 4 posições, controlado por quartzo  
Valor máximo: 200 s  
Resolução: 100 ms  
Alimentação: por fonte 12 V AC, 2000 mA  
Dimensões: aprox. 260x220x55 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 1700 g, incluindo fonte

Aparelho de carga e descarga (230 V, 50/60 Hz)  
P-1017781

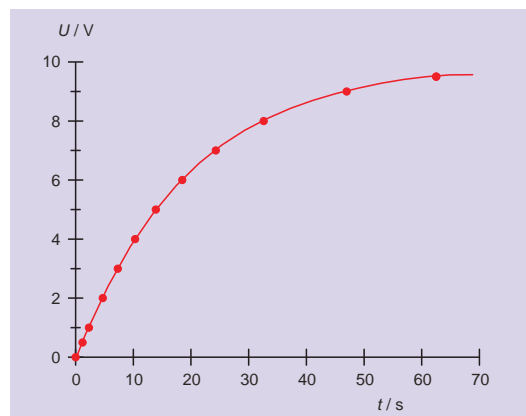
Aparelho de carga e descarga (115 V, 50/60 Hz)  
P-1017780

#### Recomendação suplementar:

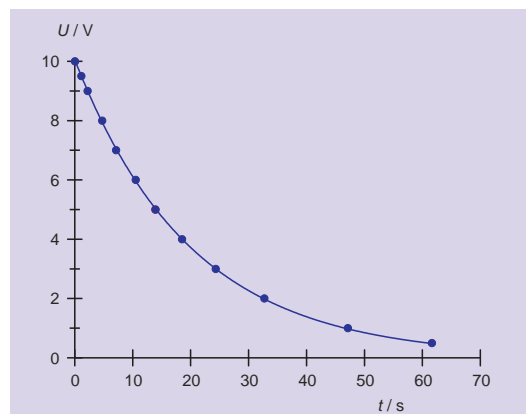
P-1017806 Capacitor 1000  $\mu F$   
P-1012920 Resistência 4,7 k $\Omega$   
P-1012922 Resistência 10 k $\Omega$   
P-1012924 Resistência 22 k $\Omega$



UE3050105  
PDF online



Curva de carga



Curva de descarga



#### Temas para experiências:

- Medição em fontes de tensão galvânicas
- Elemento de Daniell, circuito em série e em paralelo
- Potenciais eletroquímicos (série de tensões)
- Determinação dos potenciais padrões de metais e não-metais
- Dependência da concentração dos potenciais
- Dependência da temperatura dos potenciais
- Carregamento e descarregamento de um acumulador de aço
- Elemento Leclanché
- Medição de valores de pH

#### Pasta para eletroquímica

Sistema experimental completo em mala para experiências fundamentais no âmbito da eletroquímica. Com ajuda de uma barreira de célula feito de material plástico resistente, que pode ser separado em duas metades e re-aparafusado facilmente para a limpeza, quatro células galvânicas podem ser montadas paralelamente. Como diafragma serve um pedaço de papel de filtro, que é atrelado entre as duas metades da barreira de célula. Incluso com dispositivo de medição fácil de manusear para alta resistência, para a medição quase sem corrente de diferenciais potenciais, assim como para a medição de valores de pH em relação com a corrente de medição de pH fornecida.

Aparelho de medição:

7 indicadores de segmentos: 3 casas

Altura das cifras: 13 mm

Áreas de tensão: 2 V DC e 20 V DC

Dissolução: 1 mV

Resistência de entrada: 200 MΩ

Faixa de medição de pH: 0,0 – 14,0 pH

Alimentação de corrente: acessório para fonte de alimentação de 12 V/0,5 A (no fornecimento) ou bateria de bloco de 9 V

Dimensões: aprox. 175x105x55 mm<sup>3</sup>

#### Fornecimento:

1 mala com formas de espuma

1 aparelho de medição

1 cadeia de bastão de medição de pH com conector BNC

1 fonte de alimentação de 12 V DC / 500 mA para tensão de 115/230 V AC

1 Barreira de célula, pré-montado com papel de filtro

2 eletrodos Ag, 42x28 mm<sup>2</sup>

1 eletrodo Pt, 42x28 mm<sup>2</sup>

4 eletrodos Zn, 42x28 mm<sup>2</sup>

2 eletrodos Fe, 42x28 mm<sup>2</sup>

2 eletrodos C, 42x28 mm<sup>2</sup>

2 eletrodos Al, 42x28 mm<sup>2</sup>

2 eletrodos Ni, 42x28 mm<sup>2</sup>

4 eletrodos Cu, 42x28 mm<sup>2</sup>

1 eletrodo Mg, 42x28 mm<sup>2</sup>

1 conjunto de papéis filtro (50 unidades)

1 Cubo de esmerilar para a limpeza de eletrodos

3 cabos para experiências com pregador de jacaré, 20 cm, vermelho

3 cabos para experiências com pregador de jacaré, 20 cm, azul

1 cabo para experiências com pregador de jacaré e conector de 2 mm, 30 cm, vermelho

1 cabo para experiências com pregador de jacaré e conector de 2 mm, 30 cm, azul

2 copos de plástico graduados, 25 ml

2 pipetas conta-gotas com sugadores

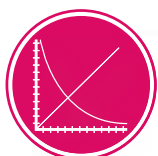
1 Caixa de armazenamento com encaixe solto

1 manual de instruções em CD-ROM

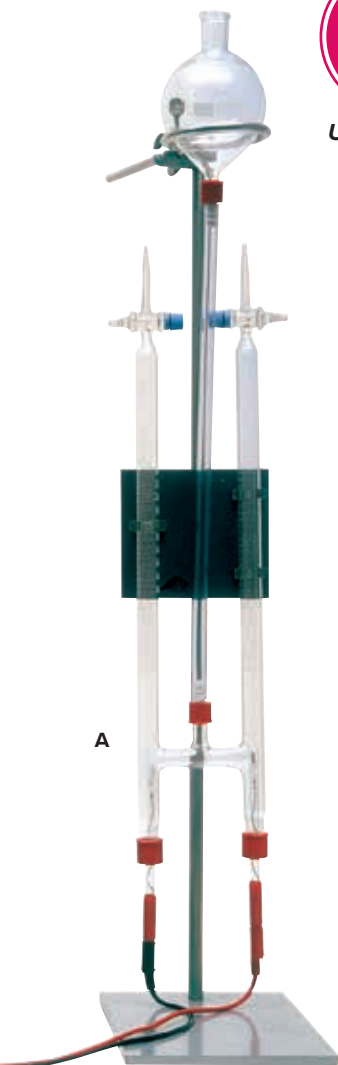
**P-1002719**

#### Exigência complementar:

Produtos químicos



UE3020700  
PDF online



#### A. Voltômetro de Hofmann

Aparelho para a eletrólise da água e a determinação quantitativa dos gases que se originam deste processo, bem como para o estudo da lei de Faraday. Aparelho composto de dois tubos condutores de gás escalonados, interligados com uma mangueira de material plástico flexível com um recipiente de nível para equiparar a pressão e, com isto, obter a medição exata dos volumes de gás. Aparelho colocado sobre uma placa suporte. Os eletrodos estão fixados de forma segura através uma união rosqueada tipo GL.

Dimensões: aprox. 800x150 mm<sup>2</sup>  
Superfície: aprox. 250x160 mm<sup>2</sup>  
Bastão: 750 mm x 12 mm Ø  
Placa de fixação: aprox. 120x110 mm<sup>2</sup>

#### Fornecimento:

- 1 tubo condutor de gás
- 2 eletrodos platinados com conectores de 4 mm
- 1 mangueira de material plástico com recipiente de nível
- 1 anel suporte para a fixação do recipiente de nível
- 1 manga universal
- 1 placa de apoio com vara e placa suporte

**P-1002899**

#### Exigência complementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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



#### B. Voltômetro de Hofmann S

O voltômetro de Hofmann é utilizado para determinar a composição química da água por volume. O aparelho consiste em três tubos de vidro verticais conectados uns aos outros pelo fundo. As tampas nas pontas dos tubos externos são fechadas enquanto que o cilindro interno está aberto na ponta superior para permitir a adição de água através de um reservatório. Eletrodos de folha de ouro estão integrados nas extremidades inferiores dos tubos e estão conectados a uma fonte de alimentação de baixa tensão. A proporção de hidrogênio e oxigênio produzidos por eletrólise da água pode ser lida nas graduações nos lados dos tubos. Abrindo as tampas na ponta dos tubos pode-se coletar gases para serem analisados. Eletrodos de carbono estão disponíveis para a análise de soluções onde o ouro não é apropriado.

Dimensões: aprox. 580x150 mm<sup>2</sup>  
Base de apoio em  
forma de A: 115 mm comprimento de perna  
Voltagem operativa: 4-12 V DC

**P-1003507**

#### Exigência complementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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

#### Recomendação adicional:

**P-1003508** Eletrodos de carbono

#### C. Pilha de Daniell

Célula galvânica segundo John Frederic Daniell para a análise das propriedades de um elemento eletroquímico. Composto de um eletrodo de zinco e um de cobre, em forma de cilindro, bem como um cilindro poroso e um recipiente de vidro. Quando está cheio, a pilha de Daniell fornece uma tensão de aproximadamente 1,1 V. Este elemento é fornecido sem o material de enchimento.

Conexão: através de um conector de 4 mm  
Dimensões: 105 mm x 65 mm Ø  
Material adequado  
para o enchimento: solução de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), de 10%,  
solução de sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>), de 10%

**P-1002898**

#### D. Eletrodos de carbono

Um par de eletrodos de carbono para uso no voltômetro de Hofmann (P-1003507) para o análise de soluções de amoníaco, soluções de cloreto de sódio ou de outras soluções contendo cloreto.

**P-1003508**

### Kit de aparelhos para a eletroquímica

Kit de aparelhos para a medição de potenciais eletroquímicos de metais de constituição diferente nas experiências escolares. Inclui multímetro digital.

Cuba: aprox. 85x70x45 mm<sup>3</sup>  
Eléttodos: aprox. 76x40 mm<sup>2</sup>

#### Fornecimento:

1 cuba baixa  
1 placa de cobre  
1 placa de zinco  
1 placa de ferro  
2 placas de níquel  
1 placa de alumínio  
2 placas de carbono eletrolítico  
1 multímetro digital com 2 cabos com pinças do tipo jacaré  
**P-1002711**



### Placas de elétródos (sem fotos)

Eléttodos de reposição como substituição do kit de aparelhos para a eletroquímica (P-1002711).

Dimensões: aprox. 76x40 mm<sup>2</sup>

| Nº de cat. | Material                   |
|------------|----------------------------|
| P-1002712  | Kit com 10 placas de cobre |
| P-1002713  | Kit com 10 placas de zinco |
| P-1002714  | Kit com 10 placas de ferro |
| P-1002715  | Kit com 5 placas de níquel |

### Elemento Leclanché

O modelo de uma bateria seca foi inventado pelo químico francês Georges Leclanché no ano de 1860. Composta de um eléttodo de zinco em forma de cilindro e um eléttodo de carbono em forma de bastão, bem como de um cilindro poroso e um recipiente de vidro. Quando está cheio, o elemento de Leclanché fornece uma tensão de aproximadamente 1,5 V. Este elemento é fornecido sem o material de enchimento.

Conexões: através de um conector de 4 mm

Dimensões: 175 mm x 65 mm Ø

Material adequado para o enchimento: solução de cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl), de 20% aproximadamente



**P-1002897**

### Temas para experiências:

- Condutores e não-condutores.
- Determinação de eletrólitos.
- Diferenciação de 5 eletrólitos típicos.

### E. Testador de condutibilidade

Aparelho de medição de fácil manejo para a determinação da condutibilidade de eletrólitos (águas) e para a diferenciação da água destilada, água de chuva, água potável, águas ricas em sal e água do mar, respectivamente, ácidos e salmouras. Indicação nos níveis “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto”, “muito alto” através de LED iluminados em sucessão. Também a pouca condutibilidade da água destilada é indicada. Protegido contra respingos de água e deste modo pode ser operado sem problemas no ar livre. A operação pode ser escolhida opcional com bateria de 9 V (não contida no fornecimento) ou com a fonte de alimentação de 12 V/ 500 mA fornecida.

Faixas de medição: 2 – 20 µS/cm (muito baixo),  
20 – 100 µS/cm (baixo),  
100 – 500 µS/cm (médio),  
500 – 3000 µS/cm (alto),  
> 3000 µS/cm (muito alto)

Dimensões: aprox. 85x35x170 mm<sup>3</sup>  
Duração da bateria: aprox. 10 h

**P-1012890**

#### Adicionalmente necessário:

**P-1012889** Eletrodo de condutibilidade



### F. Eletrodo de condutibilidade

Eletrodo de condutibilidade para a utilização com o testador de condutibilidade (P-1012890). Com arames de platino e 0,8 m de cabo com dois conectores de 4 mm.

Constante de célula: aprox. 1/cm

Dimensões: 130 mm x 15 mm Ø

**P-1012889**

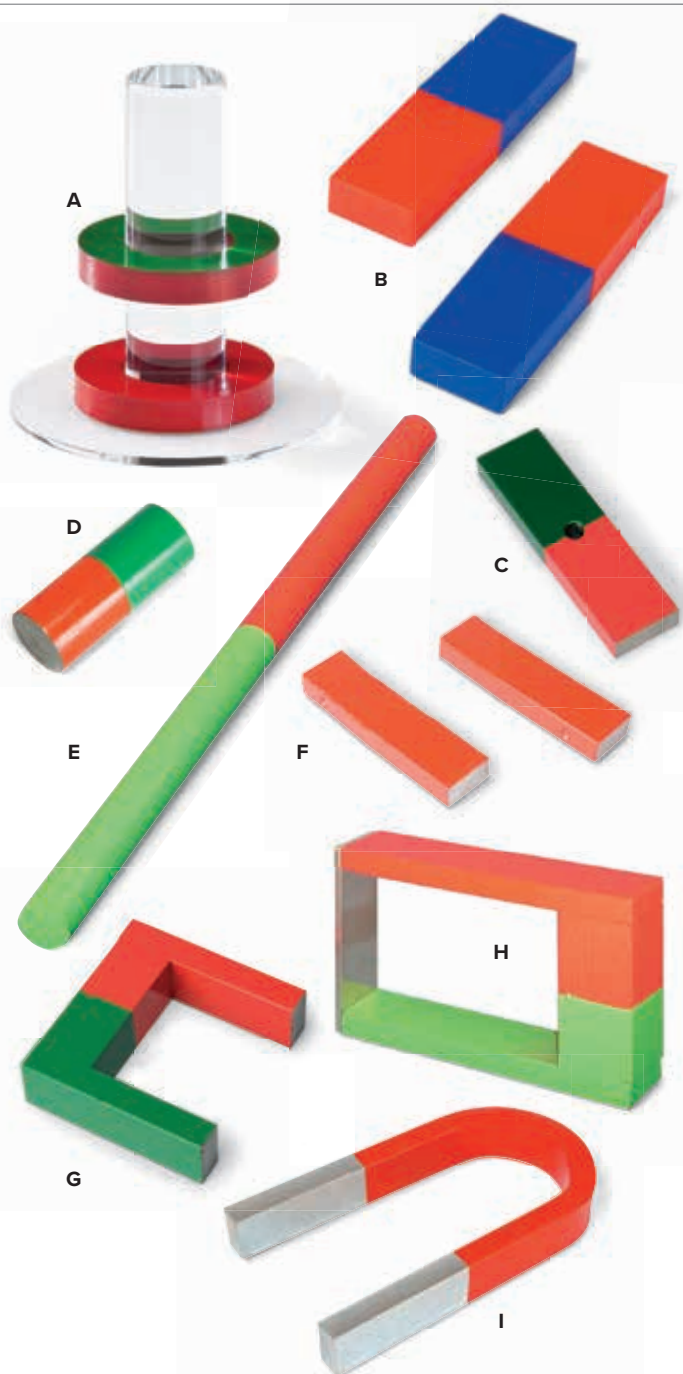
## Conjunto magnetismo

Seleção de diversos aparelhos para a introdução no campo do magnetismo, sobre tabuleta de armazenamento com as formas dos aparelhos em negativo.

### Fornecimento:

- 3 ímãs de AlNiCo redondos, 12 mm, 19 mm, 24 mm Ø
- 1 ímã de AlNiCo em ferradura, 25 mm de comprimento
- 1 ímã em aço cromado em ferradura, 100 mm de comprimento
- 2 ímãs em vara de aço cromado, 100 mm x 6 mm Ø
- 2 ímãs em vara, 80 mm de comprimento, acompanhados de estojo
- 5 ímãs em anel de ferro, 25 mm Ø
- 5 ímãs de ferro, 19x19x5 mm<sup>3</sup>
- 1 ímã natural
- 4 folhas magnéticas coloridas, 50x50 mm<sup>2</sup>
- 2 bússolas de desenho, 19 mm Ø
- 2 bússolas de desenho, 16 mm Ø

**P-1003089**



### A. Ímã flutuante

Para a demonstração da força de repulsão entre ímãs. Dois ímãs em anel são empurrados, um contra o outro, numa vara com o mesmo lado polar, frente a frente.

Pé: 100 mm Ø  
Vara: 100 mm x 30 mm Ø  
Massa: aprox. 410 g

### Fornecimento:

- 1 vara com pé
- 2 ímãs em anel

**P-1000943**

### B. Par de ímãs em bastão 80 mm

Par de ímãs em bastão com pólos marcados nas cores vermelha e azul. Em saco plástico de proteção.

Dimensões: aprox. 80x22x10 mm<sup>3</sup>  
**P-1003085**

### C. Ímã em bastão AlNiCo 70 mm

Ímã em bastão AlNiCo com pólos marcados nas cores vermelho e verde.

Dimensões: aprox. 70x20x8 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 80 g

**P-1003554**

### D. Ímã em bastão redondo 50x20

Ímã em bastão redondo com pólos marcados nas cores vermelho e verde.

Dimensões: aprox. 50 mm x 20 mm Ø

**P-1003556**

### E. Ímã em bastão redondo 200x10

Ímã em bastão redondo com pólos marcados nas cores vermelho e verde.

Dimensões: aprox. 200 mm x 10 mm Ø

**P-1003112**

### F. Par de ímãs em bastão de AlNiCo de 60 mm, com 2 culatras de ferro

Par de ímãs em bastão AlNiCo, cor vermelha, pólo norte marcado. Inclui duas culatras de ferro.

Dimensões: aprox. 60x15x5 mm<sup>3</sup>  
**P-1003086**

### G. Ímã ferradura de 70 mm

Ímã AlNiCo em forma de ferradura. Pólos marcados em vermelho e verde.

Superfície do pólo: 20x10 mm<sup>2</sup>  
Distância entre pólos: aprox. 50 mm  
Comprimento do braço: aprox. 70 mm  
Massa: aprox. 400 g

**P-1000929**

### H. Ímã ferradura de 130 mm, com culatra

Ímã em forma de ferradura com culatra. Pólos marcados em vermelho e verde.

Força de aderência da culatra: 250 N  
Distância dos pólos: aprox. 60 mm  
Comprimento: aprox. 130 mm

**P-1003114**

### I. Ímã ferradura de 140 mm, com culatra

Ímã de cristal de cromo em forma de ferradura, com culatra, vermelho e prateado.

Superfície do pólo: 20x10 mm<sup>2</sup>  
Distância entre pólos: aprox. 60 mm  
Comprimento do braço: aprox. 140 mm

**P-1003088**

### Conjunto de aparelhos curva de histerese

Conjunto de aparelhos para o registro da densidade de fluxo magnético em função da força do campo em diferentes amostras.

Dimensões das amostras

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| de ferro:              | aprox. 140 mm x 10 mm Ø           |
| Número de espiras:     | 850                               |
| Resistência interna:   | 3,2 Ω                             |
| Indutância sem núcleo: | 3,2 mH                            |
| Dimensões:             | aprox. 200x145x65 mm <sup>3</sup> |
| Massa total:           | aprox. 470 g                      |

#### Fornecimento:

Placa base com bobina e suporte para os sensores de Hall  
3 amostras de material (Vacon 11, aço para molas e aço argênteo)

**P-1018889**

#### Exigência complementar:

**P-1009957** Gerador de função FG 100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

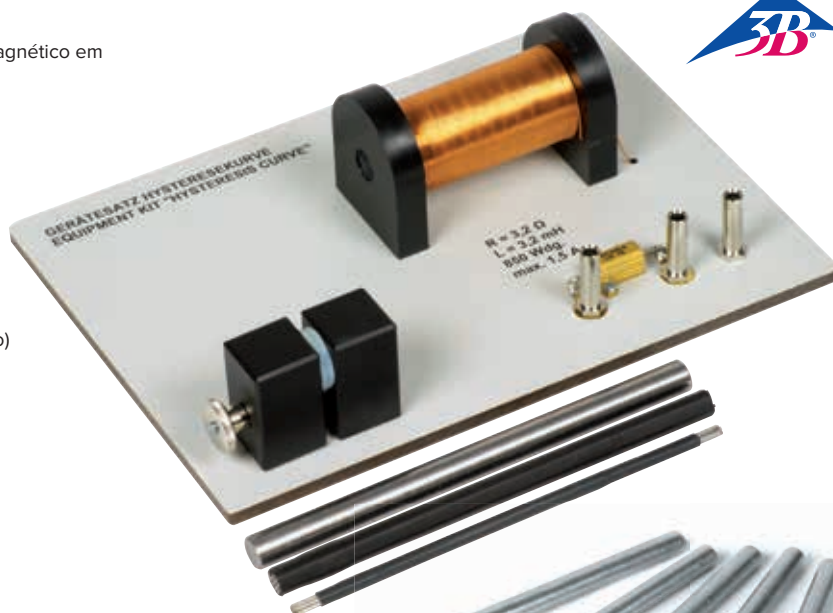
**P-1001036** Gerador de função FG 100 (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1001040** Sonda de campo magnético, axial/tangencial

**P-1008537** Teslâmetro E

**P-1020910** Osciloscópio digital 2x30 MHz



#### Varas de ferro doce

Jogo de 5 varas de ferro doce não magnéticas, para experiências com indução magnética.

Dimensões: aprox. 155 mm x 10 mm Ø

**P-1003090**

#### Ímã natural

Pedra bruta magnética de minério de ferro magnético (magnetita) no tamanho de uma noz.

**P-1003091**



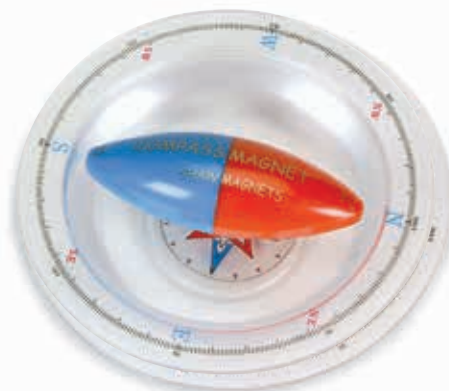
#### Ímã bússola com bacia de plástico

Ímã muito poderoso de neodímio está coberto por uma caixa plástica e pode flutuar na superfície da água, virando de norte-sul quando atinge o repouso. Completo com uma bacia plástica translúcida marcada com os pontos cardeais.

Ímã: aprox. 80 mm x 30 mm Ø máx.

Bacia: aprox. 40 mm x 115 mm Ø

**P-1003096**



#### Agulha magnética de Oersted

Montagem compacta e fácil de visualizar para a demonstração da experiência de Oersted. Uma corrente elétrica através de um pedaço de arame com verniz de cobre produz um campo magnético em volta do arame, que desvia uma agulha magnética da sua posição de repouso.

Dimensões da base: aprox. 200x80 mm<sup>2</sup>

Arame de cobre: 3 mm Ø

Conexão elétrica: Tomadas de segurança de 4 mm

Corrente máxima

permisível: 5 A

**P-1009710**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC

0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003311** Fonte de alimentação DC

0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)





#### Globo com barra de ímã

Globo terráqueo com ímã em bastão no eixo polar sobre base de acrílico para a demonstração da distribuição do campo magnético da Terra. Uma bússola (P-1003093) ou um indicador de campos magnéticos (P-1003555) se ajusta na superfície do globo conforme o campo magnético paralelamente aos meridianos. A inclinação pode também ser determinada usando o sensor do campo magnético.

Dimensões: aprox. 220x160x200 mm<sup>3</sup>  
 Diâmetro (globo): aprox. 120 mm  
 Massa: aprox. 340 g

**P-1013123**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003555** Indicador de campos magnéticos

**P-1003093** Bússola



**Experiência: Determinação do componente horizontal e vertical do campo magnético terrestre**

#### Equipo de aparatos:

**P-1000906** Bobinas de Helmholtz 300 mm

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

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

**P-1002781** Multímetro digital P1035

**P-1006799** Inclinatório E

**P-1003066** Resistor ajustável 100  $\Omega$

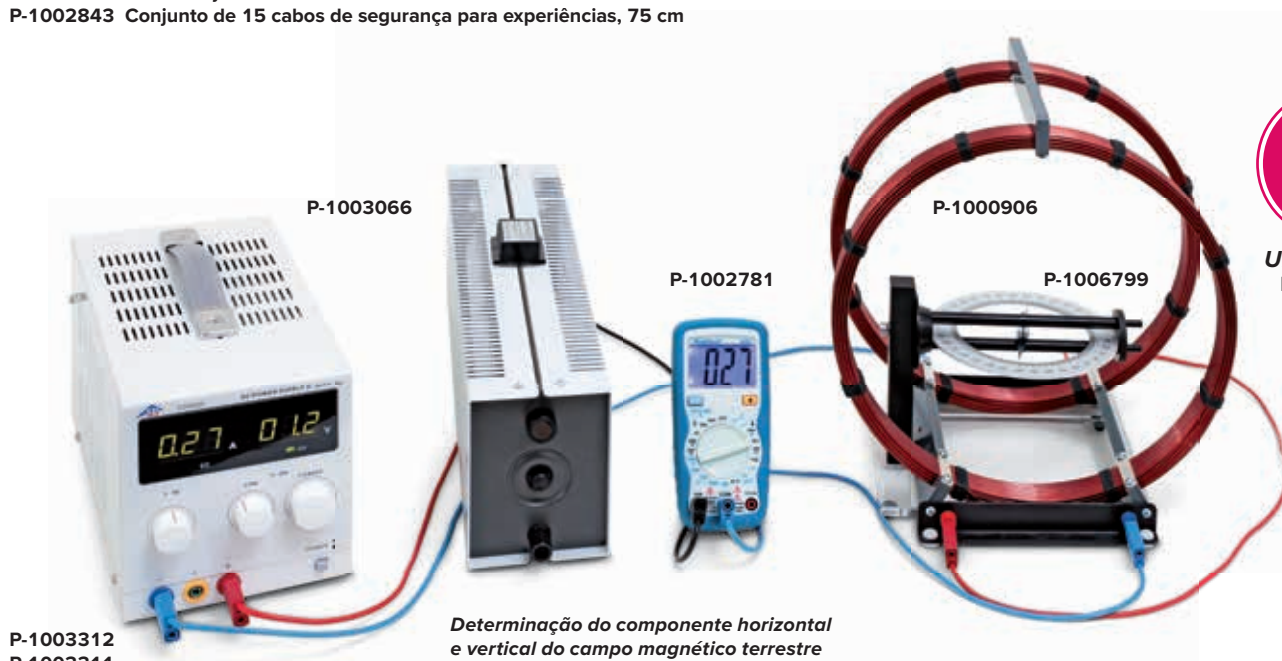
**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

#### Indicador de campos magnéticos

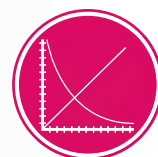
Ímã em bastão de rotação livre no espaço com designação colorida dos pólos para varredura tridimensional de campos magnéticos. Eixo Cardan com rolamento de Ágata. Punho e suspensão cardânica fabricados em plástico para aliviar alguns efeitos adversos no campo magnético.

Ímã: aprox. 25x3x3 mm<sup>3</sup>  
 Punho: aprox. 95 mm

**P-1003555**



*Determinação do componente horizontal e vertical do campo magnético terrestre*



**UE3030700**  
 PDF online



### Inclinatório E

Aparelho para a medição da inclinação do campo magnético terrestre assim como para a representação do campo magnético de um condutor eletrificado. Os rolamentos são de ágata em cima, na qual a agulha magnética é montada em uma moldura com referência circular. O moldura é equipada com uma referência circular adicional. Há duas tomadas de 4 mm incluídos para a fonte de alimentação.

Comprimento da agulha magnética: 100 mm  
Dimensões: aprox. 180x100x220 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 620 g

**P-1006799**

### Recomendação suplementar:

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

ou

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



### Inclinatório

Aparelho para a medição da inclinação do campo magnético terrestre assim como para a representação do campo magnético de um condutor eletrificado. Condutor em laço, constituído de alumínio e com tomadas de segurança de 4 mm; agulha magnética (rotativa em torno do eixo horizontal) sobre círculo transparente com escala angular, apoiada em base de acrílico.

Diâmetro do círculo de referência: 110 mm  
Comprimento da agulha magnética: 100 mm  
Comprimento do arco: 150 mm  
Conexão elétrica: tomadas de segurança de 4 mm  
Dimensões: aprox. 100x90x185 mm<sup>3</sup>

**P-1003192**

### Recomendação suplementar:

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

ou

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



### A. Bússola

Bússola em armação sólida, agulha apoiada com atrito mínimo, com rosa-dos-ventos e escala angular.

Divisão da escala: 2°  
Diâmetro: 45 mm

**P-1003093**

### B. Agulha magnética, 80 mm

Agulha magnética posicionada sobre um suporte

Comprimento: 80 mm  
Altura: 110 mm

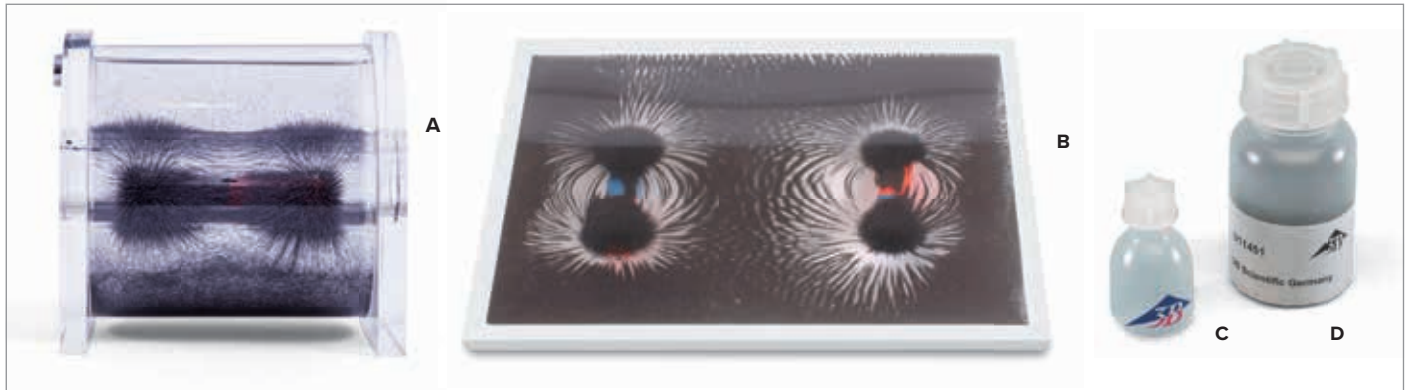
**P-1000674**

### C. Jogo de 10 bússolas de desenho

10 bússolas de desenho para o registro de linhas de campo. Armação de alumínio com vidro em ambos os lados. Marcações dos pontos cardinais.

Diâmetro: 19 mm

**P-1003095**



#### A. Dispositivo para demonstração das linhas de campo magnético, tridimensional

Aparelho para a representação tridimensional das linhas de campo magnético de um ímã em bastão redondo. O corpo de acrílico transparente está preenchido com um líquido especial de alta viscosidade e limalha de ferro. Após inserir o ímã na perfuração central, as limalhas que se encontravam distribuídas regularmente no líquido se ordenam seguindo as linhas do campo.

Diâmetro do furo: 21 mm  
 Dimensões: aprox. 120x110x110 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 1,48 kg  
**P-1009765**

#### Exigência complementar:

**P-1003556 Ímã em bastão redondo 50x20**

#### B. Aparelho de linhas de campo magnético, bidimensional

Aparelho de demonstração para a representação bidimensional de linhas de campo magnético com um retroprojektor. Recipiente de plástico transparente preenchido com pó magnético, imersos em líquido. Inclui ímãs e instruções para experiências (inglês).

Dimensões: aprox. 220x120x10 mm<sup>3</sup>

**P-1003092**

#### Exigência complementar:

**Retroprojektor**

#### C. Pulverizador

Garrafa de matéria plástica com perfuração fina para a distribuição homogênea da limalha de ferro.

**P-1000581**

#### D. Limalha de ferro

250 g de limalha de ferro para a visualização das linhas de campo magnético. Em garrafa de reserva.

**P-1000580**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000581 Pulverizador**



#### Modelo magnético sextavado

Aparelho de demonstração para a visualização das qualidades da grade de cristal de materiais ferromagnéticos, principalmente nas áreas de Weiss, efeito Barkhausen, saturação, histerese e temperatura Curie. 118 agulhas magnéticas de movimento livre são presas entre duas placas de acrílico transparente em ordem hexagonal. A projeção feita pelo projetor de luz natural.

Comprimento das agulhas magnéticas: aprox. 11 mm  
 Dimensões das placas: 150x150 mm<sup>2</sup>  
**P-1002975**

#### Recomendação suplementar:

**Retroprojektor**

**P-1000942 Par de bobinas planas**



#### Modelo magnético, cúbico

Como o P-1002975, os ímãs estão ordenados de forma quadrangular.

**P-1002976**

#### Recomendação suplementar:

**Retroprojektor**

**P-1000942 Par de bobinas planas**



#### Par de bobinas planas

Par de bobinas para a produção de um campo magnético quase homogêneo para modelos de ímãs hexagonais e cúbicos (P-1002975 ou P-1002976). Assim, as alterações do fluxo magnético ao se desmagnetizar podem ser registradas.

Número de espiras: 125  
 Resistência: aprox. 7 Ω  
 Corrente admitida: 1 A  
 Dimensões: aprox. 150x30x18 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 85 g

**P-1000942**

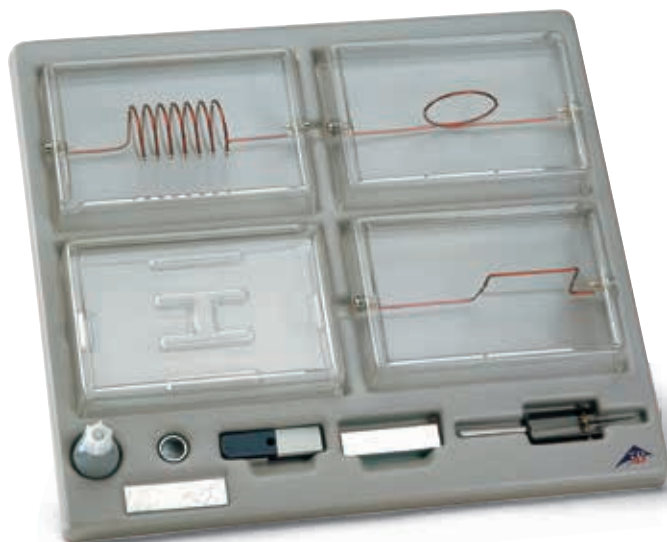
#### Recomendação suplementar:

**P-1003312 Fonte de alimentação 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)**  
 ou

**P-1003311 Fonte de alimentação 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)**

### Temas para experiências:

- Percurso das linhas de força de ímãs em vara e em ferradura
- Isolação magnética
- Indução magnética
- Percurso das linhas de força do campo magnético de um condutor reto, um condutor anular, uma bobina cilíndrica, assim como de um eletroímã



### Kit de demonstração para experiências com campos magnéticos

Kit para a representação das linhas dos campos magnéticos de ímãs permanentes e condutores eletrificados. Também aplicável ao projetor de luz natural. As caixas de acrílico transparente, sobre as quais se espalha o pó de ferro, estão equipadas de um rebaixamento, de modo que o pó de ferro utilizado possa ser facilmente recuperado para a garrafa de armazenamento.

Caixa de acrílico transparente: aprox. 185x125x40 mm<sup>3</sup>  
 Tabuleta de armazenamento: aprox. 430x380x25 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 1,5 kg

### Fornecimento:

- 1 condutor reto sobre caixa de acrílico transparente
- 1 condutor anular sobre caixa de acrílico transparente
- 1 bobina cilíndrica sobre caixa de acrílico transparente
- 1 base magnética com barras direcionais sobre caixa de acrílico transparente
- 2 varas de aço doce
- 1 caixa de acrílico transparente para cobertura com superfície para pulverização
- 1 vara achatada de aço doce
- 2 ímãs permanentes em forma de vara achatada
- 1 anel de aço doce
- 1 agulha magnética com alça
- 1 espalhador com limalha de ferro
- 1 tabuleta de armazenamento com formas para os aparelhos

**P-1000925**

### Exigência complementar:

**P-1002771** Fonte de alimentação DC, 0 – 16 V, 0 – 20 A  
 (115/230 V, 50/60 Hz)

### Recomendação suplementar:

Retroprojektor

### Condutor de corrente sobre base de acrílico

Condutor de corrente para a demonstração de campos magnéticos de condutores com fluências de correntes. O campo magnético torna-se visível com o uso de pó de ferro. Placa básica de acrílico com dois conectores de segurança de 4 mm. Para a projeção com o retroprojektor de luz natural.

Dimensões da placa de acrílico: aprox. 185x150x30 mm<sup>3</sup>

### Condutor reto sobre base de acrílico

**P-1000926**

### Anel condutor sobre base de acrílico

**P-1000927**

### Bobina espiral sobre base de acrílico

Número de enrolamentos: 7  
 Diâmetro da bobina: aprox. 35 mm  
 Comprimento da bobina: aprox. 65 mm

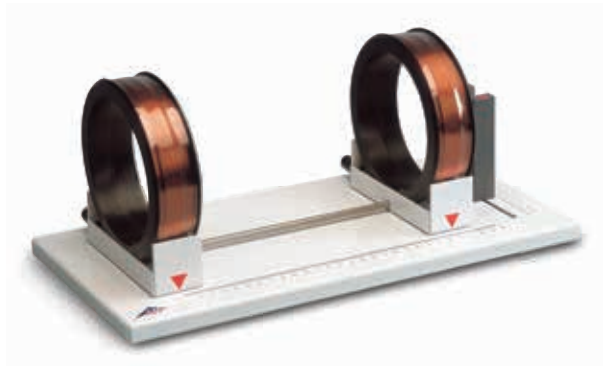
**P-1000928**

### Exigência complementar:

**P-1002771** Fonte de alimentação DC, 0 – 16 V, 0 – 20 A  
 (115/230 V, 50/60 Hz)

**P-1000580** Limalha de ferro

**P-1000581** Pulverizador



#### Par de bobinas de Helmholtz sobre placa base

Par de bobinas de distanciamento variável para a determinação da configuração de Helmholtz e para a comprovação quantitativa da homogeneidade do campo magnético. A aparelhagem consiste num par de bobinas ordenadas paralelamente uma à outra, sobre placa de base metálica forte e suporte para sonda de campo magnético a fim de medir o campo magnético. Uma bobina e o suporte são móveis. Sobre a placa há duas escalas para a leitura da distância entre as bobinas, do desvio lateral da sonda de medição.

Diâmetro médio das bobinas: 125 mm  
 Número de enrolamentos: 100 cada  
 Distância máx. entre bobinas: 240 mm  
 Eletricidade máx. permitida: 5 A cada  
 Conexão elétrica: tomadas de segurança de 4 mm  
 Placa de base: aprox. 400x200 mm<sup>2</sup>

**P-1003193**



#### Bobina de magnetização

Este solenóide permite que você magnetize e desmagnetize ímãs ou barras de ferro ordinárias além de permitir levar experiências com a indutância. A unidade áspere consiste em cobre enrolado e isolado montado numa base com soquetes de 4mm e um interruptor.

Espiras: 1000  
 Comprimento da bobina: 250 mm  
 Rádio da bobina: 35 mm interno  
 Voltagem operacional: máx. 12 V DC ou 12 V AC  
 Dimensões: aprox. 305x200x100 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 2 kg

**P-1003237**

#### Suporte para bobinas cilíndricas

De acrílico.  
 Dimensões: aprox. 155x120x75 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 185 g

**P-1000964**

*Medição do campo magnético  
de uma bobina eletrificada*



#### A. Bobina com mudança na espessura de enrolamento

Bobina cilíndrica com comprimento variável para a pesquisa de campos magnéticos em função da densidade em espiras.

Diâmetro da bobina: 100 mm  
 Número de enrolamentos: 30  
 Comprimento da bobina: 490 mm  
 Corrente máx.: 10 A, em tempo curto 20 A  
 Conexão: tomadas de segurança de 4 mm

**P-1000965**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000964** Suporte para bobinas cilíndricas

#### Bobinas de campo

Bobinas cilíndricas para experiências sobre a análise da força do campo magnético em função da força de corrente e da quantidade de enrolamentos, objetivando provar a independência entre a força do campo magnético e o corte transversal da bobina. O corpo da bobina é de acrílico.

Número de enrolamentos: 120  
 Comprimento da bobina: 490 mm  
 Corrente máx.: 10 A, em tempo curto 20 A  
 Conexão: tomadas de segurança de 4 mm

#### B. Bobina de campo 100 mm Ø

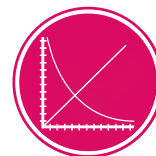
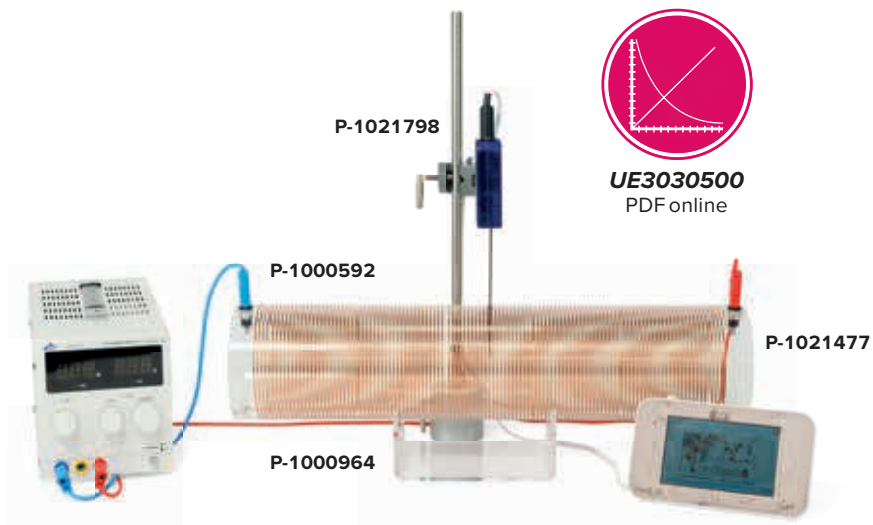
**P-1000591**

#### C. Bobina de campo 120 mm Ø

**P-1000592**

#### Recomendação suplementar:

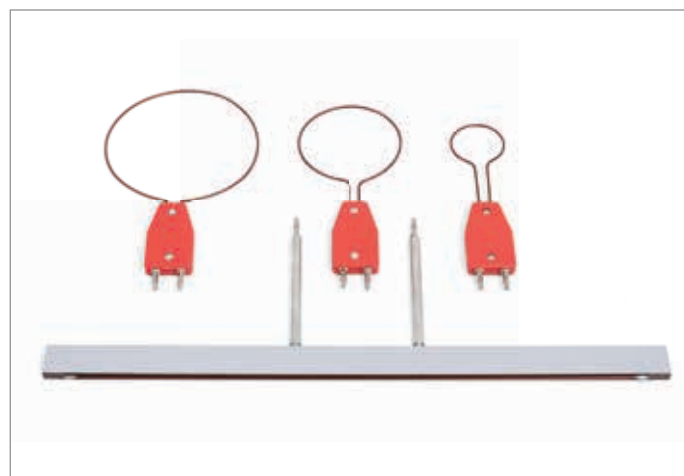
**P-1000964** Suporte para bobinas cilíndricas



**UE3030500**  
PDF online

| Nº de cat. | Descrição   |
|------------|---|
| P-1003193  | Par de bobinas de Helmholtz sobre placa base                |
| P-1021669  | Teslâmetro N (230 V, 50/60 Hz)                              |
| OU         |   |
| P-1021671  | Teslâmetro N (115 V, 50/60 Hz)                              |
| P-1003312  | Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) |
| OU         |   |
| P-1003311  | Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) |
| P-1002849  | Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm          |

### Medição do campo magnético em um par de bobinas com distância variável



### Conjunto de quatro condutores para Biot-Savart

Conjunto de aparelhos de um condutor reto e três redondos para comprovação experimental do cálculo da densidade de fluxo magnético conforme a lei de Biot-Savart.

Conexão: conectores de 4 mm  
 Corrente permanente máxima: 20 A  
 Diâmetro dos condutores redondos: 120 mm, 80 mm e 40 mm  
 Comprimento do condutor reto: 350 mm

**P-1018478**

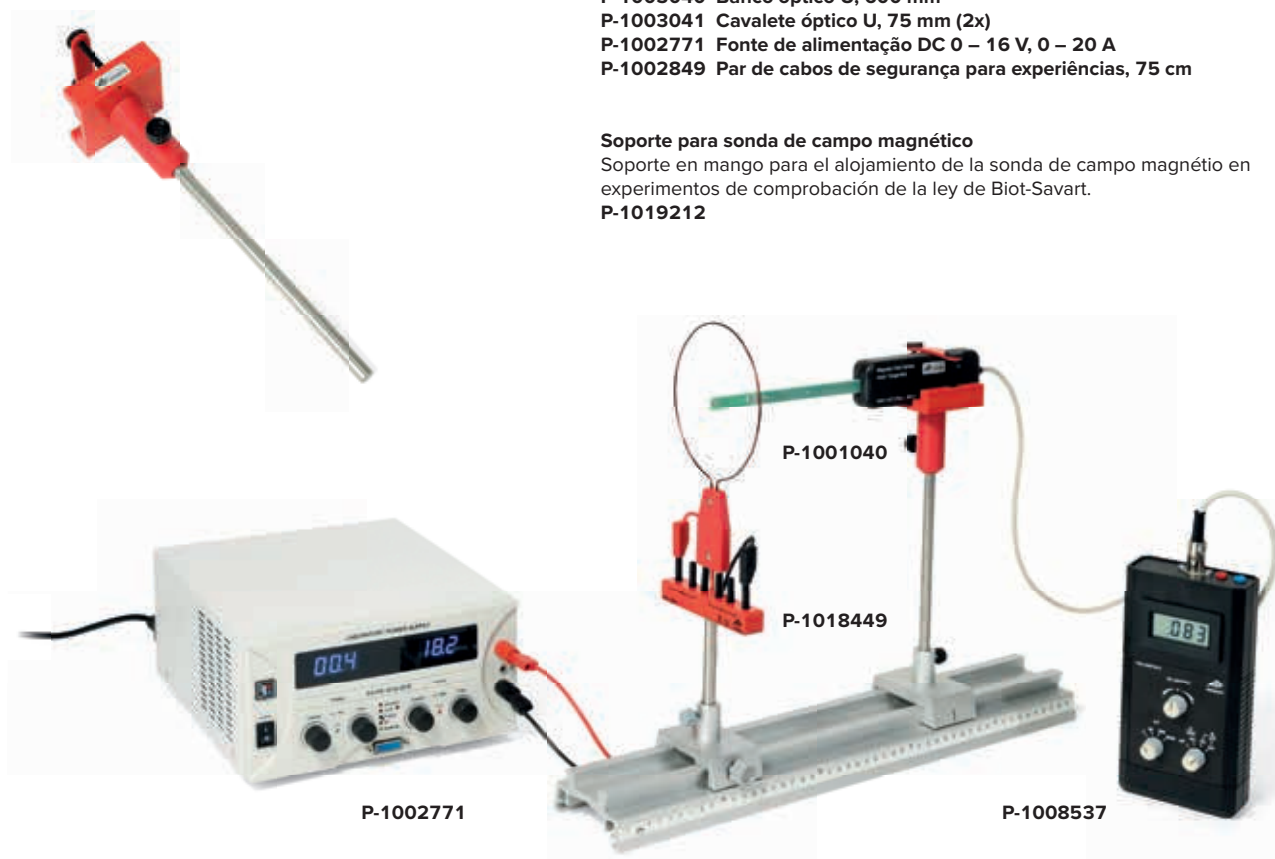
### Recomendação suplementar:

**P-1018449** Suporte para elementos de encaixe  
**P-1019212** Suporte para sonda de campo magnético  
**P-1012892** Sonda de campo magnético flexível  
 ou  
**P-1001040** Sonda de campo magnético, axial/tangencial  
**P-1008537** Teslâmetro E  
**P-1003040** Banco óptico U, 600 mm  
**P-1003041** Cavalete óptico U, 75 mm (2x)  
**P-1002771** Fonte de alimentação DC 0 – 16 V, 0 – 20 A  
**P-1002849** Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm

### Soporte para sonda de campo magnético

Soporte en mango para el alojamiento de la sonda de campo magnético en experimentos de comprobación de la ley de Biot-Savart.

**P-1019212**



### Conjunto de aparelhos balança elétrica

Conjunto de aparelhos para medição da força sobre um condutor de corrente no campo magnético em dependência da corrente, do campo magnético e do comprimento do condutor. A força é calculada a partir da alteração aparente do peso do suporte com o ímã permanente, medida com uma balança sensível.

Corrente máx.: 5 A  
Peso: aprox. 500 g

#### Conteúdo do fornecimento:

6 Condutores de corrente  
Suporte para ímãs permanentes  
6 ímãs permanentes  
Alimentação de eletricidade e suporte para condutores de corrente, basculante

**P-1021822**

#### Exigência complementar:

**P-1002933** Vara de apoio 25 cm

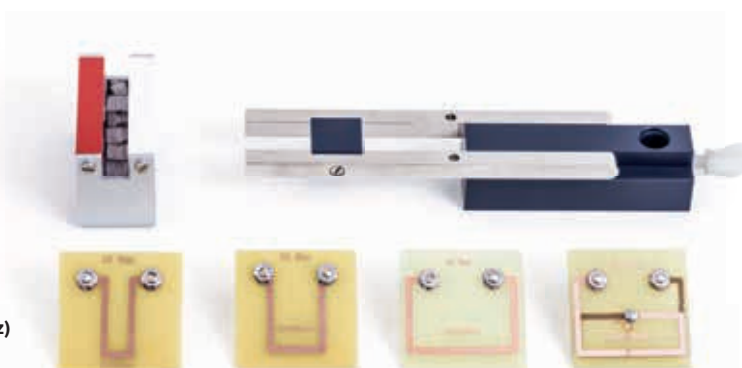
**P-1002835** Tripé, 150 mm

**P-1002850** Par de cabos para experiências

**P-1020859** Balança eletrônica Scout SKX 420 g

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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



### Aparelho de força Lorentz

O instrumento consiste em um poderoso ímã em forma de U, onde um par de trilhos de bronze termina com soquetes de 4mm e um eixo de bronze. Uma unidade da fonte de alimentação é conectada aos trilhos. Quando o eixo é colocado nos trilhos o circuito elétrico fica completo e o eixo é repelido ao longo dos trilhos para longe do campo magnético. Inverter a corrente terá o efeito oposto.

Dimensões: aprox. 175x65x70 mm<sup>3</sup>

**P-1003251**

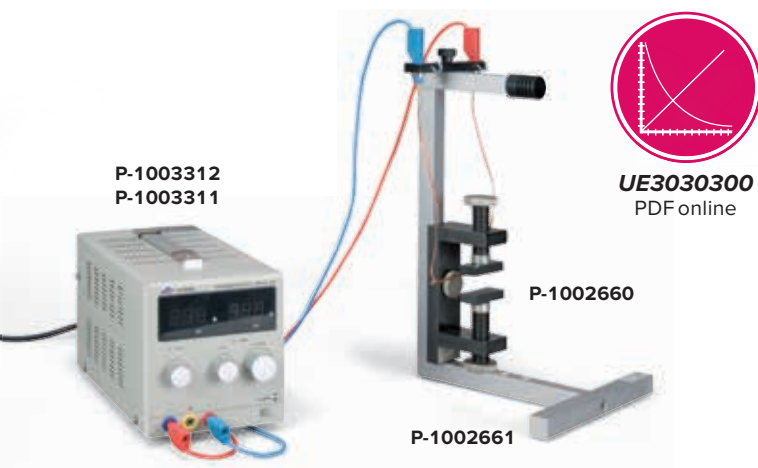
#### Exigência complementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC, 0 – 20 V, 0 – 5A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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

#### Temas para experiências:

- Diamagnetismo e paramagnetismo
- Pêndulo de Waltenhofen
- Força num condutor num campo magnético em configuração paralela e vertical
- Medição de correntes com uma balança de correntes



#### Conjunto de aparelhos eletromagnetismo

Tripé de alumínio anodizado, sólido e estável, com posições predefinidas dos ímãs e recepção para acessórios. Extensão em escada balançante para experiências com balanças elétricas ajustáveis nos passos 0, 15, 30 e 45 mm.

#### Fornecimento:

- 1 tripé de alumínio, anodizado
- 1 escada balançante com tomadas de segurança de 4 mm
- 2 pêndulos de Waltenhof (maciços com fenda)
- 1 vara de vidro com fio de poliéster com ganchos
- 1 vara de alumínio com fio de poliéster com ganchos
- 1 parafuso estriado

P-1002661



#### Motor de Lorentz

Fixação de motor sem núcleo de ferro para a utilização com o ímã permanente, distância entre pólos ajustável (P-1002660). A rotação da bobina ocorre só por causa da força de Lorentz, sendo que a direção de rotação depende da direção da corrente.

P-1002662

#### Exigência complementar:

P-1002660 Ímã permanente com distância entre pólos ajustável  
P-1003312 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

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

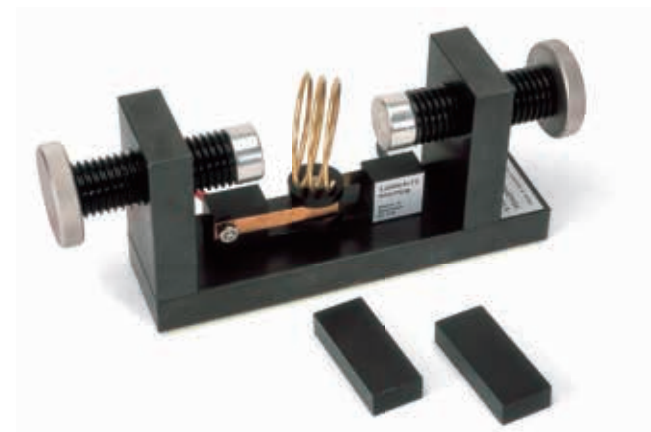


#### Exigência complementar:

P-1002660 Ímã permanente com distância entre pólos ajustável  
P-1003312 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

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

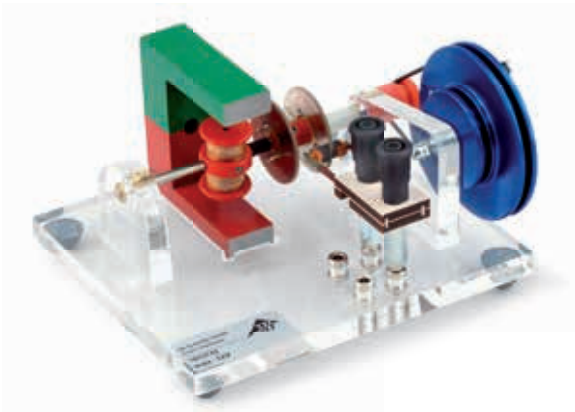


#### Ímã permanente com distância entre pólos ajustável

Ímã permanente com distância entre pólos ajustável e força de campo magnético alta, graças à utilização de dois ímãs de neodímio. Culatra de ferro bruido em preto e alças de rodas de aço fino, possui ainda sapatas polares removíveis. Possibilidade de montagem horizontal e vertical do sistema magnético.

Ímã: 20x10 mm<sup>2</sup>  
Sapata polar: 20x50 mm<sup>2</sup>  
Distância entre pólos: 2 – 80 mm  
Forças do campo no meio da fenda: 20 mT – 1000 mT

P-1002660



#### Motor elétrico e gerador, completo

Modelo de função para demonstração do efeito de motor de corrente contínua e gerador de corrente contínua e alternada. O modelo conta com comutador, anel deslizante, pantógrafo e bobina de ancoragem e é montado sobre placa de acrílico com buchas de conexão, rolo de impulsão e correias de borracha. Inclui ímã ferradura 70 mm.

Dimensões: aprox. 130x150 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 850 g

**P-1017801**

#### Aparelho de indução

Aparelho para a demonstração de tensões de Indução numa bobina de quadro, a qual se move através do campo magnético de uma placa emantada limitada ou do movimento de rolamento de um condutor eletrificado no campo magnético da placa emantada. Através de variações da velocidade, da direção do movimento e do número de espiras da bobina de quadro, pode-se analisar quantitativamente a Lei da Indução de modo experimental. O design transparente da placa magnética e das bobinas, significa que podem ser demonstradas num projetor aéreo. Uma sustentação não dobrável permite instalação inclinada.

Voltagem de operação: 2 – 12 V DC

Bobina de quadro: aprox. 185x125 mm<sup>2</sup>

Dimensões total: aprox. 585x200x55 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 3 kg

#### Fornecimento:

1 aparelho de indução com placa magnética retrátil

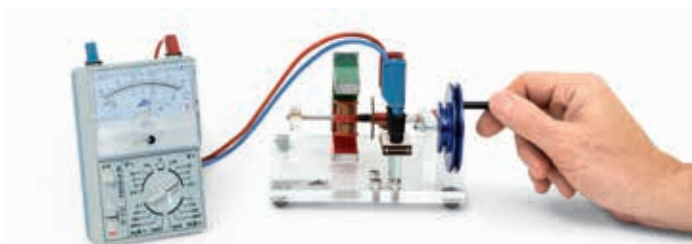
1 bobina de quadro

1 circuito condutor de rotação

**P-1000968**



*Operação como gerador de AC*



*Operação como gerador de DC*

#### Exigência complementar :

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

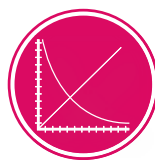
ou

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

**P-1013526** Multímetro analógico Escola 30

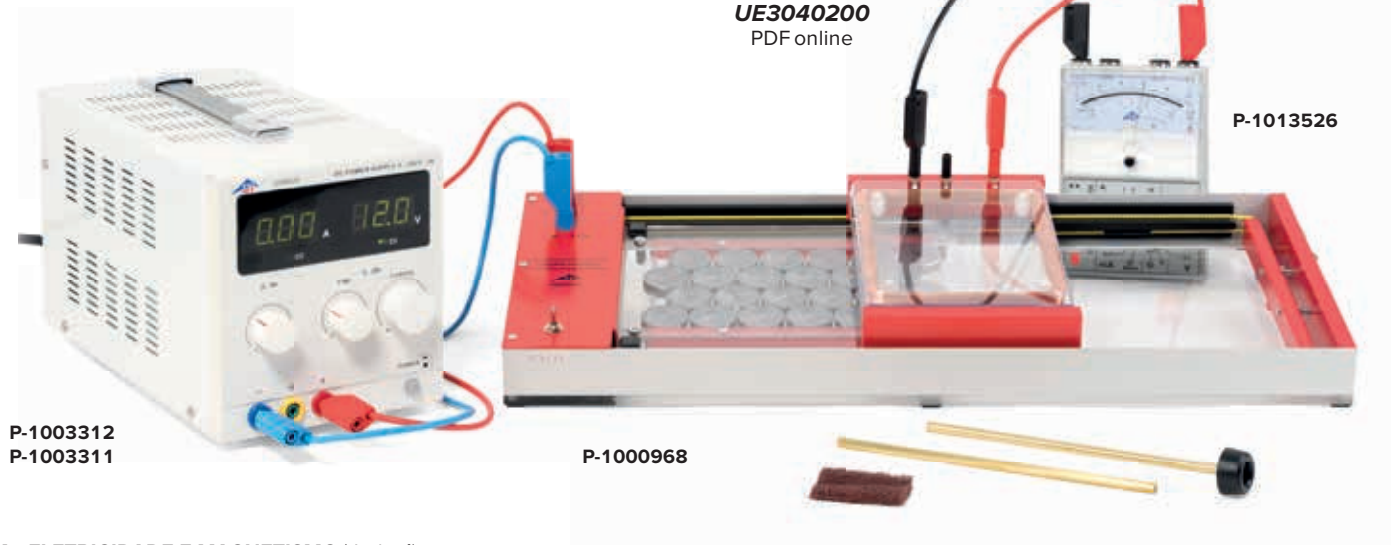
#### Recomendação suplementar:

Retroprojektor



**UE3040200**

PDF online



**P-1003312**

**P-1003311**

**P-1000968**

**P-1013526**



#### Bobina plana e quadro giratório

Bobinas planas em quadro de acrílico transparente giratório para a utilização em associação com as bobinas de Helmholtz de 300 mm (P-1000906). Ao girar a bobina plana no campo magnético da bobina de Helmholtz é induzida uma tensão alternada. A conexão elétrica com a bobina ocorre por contatos deslizantes. Um rolo de corda e uma manivela no eixo do quadro rotativo servem para impulsionar a bobina.

Número de espiras: 4000  
Superfície ativa: 42 cm<sup>2</sup>  
Dimensões: aprox. 110x80x11 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 360 g

**P-1013131**

#### Exigência complementar:

**P-1000906** Bobinas de Helmholtz 300 mm

**P-1013526** Multímetro analógico Escola 30

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

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

#### Bobinas de Helmholtz 300 mm

Par de bobinas de grande diâmetro em configuração de Helmholtz para a geração de um campo magnético homogêneo. As bobinas podem ser conectadas tanto em paralelo como em série. Com pinça de mola de fixação para receber uma sonda de Hall.

Diâmetro da bobina: aprox. 300 mm  
Espiras por bobina: 124 cada  
Resistência de corrente contínua: 1,2  $\Omega$  cada  
Corrente máx. bobina: 5 A cada  
Conexão elétrica: tomadas de segurança de 4 mm  
Massa: aprox. 4,1 kg

**P-1000906**

#### Tubo com 6 bobinas de indução

Tubo de plástico com seis bobinas de indução iguais e ordenadas em série. Caso deixe-se o ímã em bastão incluído no fornecimento cair através do tubo, é então induzida uma tensão de cada vez numa das bobinas, uma após a outra. Sendo que a velocidade do ímã ao cair aumenta com o tempo, as amplitudes dos picos de tensão aumentam com o tempo e a sua largura diminui. Enquanto isso as superfícies debaixo dos picos de tensão permanecem constantes.

Largura da bobina: 10 mm  
Distância entre bobinas: 190 mm  
Dimensões: aprox. 1500 mm x 20 mm  $\varnothing$   
Massa: aprox. 500 g

**P-1001005**

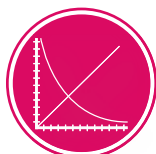
#### Exigência complementar:

**P-1021478** €Lab

**P-1021681** Sensor de tensão 500 mV, diferencial

**P-1021514** Cabo de sensor





UE3040400  
PDF online



#### Pêndulo de Waltenhofen

Conjunto de aparelhos para a demonstração do freio de corrente parasita e da sua ação. Um corpo pendular, feito de disco de metal maciço, efetua movimento de pêndulo passando pelos dois pólos de um ímã eletromagnético desligado. Se o ímã for ligado, o movimento de pêndulo do disco é interrompido e, este fica imóvel após pouco tempo. Se o disco tiver entalhes, o tempo para a imobilização é estendido, ou seja, o efeito de freio é fortemente reduzido. Conjunto de aparelhos consistindo numa vara de pêndulo e quatro discos de alumínio para pêndulo de diversas formas, retangular, retangular com entalhes, circular, anular e anular com entalhe.

Retângulo: 100x60 mm  
Anel: 30 mm Ø interno, 60 mm Ø externo

**P-1000993**

#### Exigência complementar:

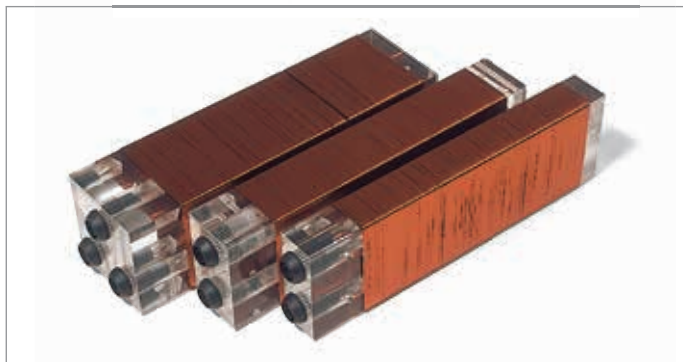
**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000978** Par de sapatas polares

**P-1000989** Bobina com 1,200 espiras (2x)

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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



#### Conjunto de três bobinas de indução

Bobinas para experiências com a indução em associação com a bobina de campo de 120 mm Ø (P-1000592) e com oscilações circulares elétricas. As bobinas só estão previstas para suportar baixas tensões. Corpo das bobinas feito de acrílico transparente.

Conexão: conectores de segurança de 4 mm  
Comprimento da bobina: 170 mm

##### Bobina 1

Número de enrolamentos: 300 com tomadas no 100° e 200° enrolamento

Corte transversal da bobina: 50x50 mm<sup>2</sup>

##### Bobina 2

Número de enrolamentos: 300

Corte transversal da bobina: 50x30 mm<sup>2</sup>

##### Bobina 3

Número de enrolamentos: 300

Corte transversal da bobina: 50x20 mm<sup>2</sup>

**P-1000590**

#### Recomendação suplementar:

**P-1000592** Bobina de campo 120 mm Ø



#### Bobina de indutância

Bobina para a medição da capacidade de indução e de auto-indução de uma bobina percorrida por corrente elétrica, ora dependente do núcleo de ferro introduzido, assim como para a pesquisa de circuitos elétricos alternados. Bobina de arame de cobre em caixa de matéria plástica, a prova de choque, com alça para carregar. Um núcleo de ferro revestido é introduzido na bobina, graças a um parafuso de ajuste; com escala em cm para a leitura do comprimento do núcleo de ferro introduzido na bobina.

Número de enrolamentos: 3000  
Tensão máx. admitida: 30 V AC, 60 V DC  
Corrente máx. admitida: 2 A  
Capacidade de indução a 1 A: aprox. 0,15 – 1,4 H, ajuste contínuo  
Resistência: 12,5 Ω  
Conexões: tomadas de segurança de 4 mm  
Dimensões: aprox. 265x145x130 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 6,2 kg

**P-1003194**

### Tubo de cobre para a lei de Lenz

Aparelho de demonstração portátil para a ilustração da lei de Lenz e a indução de correntes de Foucault (fluxos magnéticos). Um pequeno cilindro de aço e um ímã com massas iguais caem com velocidades diferentes através de um tubo de cobre, porque o movimento da queda do ímã produz um campo magnético através de indução de fluxos magnéticos no tubo de cobre, que reage contra o movimento de queda do ímã. Incluídas de 2 tampas de plástico para a utilização do tubo como recipiente.

Comprimento: aprox. 320 mm  
Diâmetro: aprox. 15 mm

**P-1009716**



**P-1009716**

### Aparelho para a Lei de Lenz

Aparelho para a demonstração qualitativa da Lei de Lenz através da aproximação de um ímã. Um condutor em anel fechado e outro aberto, posicionado sobre base com uma ponta.

Comprimento: 195 mm  
Altura: 110 mm

**P-1009959**

### Exigência complementar:

**P-1003112 Ímã em bastão redondo 200x10**

### Motor experimental com transmissão

Motor para experiências com movimentos de rotação de aplicação universal, por exemplo, para ensaios com o pêndulo de Watt (P-1009695). Utilizável como gerador em associação com a manivela incluída no fornecimento. Robusto motor de corrente contínua de rotação à direita e à esquerda com engrenagem de transmissão planetária e mandril de fixação rápida numa estrutura sólida de alumínio anodizado com barra de tripé removível e ajustável de aço fino. Número de rotações ajustável através da tensão de alimentação, momento de torção ajustável. Inclui polia de 3 níveis com nervura sobre cabo de retenção.

Número de rotações em marcha em vazio: aprox. 650 U/min com 18 V

Regulagem dos números de rotação: aprox. 36 U/min por V

Abertura do mandril: 0,8 - 10 mm

Polia de transmissão: 10 mm Ø, 20 mm Ø, 40 mm Ø

Vara de suporte: 10 mm Ø

Correia de transmissão: Ø 130 mm x 4 mm

Tensão nominal: 1,5 - 18 V DC

Conexão: por tomadas de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 210x110x70 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,2 kg

### Fornecimento:

Motor experimental

Barra de tripé com parafuso de ajuste

Manivela

Polia

Correia de transmissão

**P-1021806**



**P-1009959**

**P-1021806**

### Exigência complementar:

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

ou

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

### Recomendação suplementar:

**P-1003331 Estroboscópio digital (230 V, 50/60 Hz)**



Também para  
experiências com  
indução

#### Temas de experiências:

- Transformação de tensão
- Transformador de alimentação
- Transformação de corrente
- Auto-transformador
- Experiências com campos magnéticos de dispersão
- Fornos de indução
- Solda de ponto
- Experiências de derretimento
- Experiências com alta-tensão



#### Bobinas primárias e secundárias para o núcleo de transformador D

Bobinas seguras ao toque de plástico resistente aos choques para a utilização como bobina primária ou secundária em associação com o núcleo de transformador D (P-1000976). Com conectores de segurança. Utilizadas como bobinas secundárias, as bobinas podem levar baixa ou alta tensão, conforme a tensão primária, e não devem então ser utilizadas em experiências didáticas.

|                 | P-1000988  | P-1000989   | P-1000990    |
|-----------------|------------|-------------|--------------|
| Nº de espiras   | 600        | 1200        | 6000         |
| Tomadas         | 200/600    | 400/1200    | 2000/6000    |
| Resistência     | 3 $\Omega$ | 12 $\Omega$ | 300 $\Omega$ |
| Corrente máxima | 2,2 A      | 1,2 A       | 0,2 A        |
| Indutância      | 15 mH      | 60 mH       | 1,5 H        |

#### Bobina de baixas tensões D

Bobina secundária para o núcleo de transformador D (P-1000976) para a geração de baixas tensões até 24 V. Com cinco punhos. Feito de matéria plástica resistente aos choques, seguro ao toque.

Conexões: tomadas de segurança  
Nº de espiras: 72  
Tomadas: 6/ 30/ 54/ 66/ 72  
Resistência: 0,1  $\Omega$   
Corrente máxima: 12 A  
Indutância: 0,23 mH

**P-1000985**

#### Exigência complementar:

**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000987** Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1000986** Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)

#### Bobina de rede D com cabo de conexão

Bobina segura ao toque com cabo de conexão à rede para a utilização como bobina primária em associação com o núcleo de transformador D (P-1000976). Feito de matéria plástica resistente aos choques, seguro ao toque.

#### Núcleo de transformador D

Núcleo em U com culatra removível, feito de lata laminada de alta qualidade para transformadores. Inclui dois tensores para a fixação da culatra ou das sapatas polares perfuradas (P-1000978).

Diâmetro do núcleo: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Núcleo em U: aprox. 150x130 mm<sup>3</sup>  
Comprimento da culatra: 150 mm  
Massa: aprox. 6 kg

**P-1000976**

#### Bobina de alta tensão D inclui 2 eletrodos em chifre

Bobina secundária para o núcleo de transformador D (P-1000976) para a geração de altas tensões que podem produzir uma faísca entre dois eletrodos em chifre isolados. Feito de matéria plástica resistente aos choques, seguro ao toque.

Nº de espiras: 24000  
Tensão de ponto morto: aprox. 9200 V  
Resistência: 10 k $\Omega$   
Corrente máxima: 0,02 A  
Indutância: 28 H

**P-1000991**

#### Exigência complementar:

**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000987** Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1000986** Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)

#### Bobina de corrente alta D para ensaio de derretimento de pregos

Bobina secundária para o núcleo de transformador D (P-1000976) para a geração de correntes altas que são apropriadas para o derretimento de pregos. Feito de matéria plástica resistente aos choques.

Nº de espiras: 6  
Resistência: 3 m $\Omega$   
Corrente máxima: 60 A  
Indutância: 0,25 mH

**P-1000984**



|                           | P-1000987  | P-1000986  |
|---------------------------|--|--|
|                           | Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz) | Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz) |
| Descrição                 |  |  |
| Potência máx. de corrente | 600  | 300  |
| Resistência               | 3 $\Omega$   | 0,75 $\Omega$  |
| Corrente máxima           | 2,2 A  | 4,4 A  |
| Indutância                | 15 mH  | 7,5 mH   |



Experiência do anel de Thomson



#### Bobina D, 900 espiras

Bobina com 900 espiras e proteção térmica de sobrecarga. Para a produção de campos magnéticos grandes em combinação com o núcleo em U (P-1000979).

|   |  |
|---|--|
| Número de espiras:                                      | 900  |
| Indutância:   | aprox. 34 mH   |
| Resistência:  | aprox. 4,8 $\Omega$ (em temperatura de ambiente)<br>aprox. 6,0 $\Omega$ (com força de corrente máxima) |
| Corrente máxima admitida:                               | 5 A (por aprox. 7 min)   |
| Tempo de espera para reiniciar após sobrecarga térmica: | aprox. 10 min  |
| Massa:  | aprox. 1,6 kg  |

**P-1012859**



#### Anel de metal

Anel de metal para a execução da experiência do anel de Thomson em associação com a bobina de rede (P-1000987 ou P-1000986) e um núcleo de transformador com culatra (P-1000976). No princípio o anel de metal envolve um braço de um tubo em U e fica encima da bobina de rede. O braço do tubo em U é então alongado pela culatra colocada verticalmente. Ao ligar a bobina, o anel é lançado pelos ares.

|           |              |
|-----------|--------------|
| Diâmetro: | aprox. 55 mm |
|-----------|--------------|

**P-1000992**

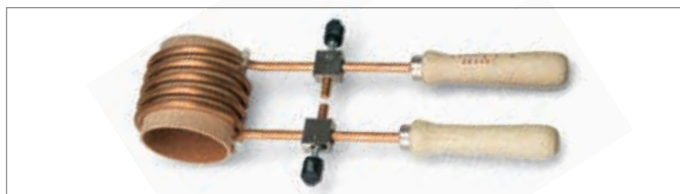
#### Exigência complementar:

**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000987** Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000986** Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)



#### Bobina de alta corrente com 5 espiras

Bobina secundária para o núcleo de transformador D (P-1000976) para a geração de altas correntes que são adequadas para a solda de ponto em lathas de até 2 mm de espessura.

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Nº de espiras:              | 5            |
| Corrente de curto-circuito: | aprox. 260 A |
| Diâmetro da bobina:         | 57 mm        |
| Massa:                      | aprox. 650 g |

**P-1000981**

#### Exigência complementar:

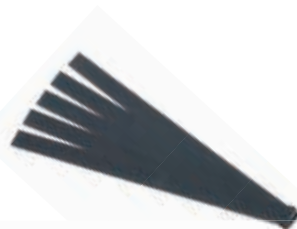
**P-1000982** Conjunto de 5 tiras de lata

**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000987** Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000986** Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)



#### Conjunto de 5 tiras de latão

5 tiras de latão para a demonstração do procedimento de soldagem por pontos em associação com a bobina de 5 voltas (P-1000981).

Dimensões: aprox. 120x10 mm<sup>2</sup>

**P-1000982**



#### Jogo de 20 pregos para derretimento em experiência

20 pregos para experiências com derretimento por meio da bobina de alta corrente (P-1000984).

**P-1000983**



#### Canal de derretimento

Calha circular de cobre com punho de isolamento para a demonstração do princípio do derretimento por Indução na utilização como bobina secundária para o núcleo de transformador de 40x40 (P-1000976).

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Corrente máxima:  | aprox. 1300 A |
| Diâmetro interno: | 57 mm         |
| Massa:            | aprox. 80 g   |

**P-1000980**

#### Materiais de derretimento apropriados:

Liga de materiais: Latão

#### Exigência complementar:

**P-1000976** Núcleo de transformador D

**P-1000987** Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000986** Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)



**A. Estrutura para sapatas polares D**  
Estrutura para sapatas polares com distâncias ajustáveis para a produção de um campo magnético homogêneo sobre o núcleo em U modelo D (P-1000979). Inclui duas peças separadoras de 20 mm, quatro separadores de 10 mm e quatro separadores de 5 mm.  
Dimensões: aprox. 150x120x40 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 5,7 kg  
**P-1008525**



**B. Núcleo em U modelo D**  
Núcleo em U dos núcleos de transformador D (P-1000976).  
**P-1000979**



**C. Par de sapatas polares D**  
Par de sapatas polares com extremidades cônicas para a geração de um forte campo magnético não homogêneo sobre o núcleo em U modelo D (P-1000979). Com perfurações para experiências óticas em campos magnéticos.  
Estator: 40x40 mm<sup>2</sup>  
Massa: aprox. 1,7 kg  
**P-1000978**



**D. Par de tensores D**  
Par de tensores incluídos no fornecimento do núcleo de transformador D (P-1000976).  
**P-1000977**



**E. Par de sapatas polares e tensores D para o efeito de Hall**  
Par de sapatas polares para experiências do efeito semicondutor de Hall. Com tensores para a montagem sobre o núcleo em U modelo D (P-1000979).  
Dimensões de uma sapata polar: 40x40x75 mm<sup>3</sup>  
Massa total: aprox. 2 kg  
**P-1009935**

**Temas de experiências:**

- Transformação de tensão
- Transformador de alimentação
- Transformação de corrente
- Auto-transformador
- Experiências com campos magnéticos de dispersão
- Experiências de derretimento



#### Bobinas de transformador S

Bobinas seguras ao toque feitas de matéria plástica a prova de choque para a montagem de um transformador em associação com o núcleo de transformador S (P-1001004).

Tensão máxima: 50 V (baixa tensão)  
Conexões: tomadas de segurança de 4 mm  
Abertura para núcleo de ferro: 20x20 mm<sup>2</sup>

| Nº de cat. | Nº de espiras | Corrente máxima | Indutância    |
|------------|---------------|-----------------|---------------|
| P-1001000  | 600           | 800 mA          | aprox. 6 mH   |
| P-1001001  | 800           | 600 mA          | aprox. 10 mH  |
| P-1001002  | 1200          | 400 mA          | aprox. 25 mH  |
| P-1001003  | 2400          | 200 mA          | aprox. 100 mH |



#### Núcleo de transformador S

Núcleo em U com culatra removível feito de latão para transformadores de alta qualidade.

Corte transversal do núcleo: 20x20 mm<sup>2</sup>  
Núcleo em U: aprox. 70x70 mm<sup>2</sup>  
Comprimento da canga: aprox. 70 mm

**P-1001004**



#### Bobina de alta corrente S

Bobina secundária para o núcleo de transformador S (P-1001004) para a produção de altas correntes.

Número de espiras: 22  
Corrente máxima: 10 A  
**P-1000999**

#### Temas para experiências:

- Ondas de Hertz (Ondas eletromagnéticas de alta frequência)
- Absorção e transmissão
- Descarga de corona
- Descarga de faísca
- Transmissão sem fios de energia para uma lâmpada fluorescente
- Ondas paradas sobre uma bobina de Tesla



#### Transformador de Tesla

Transformador clássico de Tesla para a geração de uma alta tensão segura de alta frequência que parte de aprox. 100 kV. A bem concebida configuração aberta de todos os componentes que facilitam a demonstração do projeto e da função. O aparelho é construído à prova de choque por causa da sua operação de voltagem extra baixa.

Nº de espiras na bobina

primária: 2 – 10

Nº de espiras nas

bobinas secundárias: 1150

Voltagem primária: 20 V AC

Voltagem secundária: >100 kV

Transformador: aprox. 330x200x120 mm<sup>3</sup>

Bobinas secundárias: aprox. 240 mm x 75 mm Ø

Massa: aprox. 3 kg

#### Fornecimento:

1 transformador de Tesla, aparelho básico

1 bobina de mão

1 bobina secundária

1 eletrodo esférico, curto

1 eletrodo esférico, longo

1 eletrodo de agulha com roda de spray

1 tubo fluorescente

1 reflector

**P-1000966**

#### Exigência complementar:

**P-1003593** Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 6 A (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1008692** Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 6 A (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1000967** Bobina suplementar para o transformador Tesla



#### Bobina suplementar para o transformador Tesla

Bobina secundária adicional para o transformador Tesla (P-1000966).

Dimensões: aprox. 240 mm x 75 mm Ø

**P-1000967**



#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 0 – 6 A

Fonte de alimentação combinada com saída separada de AC e DC e indicações cada vez em separado da tensão de saída e da corrente de saída. A saída DC pode ser empregada como fonte de corrente ou de tensão ajustável de forma contínua. A saída AC é limitada para a corrente e protegida eletronicamente contra sobrecarga.

Tensão DC: 0 – 30 V

Corrente DC: 0 – 6 A

Tensão AC: 0 – 30 V

Corrente AC: máx. 6 A

Dimensões: aprox. 380x140x300 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 12 kg

#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 0 – 6 A (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003593**

#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 0 – 6 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1008692**

#### Orientação:

Aparelhos destinados à análise de fenômenos eletromagnéticos em locais de formação, pesquisa e educação podem ultrapassar os limites de interferência conforme a norma de compatibilidade eletromagnética EMV.

As interferências geradas pelo aparelho ultrapassam os limites permitidos de interferência conforme normas aplicáveis de compatibilidade eletromagnética e podem levar ao prejuízo das funções de outros aparelhos eletrônicos no interior da edificação e no ambiente.

O usuário é responsável por reduzir e impedir este prejuízo e deve tomar as providências necessárias caso surjam interferências problemáticas.

#### Temas para experiências:

- Emissão termiônica de elétrons
- Propagação retilínea de elétrons em campos nulos
- Desvio em campos magnéticos e elétricos
- Determinação da polaridade da descarga de elétrons
- Determinação da carga específica  $e/m$
- Choque eletrônico não elástico
- Luminescência
- Características de ondas e partículas de elétrons



#### TELTRON® Tubo de elétrons D

Mundialmente conhecido e comprovado há muitos anos: Tubos de elétrons com cátodo incandescente para a pesquisa experimental das propriedades do elétron livre.

- Emissão termiônica de elétrons
- Propagação retilínea de elétrons em campos nulos
- Desvio em campos magnéticos e elétricos
- Determinação da polaridade da descarga de elétrons
- Determinação da carga específica  $e/m$
- Choque eletrônico não elástico
- Luminescência
- Características de ondas e partículas de elétrons

São desnecessárias medidas de segurança contra radiação ionizante, pois a operação dos tubos não necessita de altas tensões acima de 5 kV.

#### Tubo para difração de elétrons D

Tubo de elétrons de alto vácuo para a comprovação da natureza ondulatória dos elétrons, através da observação de interferências que se originam após a difração dos elétrons por uma rede poli cristalina de grafite (difração Debye-Scherrer) e que se tornam visíveis no anteparo fluorescente. Determinação do comprimento de onda em função da tensão anódica a partir dos raios dos anéis de refração e da distância entre níveis de rede da grafite. Comprovação da hipótese de Broglie.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC  
Tensão anódica máxima: 5000 V  
Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V  
Constantes da rede de grafite:  $d_{10} = 0,213$  nm,  $d_{11} = 0,123$  nm

**P-1013885**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009960** Adaptador de proteção de três pólos

#### Indicação:

Na utilização de somente uma fonte de alimentação de alta tensão, a tensão dos ânodos e a tensão dos capacitores não podem ser escolhidos independentemente um do outro.

Registro em quarto escuro em 3 kV e 4,5 kV.



#### Tubo de desvio de elétrons D

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons focalizador e tela luminescente inclinada contra o eixo do feixe na qual o percurso do feixe é visualizado para a pesquisa de feixes de elétrons em campos elétricos e magnéticos. No campo elétrico do capacitor de placa integrado, os feixes de elétrons podem ser desviados eletricamente e magneticamente por meio do par de bobinas de Helmholtz D (P-1000644). Através da compensação do desvio magnético por meio do desvio elétrico pode ser determinada a carga específica  $e/m$  e a velocidade do elétron.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC  
Tensão anódica máxima: 5000 V  
Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V  
Tensão do capacitor máx.: 5000 V  
Anteparo de fluorescência: aprox. 90x60 mm<sup>2</sup>  
Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø  
Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000651**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1000644** Par de bobinas de Helmholtz D

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) (2x)

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

ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz) (2x)

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

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos





#### Tubo Perrin D

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons focalizador, tela luminescente e gaiola de Faraday na parte lateral. Para a comprovação da polaridade negativa de elétrons e para a determinação da carga específica  $e/m$  do elétron por meio de desvio magnético numa gaiola de Faraday associada ao eletroscópio (P-1003048). Adicionalmente pode ser pesquisado o desvio de elétrons em dois campos alternados perpendiculares um ao outro, e por exemplo, demonstrar o fato através da geração de figuras de Lissajous.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Corrente de raio: 4  $\mu$ A em 4000 V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm  $\varnothing$

Anteparo fluorescente: aprox. 85 mm  $\varnothing$

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000650**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1000644** Par de bobinas de Helmholtz D

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

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

ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

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

#### Recomendação suplementar:

**P-1003048** Eletroscópio

**P-1000645** Bobina suplementar

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos



#### Tubo de cruz de Malta D

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons divergente, tela luminescente e cruz de malta. Para a comprovação da propagação retilínea dos elétrons em espaço livre de campos através de projeções de sombra e para a introdução à óptica dos elétrons.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm  $\varnothing$

Anteparo fluorescente: aprox. 85 mm  $\varnothing$

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000649**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos

**P-1000644** Par de bobinas de Helmholtz D

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

ou

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

#### Tubo de luminescência D

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons divergente e três faixas luminosas nas cores vermelho, verde e azul. Para a demonstração da excitação de emissões de luz durante o bombardeio de elétrons.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm  $\varnothing$

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000648**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

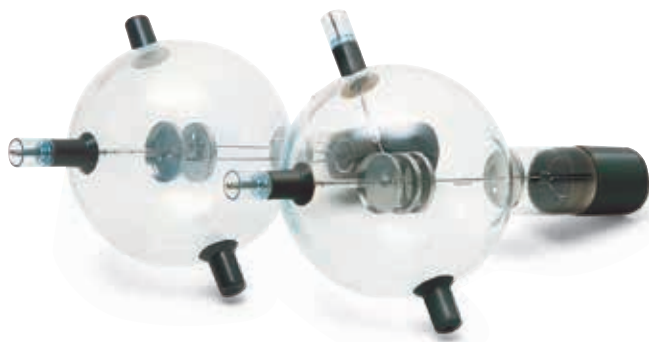
ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos





### Triodo D

Tubos de alto vácuo com cátodo incandescente, grade de controle e ânodo para a pesquisa quantitativa de tubos de alto vácuo controláveis, para o registro das linhas características de um triodo, para a determinação da polaridade negativa das cargas dos elétrons assim como para a pesquisa das utilizações técnicas do triodo como amplificador e para a produção de oscilações não amortecidas em circuitos LC.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC

Tensão anódica máxima: 500 V

Corrente anódica: aprox. 2 mA em 200 V tensão anódica

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000647**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003307** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos

### Diodo D

Tubo de elétrons de alto vácuo com cátodo incandescente e ânodo para a pesquisa do efeito de incandescência elétrica (efeito de Edison), para a medição da corrente de emissão em função da temperatura de aquecimento do cátodo incandescente assim como para o registro de linhas de características de díodos e para a demonstração da função retificadora de um díodo.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC

Tensão anódica máxima: 500 V

Corrente anódica: aprox. 2 mA em 200 V tensão anódica

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000646**



### Triodo a gás D

Tubo de elétrons parcialmente evacuado, preenchido com gás He, com cátodo incandescente, grade de controle e ânodo para a análise quantitativa das propriedades características de um triodo carregado de gás, recepção da linha característica  $I_A$  e  $U_A$  de um tiratron, observação da descarga independente e dependente, bem como para a observação da transmissão descontínua de energia dos átomos de He em choques inelásticos com elétrons livres.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC

Tensão anódica máxima: 500 V

Corrente anódica: aprox. 10 mA em 200 V tensão anódica

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Comprimento total: aprox. 260 mm

**P-1000653**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003307** Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D

**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003307** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1009961** Adaptador de proteção de dois pólos



|                                      |  | P-1000646      | P-1000647       | P-1000653             |
|--------------------------------------|--|----------------|-----------------|-----------------------|
|                                      |  | <b>Diodo D</b> | <b>Triodo D</b> | <b>Triodo a gás D</b> |
| <b>P-1008507</b>                     | <b>Suporte dos tubos D</b>                           | necessário     | necessário      | necessário            |
| <b>P-1002847</b>                     | <b>Conjunto de cabos para experiências com tubos</b> | necessário     | necessário      | necessário            |
| <b>P-1003308</b> ou <b>P-1003307</b> | <b>Fonte de alimentação 500 V DC</b>                 | necessário     | necessário      | necessário            |
| <b>P-1003310</b> ou <b>P-1003309</b> | <b>Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV</b>     | —              | —               | —                     |
| <b>P-1000644</b>                     | <b>Par de bobinas de Helmholtz D</b>                 | —              | —               | —                     |
| <b>P-1003312</b> ou <b>P-1003311</b> | <b>Fonte de alimentação DC 20 V</b>                  | —              | —               | —                     |
| <b>P-1013527</b>                     | <b>Multímetro analógico ESCOLA 100</b>               | necessário     | necessário      | necessário            |
| <b>P-1009961</b>                     | <b>Adaptador de proteção de dois pólos</b>           | recomendado    | recomendado     | recomendado           |
| <b>P-1009960</b>                     | <b>Adaptador de proteção de três pólos</b>           | —              | —               | —                     |
| <b>P-1000645</b>                     | <b>Bobina suplementar</b>                            | —              | —               | —                     |
| <b>P-1003048</b>                     | <b>Eletroscópio</b>                                  | —              | —               | —                     |

### Tubo de raio duplo D

Tubo de elétrons parcialmente evacuado, preenchido com gás néon com canhão de elétrons tangencial e axial. Para a determinação da carga específica  $e/m$  do diâmetro da órbita dos elétrons em entrada tangencial e campo magnético posicionado verticalmente, bem como para a observação da órbita em espiral dos elétrons com entrada axial e campo magnético coaxial. A órbita dos elétrons torna-se visível como um fino raio luminoso através da estimulação por colisão com os átomos de néon.

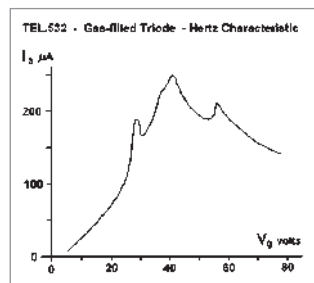
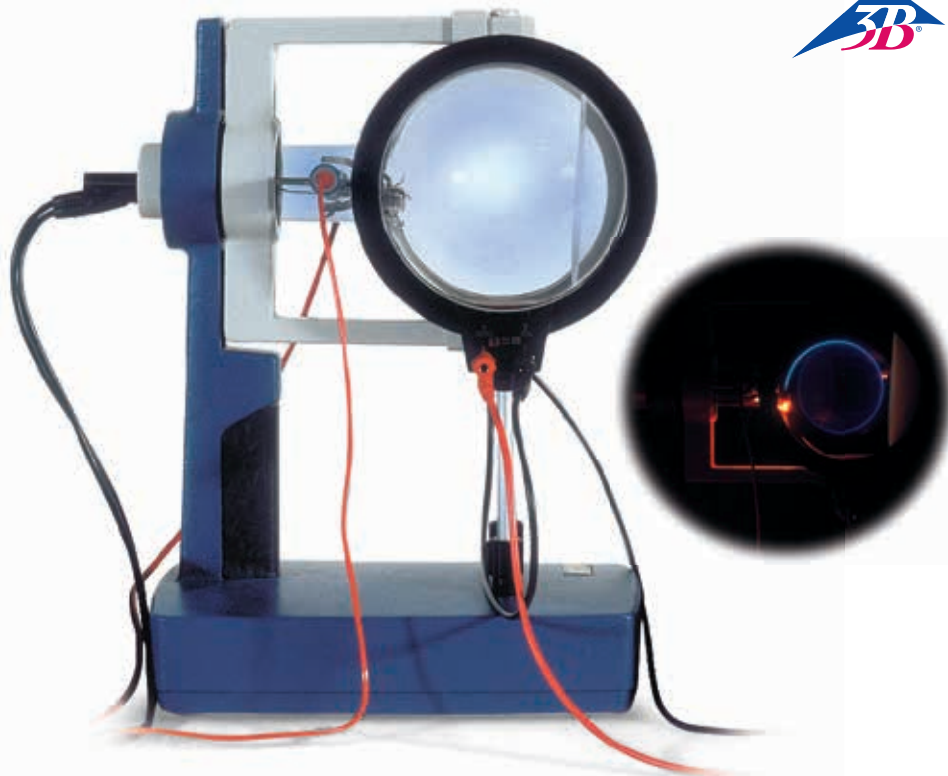
Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V  
Tensão anódica: aprox. 150 V DC  
Corrente anódica máx.: < 30 mA  
Tensão de desvio máx.: 50 V DC  
Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø  
Comprimento total: aprox. 260 mm  
**P-1000654**

#### Exigência complementar:

**P-1008507** Suporte dos tubos D  
**P-1002847** Conjunto de cabos para experiências com tubos  
**P-1000644** Par de bobinas de Helmholtz D  
**P-1003308** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60Hz)

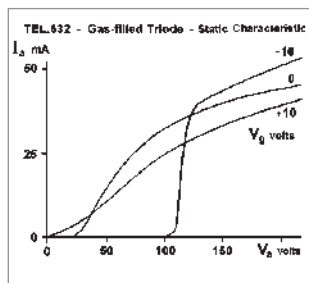
OU

**P-1003307** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)



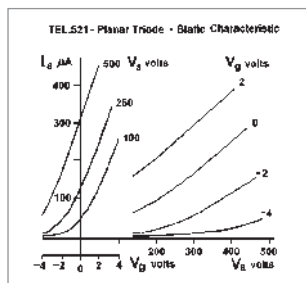
#### P-1000653:

Excitação dos elétrons em função da tensão de aceleração  $U_A$  no hélio



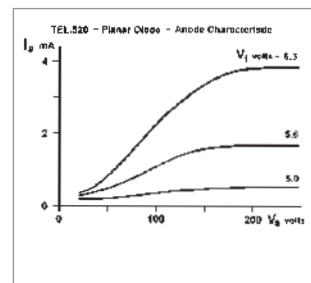
#### P-1000653:

Corrente anódica  $I_A$  em função da tensão anódica  $U_A$  em diferentes tensões de grade  $U_G$



#### P-1000647:

Corrente anódica  $I_A$  em função da tensão de grade  $U_G$  e em função da tensão anódica  $U_A$  em diferentes tensões de grade  $U_G$



#### P-1000646:

Corrente anódica  $I_A$  em função da tensão anódica  $U_A$

| P-1000654                   | P-1000648                      | P-1000649                      | P-1000650            | P-1000651                           | P-1013885                             |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Tubo de raio duplo D</b> | <b>Tubo de luminescência D</b> | <b>Tubo de cruz de Malta D</b> | <b>Tubo Perrin D</b> | <b>Tubo de desvio de elétrons D</b> | <b>Tubo de refração de elétrons D</b> |
| necessário                  | necessário                     | necessário                     | necessário           | necessário                          | necessário                            |
| necessário                  | necessário                     | necessário                     | necessário           | necessário                          | necessário                            |
| necessário                  | —                              | —                              | —                    | —                                   | —                                     |
| —                           | necessário                     | necessário                     | necessário           | 2x necessário                       | necessário                            |
| necessário                  | —                              | recomendado                    | necessário           | necessário                          | —                                     |
| —                           | —                              | recomendado                    | necessário           | necessário                          | —                                     |
| —                           | —                              | —                              | —                    | —                                   | —                                     |
| —                           | recomendado                    | recomendado                    | recomendado          | recomendado                         | —                                     |
| —                           | —                              | —                              | —                    | —                                   | recomendado                           |
| —                           | —                              | —                              | recomendado          | —                                   | —                                     |
| —                           | —                              | —                              | recomendado          | —                                   | —                                     |



#### Suporte dos tubos D

Suporte para tubos de matéria plástica robusta para a recepção de todos os tubos de elétrons da série D assim como da câmara para a interferência de Debye-Scherrer (P-1000656). Com tensor rotativo em 360° feito de matéria plástica resistente ao calor e duas perfurações para a recepção do par de bobinas de Helmholtz D (P-1000644). A prova de escorregamento sobre três pés de borracha.

Dimensões: aprox. 230x175x320 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 1,5 kg

**P-1008507**

#### Bobina suplementar

Bobina adicional para a geração de um campo magnético adicional no tubo de Perrin. Para, por exemplo, a demonstração do modo de funcionamento de um osciloscópio assim como para a geração de figuras de Lissajous.

Número de espiras: 1000  
 Resistência real: aprox. 7  $\Omega$   
 Capacidade de carga: máx. 2 A  
 Conexões: conectores de 4 mm  
 Dimensões: aprox. 33 mm x 80 mm  $\varnothing$

**P-1000645**



#### Equivalente óptico para a interferência de Debye-Scherrerr

Disco de alumínio com grade em cruz ótica sobre rolamento para a visualização da interferência de Debye-Scherrer com luz visível. A grade em cruz rotativa serve de modelo para a grade policristalina de grafite no tubo de difração de elétrons. Inclui diafragma de orifício e filtros cromáticos vermelho e verde.

Rede cruzada: com 20 raias/mm, 3 mm  $\varnothing$   
 Volante de disco: 100 mm  $\varnothing$   
 Anteparo: 1 mm  $\varnothing$   
 Quadro do anteparo: 50x50 mm<sup>2</sup>  
 Filtro: 80x100 mm<sup>2</sup>

**P-1000656**

#### Recomendação suplementar:

**P-1008507** Suporte de tubo D

**P-1020630** Luminária óptica

**P-1003023** Lente convergente,  $f = 100$  mm

**P-1000855** Suporte de objeto sobre haste

**P-1000608** Tela de projeção

**P-1002835** Pé de apoio

**P-1001046** Pé em barril (3x)



#### Adaptador de proteção, 2 pólos

Adaptador para os tubos de elétrons D para conexão da tensão de aquecimento com cabos de experiência de segurança. Com comutador interno de proteção para a proteção do fio aquecedor contra sobrecargas. As dimensões são adequadas para o tampão de conexão de dois pólos do tubo.

**P-1009961**



#### Adaptador de proteção, 3 pólos

Adaptador para o tubo de refração de elétrons D (P-1013885) para conexão da tensão de aquecimento com cabos de experiência de segurança. Com comutador interno de proteção para a proteção do fio aquecedor contra sobrecargas. As dimensões são adequadas para o tampão de conexão de três pólos do tubo.

**P-1009960**



#### Par de bobinas de Helmholtz D

Par de bobina para a produção de um campo magnético homogêneo perpendicular ao eixo do tubo sendo utilizado o suporte para tubos D (P-1008507). Em saco de plástico sobre pé de apoio isolado.

Diâmetro das bobinas: 136 mm  
 Número de espiras: 320 cada  
 Resistência real: aprox. 6,5  $\Omega$  cada  
 Capacidade de carga: 1,5 A cada  
 Conexões: conectores de 4 mm  
 Suporte: aprox. 145 mm x 8 mm  $\varnothing$

**P-1000644**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz)  
 ou

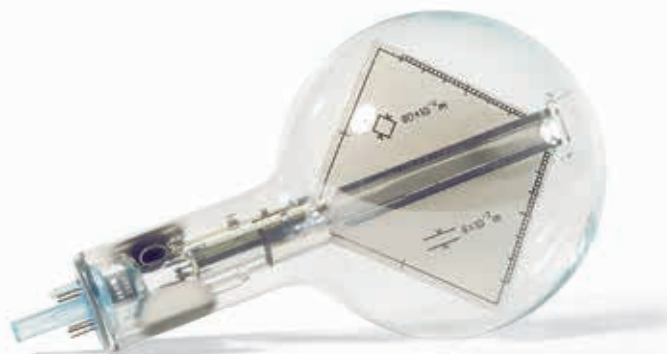
**P-1003311** Fonte de alimentação DC 0–20 V, 0–5 A (115 V, 50/60 Hz)



**P-1000656**

#### Temas para experiências:

- Emissão termiônica de elétrons
- Propagação retilínea de elétrons em campos nulos
- Desvio em campos magnéticos e elétricos
- Determinação da polaridade da descarga de elétrons
- Determinação da carga específica  $e/m$
- Choque eletrônico não elástico
- Luminescência
- Espectros de excitação de gases nobres
- Resolução de números quânticos principais e secundários de nível de excitação atômica
- Características de ondas e partículas de elétrons



#### TELTRON® Tubo de elétrons S

Mundialmente conhecido e comprovado há muitos anos: Tubos de elétrons com cátodo incandescente para a pesquisa experimental das propriedades do elétron livre.

- Emissão termiônica de elétrons
- Propagação retilínea de elétrons em campos nulos
- Desvio em campos magnéticos e elétricos
- Determinação da polaridade da descarga de elétrons
- Determinação da carga específica  $e/m$
- Choque eletrônico não elástico
- Luminescência
- Espectros de excitação de gases nobres
- Resolução de números quânticos principais e secundários de nível de excitação atômica
- Características de ondas e partículas de elétrons

São desnecessárias medidas de segurança contra radiação ionizante, pois a operação dos tubos não necessita de altas tensões acima de 5 kV.

#### Tubo de Thomson S

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons focalizador e tela luminescente inclinada contra o eixo do feixe na qual o percurso do feixe é visualizado para a pesquisa de feixes de elétrons em campos elétricos e magnéticos. No campo elétrico do capacitor de placa integrado, os feixes de elétrons podem ser desviados eletricamente e magneticamente por meio do par de bobinas de Helmholtz S (P-1000611). Através da compensação do desvio magnético por meio do desvio elétrico pode ser determinada a carga específica  $e/m$  e a velocidade do elétron.

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Tensão de aquecimento:    | 6,3 V AC                |
| Tensão anódica máxima:    | 5000 V                  |
| Corrente anódica:         | aprox. 0,1 mA em 4000 V |
| Tensão do capacitor máx.: | 500 V                   |
| Ampola de vidro:          | aprox. 130 mm Ø         |
| Comprimento total:        | aprox. 250 mm           |

**P-1000617**

#### Exigência complementar:

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

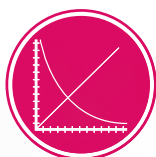
**P-1000611** Par de bobinas de Helmholtz S

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz) OU

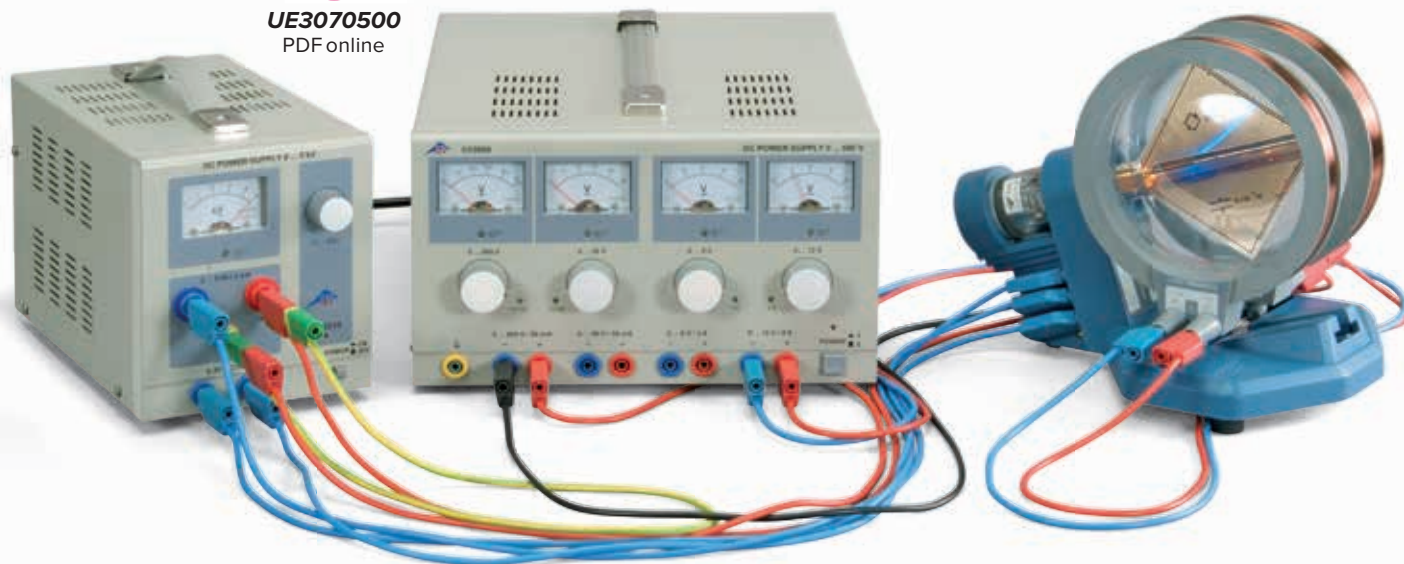
**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

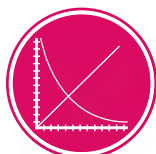
**P-1003307** Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)



**UE3070500**

PDF online





**UE3070300**  
PDF online



#### **Tubo de cruz de Malta S**

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons divergente, tela luminiscente e cruz de malta. Para a comprovação da propagação retilínea dos elétrons em espaço livre de campos através de projeções de sombra e para a introdução à óptica dos elétrons.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Anteparo fluorescente: aprox. 85 mm Ø

Comprimento total: aprox. 250 mm

**P-1000011**

#### **Exigência complementar:**

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

#### **Recomendação suplementar:**

**P-1000611** Par de bobinas de Helmholtz S

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

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



**UE3070400**  
PDF online



#### **Tubo Perrin S**

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons focalizador, tela luminiscente e gaiola de Faraday na parte lateral. Para a comprovação da polaridade negativa de elétrons e para a determinação da carga específica  $e/m$  do elétron por meio de desvio magnético numa gaiola de Faraday associada ao eletroscópio (P-1003048). Adicionalmente, o desvio dos elétrons pode ser pesquisado em dois campos magnéticos alternados ou em campos alternados paralelos elétricos e magnéticos e demonstrado, por exemplo, pela geração de figuras de Lissajous.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Corrente de raio: 4  $\mu$ A em 4000V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Anteparo fluorescente: aprox. 85 mm Ø

Comprimento total: aprox. 250 mm

**P-1000616**

#### **Exigência complementar:**

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1000611** Par de bobinas de Helmholtz S

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0–20 V, 0–5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

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

#### **Recomendação suplementar:**

**P-1003048** Eletroscópio

**P-1000645** Bobina suplementar

#### **Tubo de luminescência S**

Tubo de elétrons de alto vácuo com canhão de elétrons divergente e três faixas luminosas nas cores vermelho, verde e azul. Para a demonstração da excitação de emissões de luz durante o bombardeio de elétrons.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Comprimento total: aprox. 250 mm

**P-1000615**

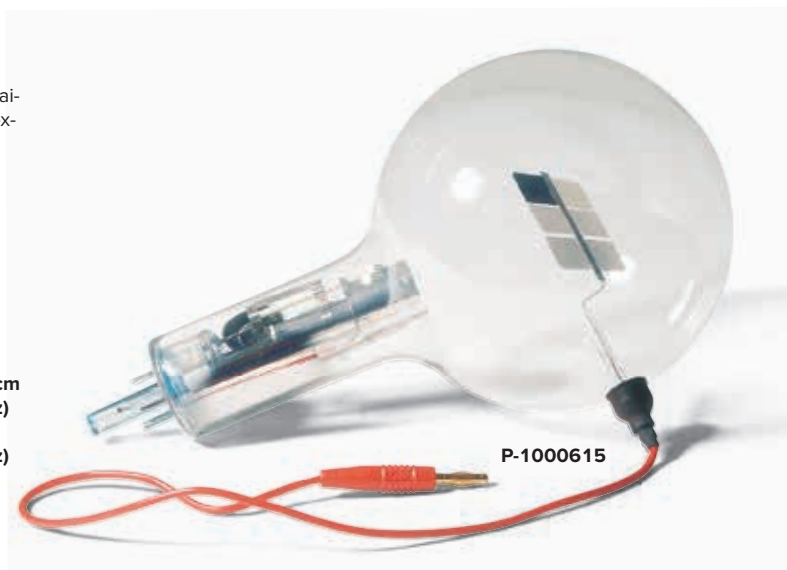
#### **Exigência complementar:**

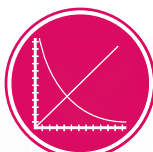
**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)





UE3070100  
UE3070200  
PDF online



P-1003308  
P-1003307



P-1014525

P-1013527



### Diodo S

Tubo de elétrons de alto vácuo com cátodo incandescente e ânodo para a pesquisa do efeito de incandescência elétrica (efeito de Edison), para a medição da corrente de emissão em função da temperatura de aquecimento do cátodo incandescente assim como para o registro de linhas de características de díodos e para a demonstração da função retificadora de um díodo.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC  
Tensão anódica máxima: 500 V  
Corrente anódica: aprox. 2 mA em 200 V tensão anódica  
Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø  
Comprimento total: aprox. 250 mm

**P-1000613**

#### Exigência complementar:

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003307** Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)

### Tríodo S

Tubos de alto vácuo com cátodo incandescente, grade de controle e ânodo para a pesquisa quantitativa de tubos de alto vácuo controláveis, para o registro das linhas características de um tríodo, para a determinação da polaridade negativa das cargas dos elétrons assim como para a pesquisa das utilizações técnicas do tríodo como amplificador e para a produção de oscilações não amortecidas em circuitos LC.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC  
Tensão anódica máxima: 500 V  
Corrente anódica: aprox. 2 mA em 200 V tensão anódica  
Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø  
Comprimento total: aprox. 250 mm

**P-1000614**

#### Exigência complementar:

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003307** Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)

### Tríodo a gás S

Tubo de elétrons parcialmente evacuado, preenchido com gás He ou Ne, com cátodo incandescente, grade de controle e ânodo para a análise quantitativa das propriedades características de um tríodo carregado de gás, recepção da linha característica  $I_A$  e  $U_A$  de um tiratron, observação da descarga independente e dependente, bem como para a observação da transmissão descontínua de energia dos átomos de He ou Ne em choques inelásticos com elétrons livres.

Tensão de aquecimento máxima: 7,5 V AC/DC  
Tensão anódica máxima: 500 V  
Corrente anódica: aprox. 10 mA em 200 V tensão anódica  
Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø  
Comprimento total: aprox. 250 mm

### Tríodo a gás S preenchimento com hélio

**P-1000618**

### Tríodo a gás S preenchimento com néon

**P-1000619**

#### Exigência complementar:

**P-1014525** Suporte dos tubos S

**P-1002843** Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

**P-1013527** Multímetro analógico ESCOLA 100

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz)

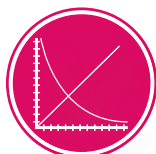
ou

**P-1003307** Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)



P-1000613

P-1000614  
P-1000618  
P-1000619



UE5010500  
PDF online



#### Tubo para difração de elétrons S

Tubo de elétrons de alto vácuo para a comprovação da natureza ondulatória dos elétrons, através da observação de interferências que se originam após a difração dos elétrons por uma rede poli cristalina de grafite (difração Debye-Scherrer) e que se tornam visíveis no anteparo fluorescente. Determinação do comprimento de onda em função da tensão anódica a partir dos raios dos anéis de refração e da distância entre níveis de rede da grafite. Comprovação da hipótese de Broglie.

Tensão de aquecimento: 6,3 V AC

Tensão anódica máxima: 5000 V

Corrente anódica: aprox. 0,1 mA em 4000 V

Constantes da rede de grafite:  $d_{10} = 0,213$  nm,  $d_{11} = 0,123$  nm

P-1013889

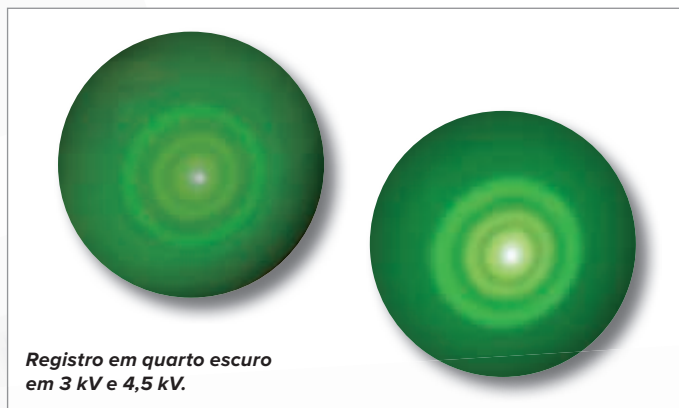
#### Exigência complementar:

P-1014525 Suporte dos tubos S

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

P-1003310 Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) ou

P-1003309 Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)



Registro em quarto escuro  
em 3 kV e 4,5 kV.



#### Tubo de raio duplo S

Tubo de elétrons parcialmente evacuado, preenchido com gás néon com canhão de elétrons tangencial e axial. Para a determinação da carga específica e/m do diâmetro da órbita dos elétrons em entrada tangencial e campo magnético posicionado verticalmente, bem como para a observação da órbita em espiral dos elétrons com entrada axial e campo magnético coaxial. A órbita dos elétrons torna-se visível como um fino raio luminoso através da estimulação por colisão com os átomos de néon.

Tensão de aquecimento máx.: 7,5 V AC/DC

Tensão anódica: aprox. 150 V DC

Corrente anódica máx.: < 30 mA

Tensão de desvio máx.: 50 V DC

Ampola de vidro: aprox. 130 mm Ø

Comprimento total: aprox. 250 mm

P-1000622

#### Exigência complementar:

P-1014525 Suporte dos tubos S

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

P-1000611 Par de bobinas de Helmholtz S

P-1003308 Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1003307 Fonte de alimentação 500 V DC (115 V, 50/60 Hz)

|                        |  | P-1000613  | P-1000614  | P-1000618                              | P-1000619                             |
|------------------------|--|------------|------------|--|---------------------------------------|
|                        |  | Diodo S    | Tríodo S   | Tríodo a gás S preenchimento com hélio | Tríodo a gás S preenchimento com néon |
| P-1014525              | Suporte dos tubos S  | necessário | necessário | necessário                             | necessário                            |
| P-1002843              | Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm | necessário | necessário | necessário                             | necessário                            |
| P-1002839              | Cabo para experiências, conector de segurança/tomada       | —          | —          | —                                      | —                                     |
| P-1003308 ou P-1003307 | Fonte de alimentação 500 V DC                              | necessário | necessário | necessário                             | necessário                            |
| P-1003310 ou P-1003309 | Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV                  | —          | —          | —                                      | —                                     |
| P-1000611              | Par de bobinas de Helmholtz S                              | —          | —          | —                                      | —                                     |
| P-1003312 ou P-1003311 | Fonte de alimentação DC 20 V                               | —          | —          | —                                      | —                                     |
| P-1013527              | Multímetro analógico ESCOLA 100                            | necessário | necessário | necessário                             | necessário                            |
| P-1000645              | Bobina suplementar   | —          | —          | —                                      | —                                     |
| P-1003048              | Eletroscópio   | —          | —          | —                                      | —                                     |

### Suporte dos tubos S

Suporte para tubos para a recepção assim como para a operação simples e segura de todos os tubos de elétrons da série S. As bases dos tubos de cinco pólos são inseridas no encaixe do suporte para tubos. No suporte para tubos está integrado um circuito de proteção do cátodo para proteger o cátodo de aquecimento de sobrecarga. Na placa base encontra-se uma fenda para a recepção do par de bobinas de Helmholtz S (P-1000611).

Conexões: conectores de segurança de 4 mm

Dimensões: aprox. 130x190x250 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 570 g

**P-1014525**

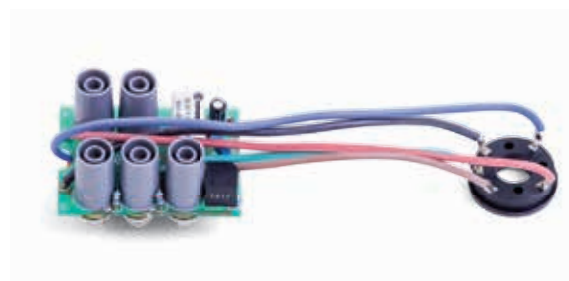


### Platina de reposição para o suporte de tubos S

A qualidade do feixe de elétrons no tubo para difração de elétrons S (P-1013889) é influenciada por um resistor, situada no suporte de tubos S entre a tomada C5 (catodo) e a tomada F4 (fio de aquecimento). Para obter resultados ideais, o resistor deve ser de 390 kΩ. No suporte de tubos S (P-1014525), a resistência é adaptada correspondentemente. Suportes mais antigos contêm uma resistência substancialmente menor e precisam ser adaptados para a operação com o novo tubo para difração de elétrons (P-1013889).

Suportes de tubos afetados: U18500, U185001, P-1000610

**P-4008573**



### Par de bobinas de Helmholtz S

Par de bobina para a produção de um campo magnético homogêneo perpendicular ao eixo do tubo sendo utilizado o suporte para tubos S (P-1014525).

Número de espiras: 320 cada

Diâmetro da bobina: 138 mm cada

Capacidade de carga: 1,0 A cada (funcionamento contínuo)

1,5 A cada (funcionamento de tempo curto)

Resistência real: aprox. 6,5 Ω cada

Conexões: conectores de segurança de 4 mm

**P-1000611**



### Recomendação suplementar:

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

ou

**P-1003311** Fonte de alimentação DC 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                   |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Tubo de raio duplo S | Tubo de luminescência S | Tubo de cruz de Malta S | Tubo Perrin S | Tubo de Thomson S | Tubo de refração de elétrons S | Tubo de descarga de gases S |
| necessário           | necessário              | necessário              | necessário    | necessário        | necessário                     | necessário                  |
| necessário           | necessário              | necessário              | necessário    | necessário        | necessário                     | –                           |
| –                    | –                       | –                       | –             | –                 | –                              | 2x necessário               |
| necessário           | –                       | –                       | –             | necessário        | –                              | –                           |
| –                    | necessário              | necessário              | necessário    | necessário        | necessário                     | necessário                  |
| necessário           | –                       | recomendado             | necessário    | necessário        | –                              | –                           |
| –                    | –                       | recomendado             | necessário    | –                 | –                              | –                           |
| –                    | –                       | –                       | –             | –                 | –                              | –                           |
| –                    | –                       | –                       | recomendado   | –                 | –                              | –                           |
| –                    | –                       | –                       | recomendado   | –                 | –                              | –                           |



#### **Tubo de descarga de gases S**

Tubo de vidro evacuado com telas luminescentes a cada extremidade para a observação da aparência luminosa de descargas elétricas em gases a baixa pressão, assim como para a pesquisa de raios catódicos e de canal que surtem fora do percurso da descarga sob baixa pressão. Construção desmontável, instalação sobre o suporte para tubos (P-1014525). Inclui válvulas de ventilação e mangueiras de vácuo.

Comprimento: 280 mm  
Tensão polarizada:  $\leq 5$  kV  
Corrente de descarga: aprox. 1,2 mA  
Conexão: plug de 4 mm

**P-1000624**

#### **Exigência complementar:**

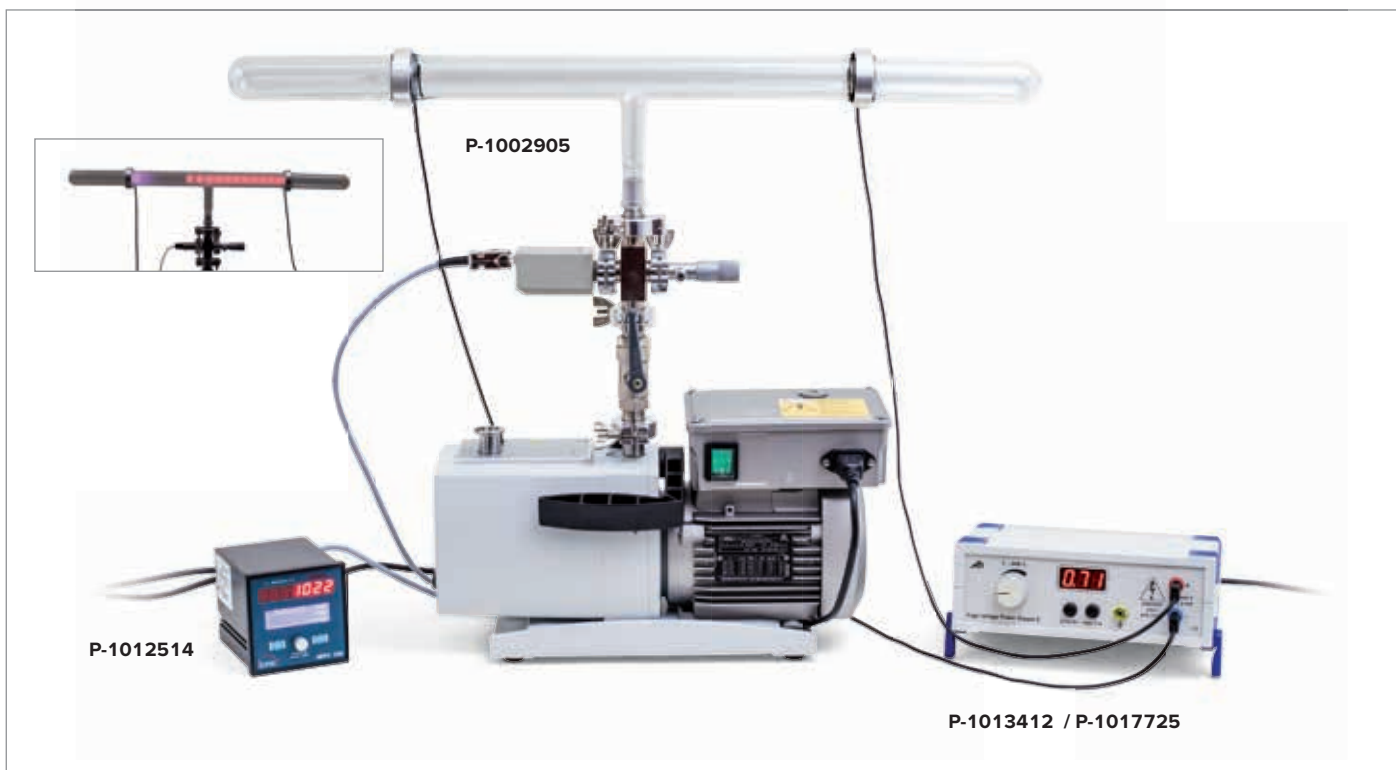
**P-1014525** Suporte para tubo S

**P-1002839** Cabo para experiências, conector de segurança/tomada (2x)

**P-1003317** Bomba de vácuo de aleta giratória, dois níveis

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)



#### **Tubo de descarga de gases**

Tubo de vidro evacuado para a observação da aparência luminosa de descargas elétricas em gases a baixa pressão. Tubos de vidro com estojo polido, eletrodo em forma de disco com orifício e conector de 4 mm para a conexão da tensão de abastecimento.

Material: vidro  
Dimensões: aprox. 700 mm x 40 mm  $\varnothing$   
Conexão do vácuo: estojo polido NS 19/26

**P-1002905**

#### **Recomendação suplementar:**

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão E, 5 kV (230 V, 50/60 Hz) ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão E, 5 kV, (115 V, 50/60Hz)

**P-1002919** Bomba de vácuo de palheta rotatória P 4 Z

**P-1012514** Medidor de vácuo Pirani

**P-1002923** Torneira esférica manual de 2 modos DN 16 KF

**P-1002924** Cruzeta KF DN 16 KF

**P-1002929** Flange de adaptação DN 16 KF / NS 19/26

**P-1002926** Válvula de ventilação DN 16 KF

**P-1002930** Anel de tensão DN 10/16 KF (5x)

**P-1002931** Anel de centragem externa DN 10/16 KF (5x)



#### Temas de experiências:

- Propagação linear de elétrons em espaço sem campos
- Desvio do feixe de elétrons num campo elétrico
- Desvio do feixe de elétrons num campo magnético
- Lentes magnéticas
- Transição fásica, superposição de campos magnéticos, figuras de Lissajous
- Determinação da carga específica dos elétrons
- Determinação da velocidade dos elétrons

#### Osciloscópio para o ensino

Tubo de elétrons sobre base de conexão para a pesquisa da montagem e do princípio de funcionamento do tubo de Braun. O feixe de elétrons pode ser desviado no campo elétrico sobre placa de desvio integrada, no tubo e no campo magnético, por três bobinas externas instaladas num anel. Para a focalização do feixe existe um cilindro de Wehnelt. A observação do feixe no tubo ocorre por meio de preenchimento com gás e tela luminescente. Com o gerador continuamente operacional, pode-se também pesquisar e representar processos relacionados com o tempo. Inclui suporte com esquema de conexão impresso.

|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Tensão anódica:                   | 200 – 350 V DC               |
| Corrente anódica:                 | máx. 1 mA                    |
| Tensão de aquecimento:            | 6 – 12 V DC                  |
| Corrente de aquecimento:          | 0,3 A                        |
| Tensão de Wehnelt:                | 0 – -50 V DC                 |
| Tamanho da placa de desvio:       | aprox. 12x20 mm <sup>2</sup> |
| Distância entre placas:           | aprox. 14 mm                 |
| Sensibilidade elétrica de desvio: | 0,2 mm/V                     |
| Diâmetro da tela:                 | aprox. 100 mm                |
| Comprimento do tubo:              | aprox. 260 mm                |
| Gás residual:                     | néon                         |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Pressão do gás:          | 10 <sup>-4</sup> hPa                      |
| Frequência de varredura: | 10 – 200 Hz, ajustável sem escalonamentos |
| Massa:                   | 600 espiras cada, com alça no meio        |

**P-1000902**

#### Recomendação suplementar:

**P-1003308** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)

**P-1009957** Gerador de funções FG100 (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003307** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)

**P-1009956** Gerador de funções FG100 (115 V, 50/60 Hz)



**P-1000902**



**UE3070800**

**UE3070850**

PDF online

**P-1000901**

#### Tubo de Braun

Tubo para reposição no osciloscópio para o ensino (P-1000902).

**P-1000901**

#### Temas de experiências:

- Desvio de elétrons em campo magnético em circuito fechado
- Determinação da carga específica  $e/m$  do elétron

#### Tubo de raios catódicos de feixe estreito sobre base de conexão R

Tubo de raios catódicos de feixe estreito sobre base de conexão para a pesquisa do desvio de feixes de elétrons num campo magnético homogêneo com a utilização do par de bobinas de Helmholtz (P-1000906), assim como para determinação quantitativa da carga específica dos elétrons  $e/m$ . Ampolas de vidro com sistema de feixes de elétrons integrado, constituídas por um cátodo óxido aquecido indiretamente, um cilindro de Wehnelt e um ânodo de colimador, numa atmosfera de gás néon residual, com pressão do gás ajustada com precisão, assim como marcas de medição integradas para a determinação sem paralaxe do diâmetro do feixe. Os átomos de gás são ionizados ao longo da trajetória dos elétrons e surge assim um feixe luminoso visível e de contornos nítidos. Tubo montado sobre placa base com tomadas de conexão coloridas.

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Preenchimento gasoso:              | néon                              |
| Pressão do gás:                    | $1,3 \times 10^{-5}$ bar          |
| Tensão de aquecimento:             | 5 – 7 V DC                        |
| Corrente de aquecimento:           | < 150 mA                          |
| Tensão de Wehnelt:                 | 0–50 V                            |
| Tensão anódica:                    | 200–300 V                         |
| Corrente anódica:                  | < 0,3 mA                          |
| Diâmetro do circuito:              | aprox. 20–120 mm                  |
| Afastamento das marcas de medição: | aprox. 20 mm                      |
| Diâmetro das ampolas:              | aprox. 160 mm                     |
| Altura total com a base:           | aprox. 260 mm                     |
| Placa base:                        | aprox. 115x115x35 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                             | aprox. 820 g                      |

**P-1019957**

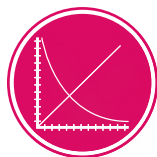
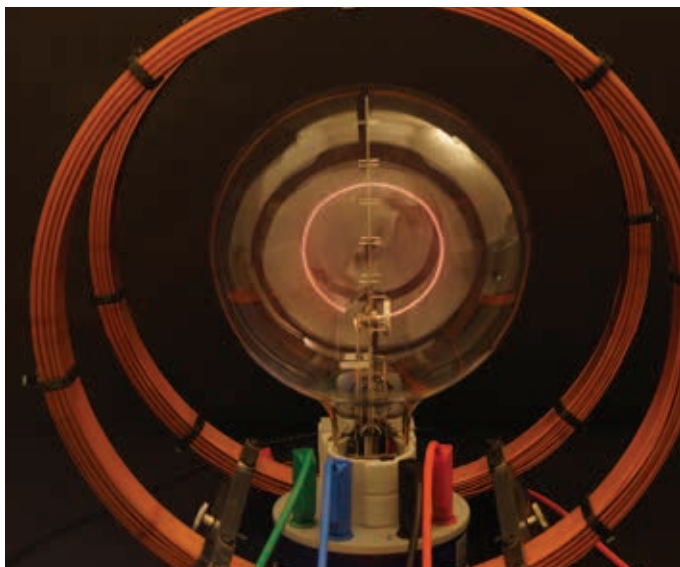
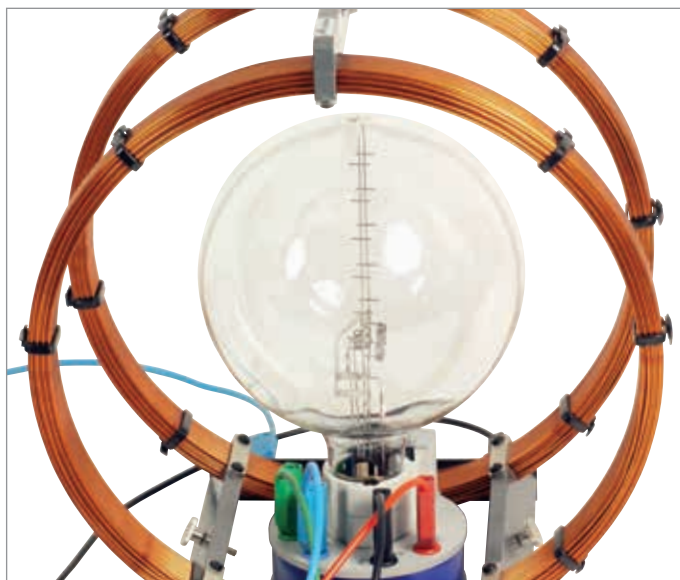
#### Exigência complementar:

**P-1000906** Bobinas Helmholtz

**P-1003308** Fonte de alimentação 500 V DC (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003307** Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)



**UE3070700**

PDF online



#### Temas de experiências:

- Desvio de elétrons num campo magnético homogêneo
- Órbita circular ou órbita espiral fechadas
- Determinação da carga e/m específica do elétron

#### Sistema completo de tubo de raios de feixe estreito

Sistema completo de experiências para a determinação da carga específica do elétron assim como para a análise do desvio de raios de elétrons num campo magnético homogêneo. Completo com tubo de raio de feixe estreito, par de bobinas de Helmholtz para a produção de um campo magnético homogêneo e aparelho de operação para o fornecimento de tensão. O tubo de raio de feixe estreito e o par de bobinas de Helmholtz estão montados sobre um aparelho de operação, pelo qual o tubo de raio de feixe estreito pode ser girado sobre o seu eixo vertical. Ambos estão conectados internamente ao aparelho de operação, sem que seja necessária uma conexão de cabos externos. Todas as tensões de alimentação do tubo assim como a corrente através das bobinas de Helmholtz podem ser ajustadas. A tensão de anodo e corrente das bobinas são indicadas digitalmente e podem ser coletadas adicionalmente como valores equivalentes de tensão. No tubo de raio de feixe estreito um sistema de raios de elétron, que é composto de um cátodo de óxido aquecido indiretamente, de um anodo de colimador e de um cilindro de Wehnelt, produz um feixe luminoso de elétrons de contornos nítidos. Através de ionização de choque de átomos de néon se produz um rasto igualmente altamente luminoso e de contornos nítidos da pista de elétrons no tubo. No arranjo otimizado do tubo e corrente adequada através das bobinas de Helmholtz os elétrons são desviados para uma órbita circular. Seu diâmetro pode-se determinar facilmente se os elétrons colidam exatamente sobre as marcas de medição equidistantes, de maneira que os seus terminais se iluminam. Diâmetro, tensão de anodo e campo magnético são as grandezas de determinação para a carga específica pesquisada do elétron. O campo magnético pode ser calculado a partir da corrente das bobinas, devido que a geometria do par de bobinas de Helmholtz é fixa.

#### Tubo de raios de feixe estreito:

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| Preenchimento gasoso:              | néon                     |
| Pressão do gás:                    | $1,3 \times 10^{-5}$ hPa |
| Diâmetro do êmbolo:                | 165 mm                   |
| Diâmetro da órbita:                | 20 – 120 mm              |
| Afastamento das marcas de medição: | 20 mm                    |

#### Par de bobinas de Helmholtz:

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Diâmetro das bobinas: | aprox. 300 mm          |
| Número de espiras:    | 124                    |
| Campo magnético:      | 0 – 3,4 mT (0,75 mT/A) |

#### Aparelho de operação:

|                        |   |
|------------------------|---|
| Corrente das bobinas:  | 0 – 4,5 A, indicação digital de três dígitos  |
| Saída de medição:      | $1 V^*/I_B / A$                               |
| Tensão dos anodos:     | 15 – 300 V, indicação digital de três dígitos |
| Saída de medição:      | $0,01^* U_A$                                  |
| Tensão de aquecimento: | 5 – 7 V                                       |
| Tensão de Wehnelt:     | 0 – 50 V                                      |

#### Dados gerais:

|                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Ângulo de rotação do tubo:     | -10° – 270°                        |
| Fonte de alimentação:          | 100 – 240 V, 50/60 Hz              |
| Cabos da fonte de alimentação: | EU, UK e US                        |
| Dimensões:                     | aprox. 310x275x410 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                         | aprox. 7,5 kg                      |

**P-1013843**

**O sistema completo do tubo de raio de feixe estreito consiste de:**

**Tubo de raios catódicos de feixe estreito T**

**P-1008505**

**Aparelho de operação do tubo de raios de feixe estreito**

**P-1009948**

## ➤ Registro em quarto escuro



*Órbita em espiral*



*Órbita circular*



# FÍSICA ATÔMICA E NUCLEAR

| PERIODENDSYSTEM DER ELEMENTE                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Hauptgruppen                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Main Group Elements                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I II   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | III IV V VI VII VIII                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| H  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | He  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Li Be  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | B C N O F Ne                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Na Mg  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Al Si P S Cl Ar                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K Ca Sc  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Rb Sr Y  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 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 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 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            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

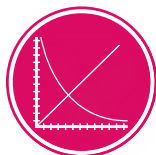
#### Temas para experiências:

- Experiência de Millikan
- Quantização da carga elétrica
- Carga elétrica elementar
- Gota de óleo carregada em campo elétrico
- Lei de Stokes, peso, flutuação
- Tensão de flutuação
- Velocidade afundamento e velocidade de ascensão



#### Vantagens:

- Aparelho compacto com unidade de medição e indicação integrada
- Tela sensível ao toque (touchscreen) para operação simples e ergonômica
- Dispositivo de iluminação que dispensa manutenção para iluminação homogênea com dois LEDs verdes
- Sensor integrado de pressão e temperatura para determinação automática dos parâmetros relevantes temperatura, viscosidade e pressão



**UE5010400**  
PDF online

*Solução compacta com preço acessível*



#### Aparelho de Millikan

Aparelho compacto para a comprovação da quantização de cargas elétricas e para a determinação da carga elementar. Constituído de câmara de experiência desmontável com capacitor de placas e atomizador de óleo, dispositivo de iluminação com dois LEDs verdes, microscópio de medição, regulador de pressão e interruptor para a tensão do capacitor, interruptor para iniciar e parar as medições dos tempos de ascensão ou queda, bem como unidade de medição e indicação com tela sensível ao toque (touchscreen). Medições possíveis conforme o método de flutuação / queda e do método de ascensão / queda. Indicação do tempo de ascensão e queda medido de uma gotícula de óleo carregada, da tensão ajustada, bem como dos parâmetros relevantes para a avaliação temperatura, viscosidade e pressão no touchscreen. Inclui fonte de alimentação 12 V AC, 1 A.

Dimensões (incluindo microscópio de medição): aprox. 370x430x235 mm<sup>3</sup>

Peso (incluindo fonte de alimentação): aprox. 4,3 kg

#### Fornecimento:

- 1 aparelho de base com câmara de experiência e unidade de indicação
- 1 microscópio de medição
- 1 atomizador de óleo
- 50 ml de óleo Millikan
- 1 fonte de alimentação 12 V AC, 1 A

#### Aparelho de Millikan (230 V, 50/60 Hz)

**P-1018884**

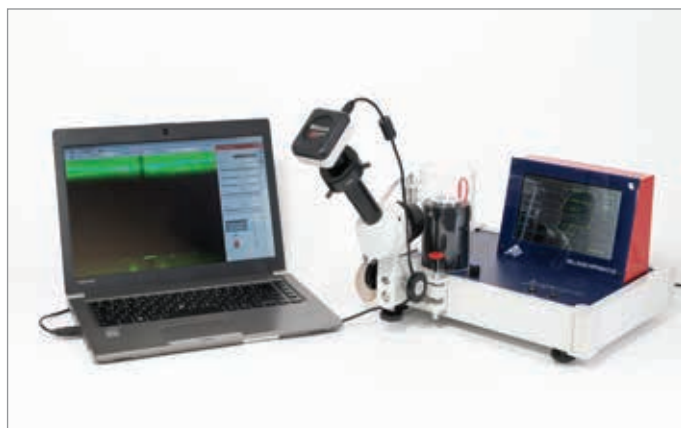
#### Aparelho de Millikan (115 V, 50/60 Hz)

**P-1018882**

#### Recomendação suplementar:

**P-1021162 Moticam 1**

**P-1021536 Anel adaptador Moticam**



#### Moticam 1

Câmara digital a cores de preço acessível para conexão a um PC ou laptop pela interface USB. A câmara pode ser colocada no ocular do microscópio de medição do aparelho Millikan com auxílio do anel adaptador (P-1021536). Assim, o aparelho Millikan é ampliado para experiências de demonstração e um trabalho quase incansável é permitido. Maiores informações sobre Moticam, vide pág. 292.

**P-1021162**

#### Exigência complementar:

**P-1021536 Anel adaptador Moticam**

#### Anel adaptador Moticam (sem fotos)

Adaptador para acoplar a Moticam no ocular do microscópio de medição do aparelho Millikan.

**P-1021536**

#### Óleo Millikan (sem fotos)

50 ml de óleo para experiências com o aparelho de Millikan.

**P-1019304**



### Conjunto de construção de moléculas anorgânicas / orgânicas D

Conjunto de montagem de moléculas para a construção de modelos tridimensionais de moléculas anorgânicas e orgânicas e para a elucidação das suas estruturas espaciais. Numerosas ligações químicas podem ser representadas claramente. Para isto contam as moléculas simples como hidrogênio, oxigênio e água, ligações orgânicas como etano, eteno, etino, benzeno, alanina, glicose e ciclo-hexanol e também estruturas mais complexas como o íon de zinco tetraamina ou decaóxido de tetrafósforo.

**P-1005279**

#### Fornecimento:

| Átomos |                |             |           |                 |           |
|--------|----------------|-------------|-----------|-----------------|-----------|
| 14     | C              | preto       | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 6      | C              | azul escuro | 5 Buracos | tribipirramidal | 90°, 120° |
| 12     | H              | branco      | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 2      | H              | branco      | 1 Buraco  | linear          | 180°      |
| 16     | O              | vermelho    | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 6      | O              | vermelho    | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 6      | N              | azul        | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 4      | N              | azul        | 3 Buracos | pyramidal       | 107°      |
| 4      | S              | amarelo     | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | S              | amarelo     | 6 Buracos | octaédrico      | 90°       |
| 8      | S              | amarelo     | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 8      | Cl, (F)        | verde       | 1 Buracos | unilateral      |           |
| 4      | P              | roxo        | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | P              | roxo        | 5 Buracos | tribipirramidal | 90°, 120° |
| 2      | P              | roxo        | 3 Buracos | pyramidal       | 107°      |
| 4      | Na             | cinza       | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 3      | Ca, Mg         | cinza       | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 2      | Al             | cinza       | 3 Buracos | trigonal        | 120°      |
| 4      | Si, Cu         | cinza       | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | Átomo de metal | cinza       | 6 Buracos | octaédrico      | 90°       |

#### Nuvens de elétrons

|   |                            |            |
|---|----------------------------|------------|
| 6 | pares de elétrons          | bege claro |
| 6 | elétrons p não hibridizado | violeta    |
| 6 | elétrons p não hibridizado | rosa       |

#### Peças de ligação

|    |                 |             |
|----|-----------------|-------------|
| 38 | médio           | cinza claro |
| 12 | médio           | roxo        |
| 36 | tempo, flexível | cinza       |



### Conjunto de montagem de moléculas orgânicas S

Conjunto de montagem de moléculas para a construção de modelos tridimensionais de moléculas orgânicas e para a elucidação das suas estruturas espaciais. Assim numerosas ligações químicas podem ser representadas claramente e fenômenos como a isomeria estrutural, isomeria óptica e isomeria geométrica podem ser evidenciadas. O espectro alcança desde moléculas simples como alcanos, alcenos e alcinos através de alcoolatos, aldeídos, cetonas, ácido carboxílico, éster, éter, ligações alógenas, aminas, amidas, cicloalcanos até chegar às moléculas bioquímicas, aminoácidos, moléculas aromáticas e polímeros.

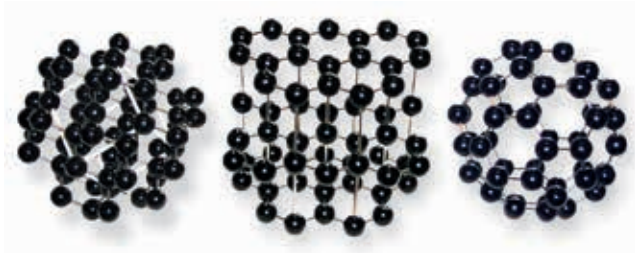
**P-1005290**

#### Fornecimento:

| Átomos |         |          |           |             |      |
|--------|---------|----------|-----------|-------------|------|
| 12     | C       | preto    | 4 Buracos | tetraédrico | 109° |
| 20     | H       | branco   | 1 Buraco  | unilateral  |      |
| 6      | O       | vermelho | 2 Buracos | angular     | 105° |
| 2      | N       | azul     | 4 Buracos | tetraédrico | 109° |
| 2      | N       | azul     | 3 Buracos | pyramidal   | 107° |
| 1      | S       | amarelo  | 4 Buracos | tetraédrico | 109° |
| 1      | S       | amarelo  | 6 Buracos | octaédrico  | 90°  |
| 4      | Cl, (F) | verde    | 1 Buraco  | unilateral  |      |
| 1      | P       | roxo     | 4 Buracos | tetraédrico | 109° |
| 1      | Na      | cinza    | 1 Buraco  | unilateral  |      |

#### Peças de ligação

|    |                 |             |
|----|-----------------|-------------|
| 26 | curto           | branco      |
| 6  | médio           | cinza claro |
| 12 | tempo, flexível | cinza       |



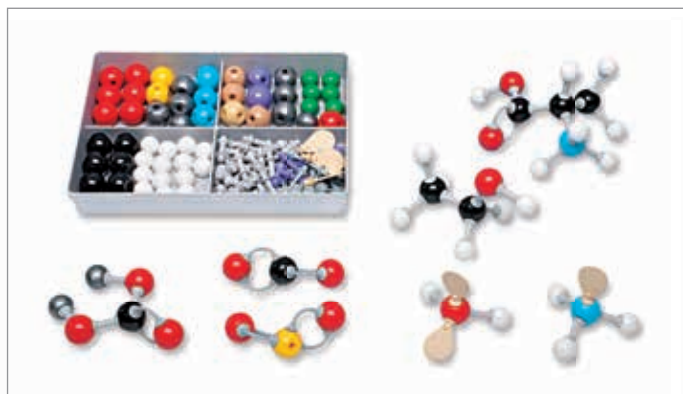
### Conjunto de 3 configurações de carbono

Conjunto de fácil manuseio de 3 modelos das configurações de carbono do diamante, grafite e fullereno para a ilustração da diferença fundamental das configurações.

Diâmetro de esfera: aprox. 25 mm

Comprimento dos cantos: aprox. 150 mm

**P-1012836**



### Conjunto de montagem de moléculas anorgânicas / orgânicas S

Conjunto de montagem de moléculas para a construção de modelos tridimensionais de moléculas anorgânicas e orgânicas e para a elucidação das suas estruturas espaciais. Numerosas ligações químicas podem ser representadas claramente. Para isto contam moléculas anorgânicas como hidrogênio, água, ácidos, sais, óxidos de metal e óxidos não metálicos e ligações orgânicas como etano, eteno, etino, benzeno, alanina, glicose e ciclo-hexanol.

**P-1005291**

#### Fornecimento:

| Átomos |                |            |           |                 |           |
|--------|----------------|------------|-----------|-----------------|-----------|
| 6      | C              | preto      | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 14     | H              | branco     | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 6      | O              | vermelho   | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 1      | O              | vermelho   | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 2      | N              | azul       | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | N              | azul       | 3 Buracos | pyramidal       | 107°      |
| 1      | S              | amarelo    | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | S              | amarelo    | 6 Buracos | octaédrico      | 90°       |
| 6      | Cl, (F)        | verde      | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 1      | P              | roxo       | 5 Buracos | tribipirramidal | 90°, 120° |
| 1      | P              | roxo       | 3 Buracos | pyramidal       | 107°      |
| 2      | Na             | cinza      | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 2      | Ca, Mg         | cinza      | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 1      | Be             | cinza      | 2 Buracos | linear          | 180°      |
| 1      | Al             | cinza      | 3 Buracos | trigonal        | 120°      |
| 1      | Si, Cu         | cinza      | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | Átomo de metal | cinza      | 6 Buracos | octaédrico      | 90°       |
| 1      | B              | bege claro | 3 Buracos | trigonal        | 120°      |
| 1      | Átomo          | bege       | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | Átomo          | bege       | 5 Buracos | tribipirramidal | 90°, 120° |
| 1      | Átomo          | bege       | 6 Buracos | octaédrico      | 90°       |

#### Nuvens de elétrons

|   |                   |            |
|---|-------------------|------------|
| 3 | pares de elétrons | bege claro |
|---|-------------------|------------|

#### Peças de ligação

|    |                 |             |
|----|-----------------|-------------|
| 20 | médio           | cinza claro |
| 5  | médio           | roxo        |
| 12 | tempo, flexível | cinza       |



### Conjunto de montagem de moléculas orgânicas D

Conjunto de montagem de moléculas para a construção de modelos tridimensionais de moléculas orgânicas e para a elucidação das suas estruturas espaciais. Assim numerosas ligações químicas podem ser representadas claramente e fenômenos como a isomeria estrutural, isomeria óptica e isomeria geométrica podem ser evidenciadas. O espectro cobre desde moléculas simples como alcanos, alcenos e alcinos através de alcoólatos, aldeídos, cetonas, ácido carboxílico, éster, éter, ligações alógenas, aminas, amidas, cicloalcanos até chegar às moléculas bioquímicas, aminoácidos, moléculas aromáticas e polímeros.

**P-1005278**

#### Fornecimento:

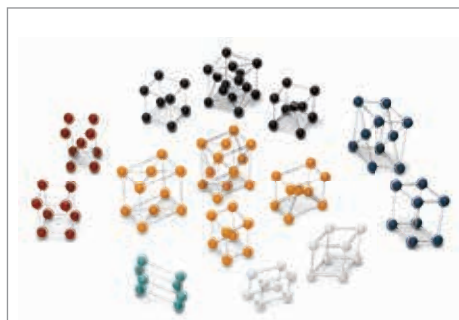
| Átomos |         |              |           |                 |           |
|--------|---------|--------------|-----------|-----------------|-----------|
| 24     | C       | preto        | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 6      | C       | cinza escuro | 3 Buracos | trigonal        | 120°      |
| 2      | C       | cinza escuro | 2 Buracos | linear          | 180°      |
| 6      | C       | azul escuro  | 5 Buracos | tribipirramidal | 90°, 120° |
| 40     | H       | branco       | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 12     | O       | vermelho     | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 4      | N       | azul         | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | S       | amarelo      | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 1      | S       | amarelo      | 2 Buracos | angular         | 105°      |
| 8      | Cl, (F) | verde        | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 4      | P       | roxo         | 4 Buracos | tetraédrico     | 109°      |
| 2      | Na      | cinza        | 1 Buraco  | unilateral      |           |
| 1      | Ca, Mg  | cinza        | 2 Buracos | angular         | 105°      |

#### Nuvens de elétrons

|   |                            |            |
|---|----------------------------|------------|
| 6 | pares de elétrons          | bege claro |
| 6 | elétrons p não hibridizado | violeta    |
| 6 | elétrons p não hibridizado | rosa       |

#### Peças de ligação

|    |                 |             |
|----|-----------------|-------------|
| 60 | curto           | branco      |
| 55 | médio           | cinza claro |
| 25 | tempo, flexível | cinza       |



### Conjunto de 14 grades de Bravais

Conjunto de fácil manuseio de 14 modelos fundamentais dos tipos de grades (Grades de Bravais), dos quais segundo Auguste Bravais, podem ser criados praticamente todas as grades de cristais naturais, através do deslocamento da direção do eixo. Montado de esferas de madeira unidas por varas de metal em seis cores diferentes para a distinção dos seis sistemas, nos quais os tipos de grades são divididos usualmente.

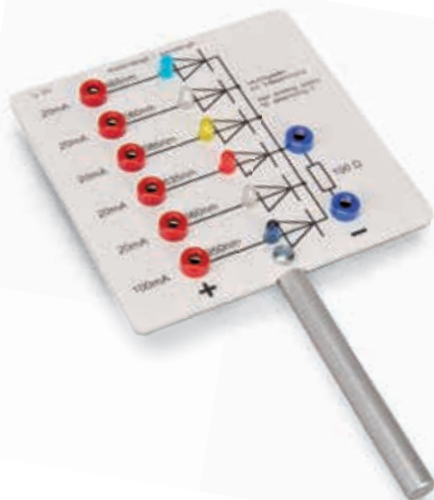
Diâmetro de esfera: aprox. 25 mm

Comprimento de canto: aprox. 150 mm

**P-1012837**

### Temas para experiências:

- Energia do fóton
- Comprimento médio de emissão de um diodo luminoso
- Linha característica de um diodo luminoso
- Tensão de passagem



### Díodos luminosos para a determinação de $h$

Placa suporte com seis díodos luminosos coloridos de diferentes comprimentos de onda de emissão para determinação da constante de Planck  $h$  através da medição da tensão de passagem em função da frequência da luz emitida. Díodos luminosos com resistência prévia montados sobre placa suporte com haste. Contatos possíveis a partir da parte traseira com conectores de segurança.

Comprimento de onda: 465 nm, 560 nm, 585 nm, 635 nm, 660 nm, 950 nm

Resistência prévia: 100  $\Omega$

Tensão máx.: 6 V

Dimensões: aprox. 115x115 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 120 g

**P-1000917**

### Exigência complementar:

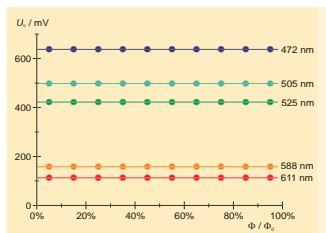
**P-1003312** Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) ou

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

**P-1013527** Multímetro analógico Escola 100

**P-1001046** Pé de contrapeso

Cabo de ensaio



Tensão limite  $U_0$  em dependência da intensidade (Aparelho da constante de Planck)

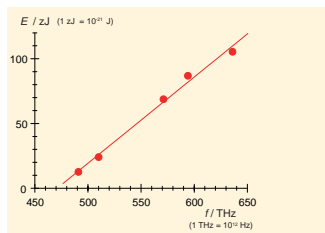


Diagrama energia-frequência (Aparelho da constante de Planck)

### Temas para experiências:

- Energia do fóton
- Comprimento médio de emissão de um diodo luminoso
- Fotocélula
- Efeito fotoelétrico e energia cinética dos elétrons
- Dependência da energia dos elétrons do comprimento de onda
- Independência da energia dos elétrons da intensidade da luz



### Vantagens:

- Aparelho compacto de operação simples, segura e rápida
- Diferença < 5%
- Capacidade de demonstração da independência da intensidade da luz



**UE5010200**  
PDF online



### Aparelho da constante de Planck

Aparelho compacto com fotocélula incorporada simples, seguro e rápido para ser usado, assim como volt- e nano amperímetro para a determinação das constantes de Planck e do trabalho de saída dos elétrons segundo o método de contra tensão. Como fontes luminárias de frequências diferenciadas servem em total cinco diodos emissores de luz (LED) de comprimento de onda intermediária conhecida. A intensidade da luz emitente pode ser variada em cada vez entre 0 e 100%.

Comprimento de ondas: 472 nm, 505 nm, 525 nm, 588 nm, 611 nm

Dimensões: aprox. 280x150x130 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,3 kg

### Fornecimento:

1 aparelho básico com fotocélula, voltímetro, nano amperímetro e fonte de tensão para fontes luminárias

5 LED em armação com cabo de conexão

1 fonte de alimentação de 12 V AC

### Aparelho da constante de Planck (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000537**

### Aparelho da constante de Planck (115 V, 50/60 Hz)

**P-1000536**



#### Célula fotoelétrica evacuada

Célula fotoelétrica evacuada para a comprovação do efeito fotoelétrico e para a demonstração do aumento da corrente de elétrons com o aumento da corrente luminosa. Montada sobre base de conexão para a operação com circuito elétrico e cabos.

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Cátodo:                         | Césio sobre prata oxidada   |
| Superfície do cátodo:           | 2,4 cm <sup>2</sup>         |
| Tensão de operação:             | 50 V, máx. 200 V            |
| Resistências de trabalho:       | 1 MΩ                        |
| Corrente escura:                | <0,05 μA                    |
| Sensibilidade:                  | 20 μA/lúmen                 |
| Densidade da corrente luminosa: | máx. 3,0 μA/cm <sup>2</sup> |

**P-1000915**



#### Célula fotoelétrica preenchida de gás

Célula fotoelétrica preenchida de gás para a comprovação do efeito fotoelétrico com aparelhos de medição didáticos simples e para a demonstração do aumento da corrente de elétrons com o aumento da corrente luminosa. Montada sobre placa base pronta para a operação com circuito elétrico e haste.

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Cátodo:                         | Césio sobre prata oxidada   |
| Superfície do cátodo:           | 2,4 cm <sup>2</sup>         |
| Tensão de operação:             | 50 V, máx. 90 V             |
| Resistências de trabalho:       | 1 MΩ                        |
| Corrente escura:                | <0,1 μA                     |
| Sensibilidade:                  | 125 μA/ lúmen               |
| Densidade da corrente luminosa: | máx. 0,7 μA/cm <sup>2</sup> |

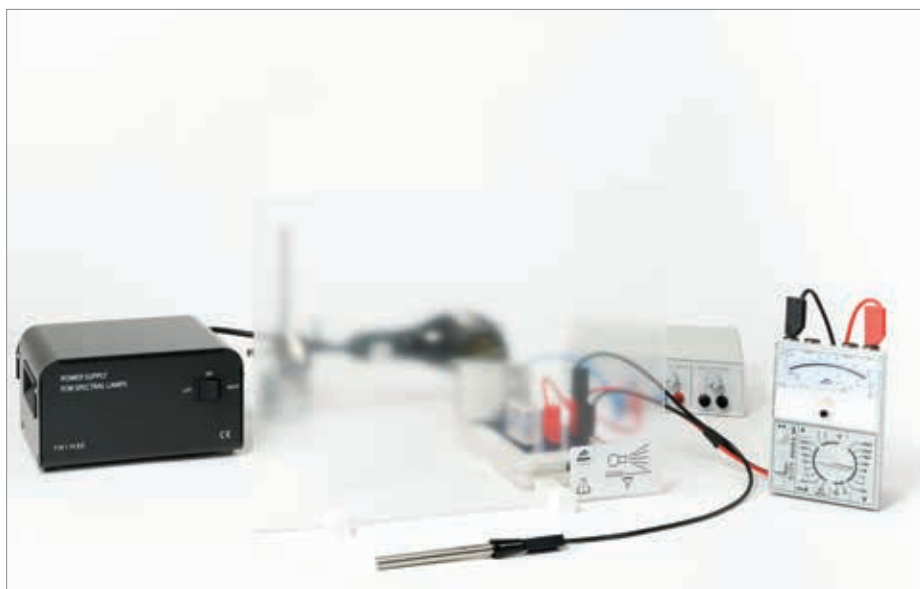
**P-1000916**

### ➤ Efeito fotoelétrico externo (Efeito Hallwachs)

#### Equipamento em aparelhos:

- P-1000852 Lâmpada de mercúrio de alta pressão
- P-1006813 Assessorios para o eletrômetro
- P-1002835 Tripé 150 mm
- P-1002933 Vara de apoio, 250 mm
- P-1002830 Manga universal
- P-1013526 Multímetro analógico Escola 30
- P-1021409 Transformador de tensão p. lâmpada espectral (230 V, 50/60 Hz)

- P-1008535 Fonte de alimentação DC de 450 V (230 V, 50/60 Hz)
- P-1001025 Eletrômetro (230 V, 50/60 Hz)
- ou
- P-1003195 Transformador de tensão p. lâmpada espectral (115 V, 50/60 Hz)
- P-1008534 Fonte de alimentação DC de 450 V (115 V, 50/60 Hz)
- P-1001024 Eletrômetro (115 V, 50/60 Hz)



#### Lâmpada de mercúrio de alta pressão

Lâmpada de alta pressão de mercúrio em caixa de vidro de segurança enegrecida com orifício em forma de tubo para a emissão não enfraquecida da luz ultravioleta.

Incluído o soquete de lâmpada E27 sobre haste e tela de projeção para a proteção dos observadores contra os raios ultravioletas.

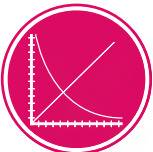
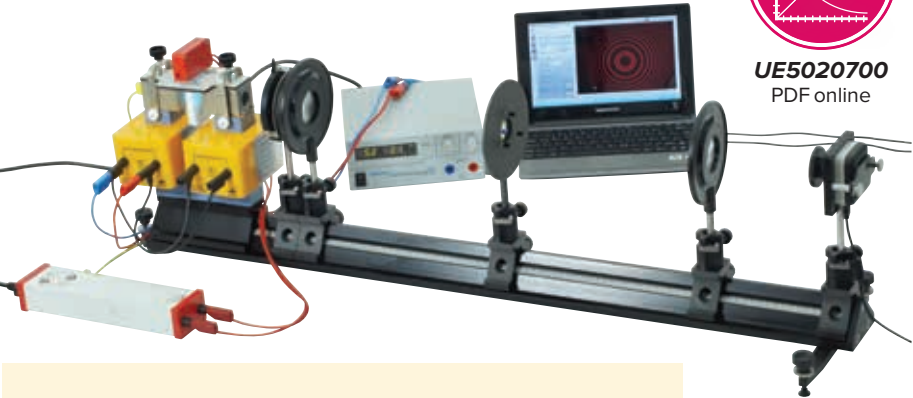
Escala: UV-A, UV-B, UV-C

Potência de admissão: 125 W

**P-1000852**

*Efeito fotoelétrico externo com a lâmpada de mercúrio de alta pressão*

➤ Montagem da experiência: Efeito de Zeeman normal



UE5020700  
PDF online



*Padrão de interferência do interferômetro (esquerda), dissociação triplet no efeito transversal (meio) e duplet no efeito longitudinal (direita) de Zeeman*

**Temas para experiências:**

- Observação da dissociação da linha vermelha de cádmio no campo magnético exterior
- Efeito de Zeeman transversal e longitudinal
- Análise da polarização dos componentes doublet e triplet
- Magneton de Bohr, carga específica dos elétrons



**Experiência Efeito de Zeeman Normal**

Observação da dissociação da linha vermelha de cádmio em configuração transversal perpendicular ou em configuração longitudinal paralela a um campo magnético exterior. A observação em configuração longitudinal é possibilitada por uma perfuração graduação na sapata polar do eletroímã. Na passagem da luz da lâmpada Cd pelo interferômetro Fabry-Pérot, surgem anéis de interferência que dividem, como a linha espectral em dependência da direção do campo magnético exterior, em doublets e triplets. A dissociação dos anéis de interferência é registrada com auxílio da câmera digital Moticam 1. Um filtro vermelho na lente de focalização da Moticam seleciona a luz vermelha da linha Cd, um anteparo otimiza a profundidade de nitidez. O software pertinente permite tanto a observação qualitativa da imagem ao vivo, quanto a avaliação quantitativa com auxílio de fotos da tela. O surgimento de polarização linear ou circular é analisada com auxílio do filtro de polarização ou da placa de comprimento de quarto de onda com o anexo de polarização. Toda a experiência é montada sobre sistema de banco de precisão ótico estável.

**Lâmpada Cd com acessórios**

Para a experiência com o efeito Zeeman normal. O invólucro da lâmpada é feito de plástico resistente à temperatura com aberturas na direção longitudinal e transversal, de forma que somente seja necessário um giro do eletroímã de 90° entre a configuração transversal e longitudinal. A alimentação de corrente ocorre por meio de acessórios eletrônicos dispostos especialmente para a lâmpada Cd, que é equipada com aterramento de proteção sobre um condutor protetor entre acessório eletrônico e sapata polar. O posicionamento da lâmpada Cd na fenda de ar do eletroímã ocorre com auxílio da placa de montagem, a fixação da placa de montagem sobre as sapatas polares do eletroímã ocorre com auxílio dos arcos tensores do acessório do eletroímã para o efeito Zeeman (P-1021365).

**1 Lâmpada Cd com acessórios**

**1 Núcleo U D**

**2 Bobinas D 900 espiras**

**1 Acessório de eletroímã para efeito Zeeman**

**1 Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 20 A @230 V**

Em países com tensão de rede 110-120 V, é necessária uma fonte de alimentação correspondente à fonte de alimentação P-1012857

**1 Conjunto de 15 cabos de experiência, 75 cm, 1mm<sup>2</sup>**

**1 Interferômetro Fabry-Pérot**

**2 Lentes convergentes sobre haste, f = 100 mm**

**1 Placa de comprimento de quarto de onda sobre haste**

**1 Anexo de polarização**

**1 Filtro de polarização sobre haste**

**1 Banco ótico D, 100 cm**

**1 Pé ótico D**

**5 Cavaletes óticos D 90/36**

**1 Suporte e filtro para Moticam**

**1 Câmera digital Moticam 1**

**P-1021366**

**P-1000979**

**P-1012859**

**P-1021365**

**P-1012857**

**P-1002840**

**P-1020903**

**P-1003023**

**P-1021353**

**P-1021364**

**P-1008668**

**P-1002628**

**P-1009733**

**P-1012401**

**P-1021367**

**P-1021162**

**Lâmpada Cd:**

Potência elétrica: max. 15 W

Faixa de temperatura de trabalho: 5 – 40°C

Tempo de aquecimento (90% da potência da luz): aprox. 5 min

**Invólucro da lâmpada:**

Dimensões: aprox. 110x70x20 mm<sup>2</sup>

Peso incl. lâmpada: aprox. 160 g

**Acessórios eletrônicos:**

Consumo de potência elétrica na operação da lâmpada: aprox. 110 W

Dimensões: aprox. 260x60x45 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 930 g

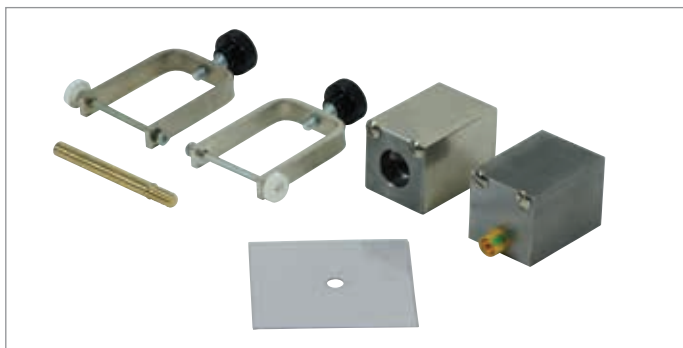
**Placa de montagem:**

Dimensões: aprox. 130x80x5 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 55 g

**Classe de proteção:**

P-1021366 II



#### Acessórios de eletroímã para efeito Zeeman

Permite um suporte giratório com pouco atrito do núcleo U D sobre o pé ótico D, bem como a fixação de sapatas polares e placa de montagem da lâmpada Cd no núcleo U D.

#### Sapata polar com conexão PE:

Dimensões: 40x40x70 mm<sup>3</sup>

#### Sapata polar com perfuração gradual:

Dimensões: 40x40x70 mm<sup>3</sup>

Diâmetro perfuração gradual: 5 – 20 mm

Arcos tensores:

Dimensões: aprox. 95x52x16 mm<sup>3</sup>

#### Pino do eixo:

Dimensões: 8x80 mm<sup>2</sup>

Rosca: M8 x 14 mm

Peso: aprox. 1,6 kg

**P-1021365**



#### Interferômetro Fabry-Pérot

Para a filtragem ótica e geração de anéis de interferência na experiência sobre o efeito Zeeman normal. O interferômetro fixo é constituído de um substrato com um espelhamento bilateral, parcialmente reflexivo de alta refletividade. Substrato e espelho formam um ressonador ótico, que atende à condição de ressonância para o comprimento específico de onda 643,8 nm na linha vermelha Cd. A inclinação do interferômetro em relação ao eixo ótico pode ser ajustado com três parafusos de ajuste no invólucro e, com isto, o padrão mostrado de anéis de interferência pode ser deslocado horizontal e verticalmente.

Comprimento de onda: 644 nm

Material do substrato: Suprasil

Índice de refração: 1,4567

Coefficiente de reflexão: 0,85

Nivelamento: 32 nm (N/20)

Abertura: 22 mm

Diâmetro externo: 130 mm

Diâmetro da haste: 10 mm

Extremidade alta da haste - eixo ótico: 150 mm

**P-1020903**



#### Suporte e filtro para Moticam

Ampliação da Moticam para um sistema de captação de imagens para a experiência com o efeito Zeeman normal. Um filtro vermelho, que pode ser travado na lente de focalização da Moticam seleciona a linha Cd vermelha, um anteparo otimiza a profundidade de nitidez.

#### Suporte:

Dimensões sem haste e invólucros de rosca: aprox. 80x85x10 mm<sup>3</sup>

Diâmetro da haste: 10 mm

Extremidade alta da haste - eixo ótico: 150 mm

#### Filtro vermelho:

Diâmetro: aprox. 41 mm

Espessura: 3 mm

#### Anteparo:

Abertura: 2,2 mm

**P-1021367**



#### Anexo de polarização

Para montagem no filtro de comprimento de quarto de onda P-1021353. A combinação dos dois elementos permite a análise da polarização dos componentes doublet no efeito Zeeman longitudinal. Uma seta marca a posição 0° do filtro de polarização.

Diâmetro do filtro de polarização: 32 mm

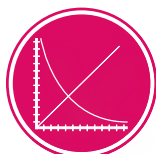
Diâmetro externo: 100 mm

Dimensões das alças de fixação: 20x12 mm<sup>2</sup>

Dimensões das perfurações: 3x5,5 mm<sup>2</sup>

Peso: aprox. 62 g

**P-1021364**



**UE5020300**  
PDF online



*Experiência de Franck-Hertz com néon*

### Experiência de Franck-Hertz

A quantização da energia, assim como a produção, o registro e a análise de espectros e as comprovações experimentais de modelos relacionados, são parte integrante importante de qualquer currículo no mundo inteiro. A célebre experiência de James Franck e Gustav Hertz no ano de 1913 é de significação fundamental para a comprovação do estado discreto da energia dos átomos.

### Aparelho para a experiência de Franck-Hertz

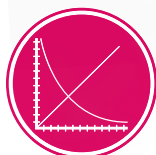
Fonte de alimentação de energia para a operação do tubo Franck-Hertz com mercúrio (P-1006795 ou P-1006794), e outro com preenchimento de néon (P-1000912) ou os tubos de potencial (P-1000620 e P-1000621). O aparelho fornece todas as tensões de alimentação necessárias para a operação do tubo e tem um amplificador sensível de corrente contínua integrado para a medição da corrente do captador. As tensões podem ser lidas simultaneamente sobre um display. A tensão de aceleração pode ser retirada em forma de ajuste manual, como também em forma de serra dentada do aparelho. Para a corrente anódica e para a tensão de aceleração encontram-se saídas analógicas suplementares de medição à disposição.

Tensão de aquecimento  $U_F$ : 0 – 12 V de ajuste contínuo  
Tensão de controle  $U_G$ : 0 – 12 V de ajuste contínuo  
Tensão de aceleração  $U_A$ : 0 – 80 V  
Modos de operação: ajuste manual / forma de serra dentada  
Tensão oposta  $U_E$ : 0 –  $\pm 12$  V, de ajuste contínuo, pré-signo comutável

Saída de medição  $U_Y$  para corrente do detector  $I_E$ :  $I_E = U_A \cdot 38 \text{ nA/V}$  (0 – 12 V)  
Saída de medição  $U_X$  para a tensão de aceleração  $U_A$ :  $U_X = U_A / 10$   
Saídas: conectores de segurança de 4 mm  
Entrada: conector BNC  
Dimensões: aprox. 160x132x210 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 3,4 kg

**Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012819**

**Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012818**



**UE5020400**  
PDF online



*Experiência de Franck-Hertz com mercúrio*



#### Tubo de Franck-Hertz com Ne sobre base de conexão

Tubo de elétrons de alto vácuo com preenchimento de néon sobre base de conexão. Para o estudo da emissão de energia quantizada por átomos livres ao colidirem com átomos de néon, assim como para a determinação da energia de excitação do estado  $^3P_0$  ou  $^3S_1$  a aprox. 19 eV. Estes estados excitam-se por meio da emissão de luz visível através de dois níveis intermediários com energia de excitação de aproximadamente 16,7 eV no estado básico. A luz emitida situa-se na faixa amarelo-vermelho. Surgem camadas luminosas planoparalelas entre a grade de comando e a grade de aceleração, os quais podem ser observados por uma janela. O tubo Ne de Franck-Hertz pode ser operado à temperatura ambiente. Tetrodo com cátodo aquecido indiretamente, grade de controle em forma de rede, grade de aceleração em forma de rede e eletrodo de captação. Montado sobre base com tomadas de conexão identificadas por cores.

Tensão de aquecimento: 4 – 12 V  
Tensão de operação: 9 V  
Tensão de aceleração: máx. 80 V  
Tensão oposta: 1,2 – 10 V  
Tubo: aprox. 130 mm x 26 mm Ø  
Base de conexão: aprox. 190x115x115 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 450 g

**P-1000912**

#### Exigência complementar:

**P-1012819** Aparelho para a experiência de Franck-Hertz  
(230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1012818** Aparelho para a experiência de Franck-Hertz  
(115 V, 50/60 Hz)

**P-1020910** Osciloscópio digital



Tubos de reposição para a experiência de Frank-Hertz

Tubo de Franck-Hertz com Hg  
P-1003549

Tubo de Franck-Hertz com Ne  
P-4008614



#### Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento

Tubo de elétrons de alto vácuo com preenchimento de mercúrio em forno aquecedor para a comprovação da emissão de energia quantizada por elétrons livres ao chocar com átomos de mercúrio assim como para a determinação da energia de excitação da linha de ressonância do mercúrio ( $6^1S_0 - 6^3P_1$ ) com 4,9 eV. Para se obter a pressão do mercúrio necessária para se obter uma probabilidade de impacto dos elétrons com os átomos de mercúrio suficiente, os tubos de elétrons devem ser aquecidos no forno. Tubo de elétrons com sistema de eletrodos planoparalelo consistindo em um cátodo de óxido com diafragma de orifício, grade de eletrodo detector. Placa frontal com símbolo de tubo bem visível impresso. Forno de aquecimento elétrico com regulação constante da temperatura e indicação de temperatura digital da temperatura que deveria ser e a que é. Em armação de metal com duas janelas de observação, abertura com pinça de mola para a recepção do termômetro e punho de transporte termicamente isolado. Medição de temperatura e regulação por sobre com micro controlador integrado de sensor de medição PT100.

Aquecimento: 4 – 12 V  
Tensão da grade: 0 – 70 V  
Tensão de freio: aprox. 1,5 V  
Dimensões do tubo: aprox. 130 mm x 26 mm Ø  
Potência de aquecimento: 400 W  
Faixa de temperatura: 160° – 240° C  
Constância de temperatura: aprox.  $\pm 1^\circ$  C  
Dimensões: aprox. 335x180x165 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 5,6 kg

**Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1006795**

**Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1006794**

#### Exigência complementar:

**P-1012819** Aparelho para a experiência de Franck-Hertz  
(230 V, 50/60 Hz)

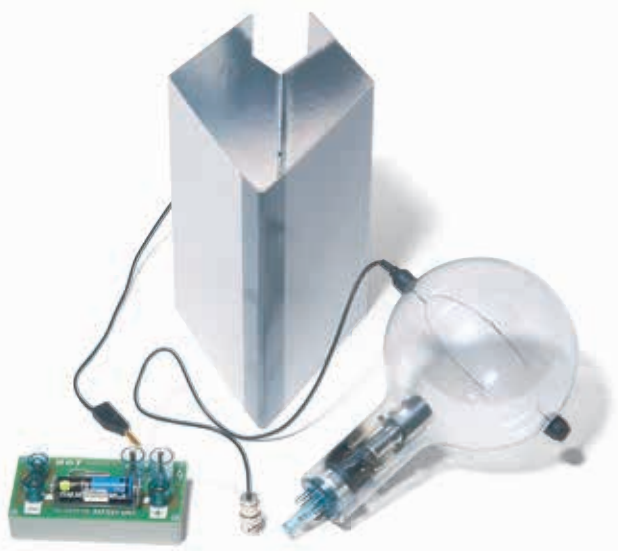
ou

**P-1012818** Aparelho para a experiência de Franck-Hertz  
(115 V, 50/60 Hz)

**P-1020910** Osciloscópio digital

### Experiência segundo Gustav Hertz:

A disposição da experiência segundo Gustav Hertz é um desenvolvimento da experiência de Franck Hertz: em um tubo com vácuo, átomos são excitados ou até ionizados por choque inelástico de fótons. Se a energia cinética dos elétrons corresponder exatamente a um potencial crítico dos átomos, ou seja, uma energia de excitação ou ionização, os elétrons irradiam completamente sua energia e podem ser sugados no tubo com força de sucção reduzida ao anel coletor. Neste caso, a corrente coletora atinge um pico.



### Tubos de potenciais críticos S

Tubos de elétrons segundo Gustav Hertz para a análise quantitativa da colisão inelástica de elétrons com átomos de gases nobres, determinação da energia de ionização do hélio/néon, assim como para resolução dos estados de energia de diversos valores quânticos principais e de impulso de órbita. O fornecimento inclui blindagem e uma unidade de bateria para a tensão de coletor (bateria não fornecida).

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| Filamento catódico: | $U_F \leq 7 \text{ V}$    |
| Tensão anódica:     | $U_A \leq 60 \text{ V}$   |
| Corrente anódica:   | $I_A \leq 10 \text{ mA}$  |
| Tensão coletora:    | $U_c = 1,5 \text{ V}$     |
| Corrente coletora:  | $I_c \leq 200 \text{ pA}$ |

### Tubo de potenciais críticos S preenchimento com hélio

#### Potenciais críticos do hélio:

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 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 |
| Ionização:        | 24,6 eV |

P-1000620

### Tubo de potenciais críticos S preenchimento com néon

#### Potenciais críticos do 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 |
| Ionização:                        | 21,6 eV |

P-1000621



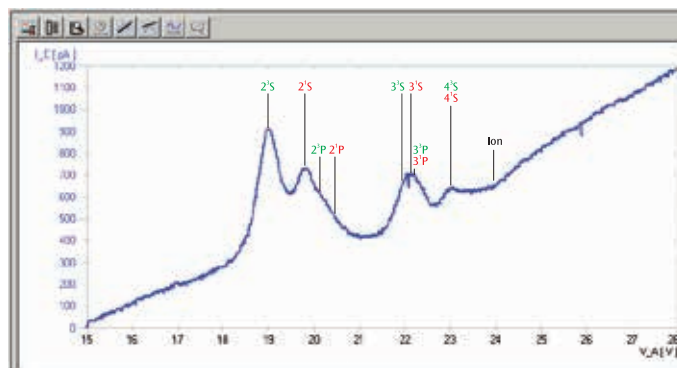
### Unidade de controle para tubos de potenciais críticos

Unidade de controle para o funcionamento dos tubos de potenciais críticos, saída para uma tensão de aceleração em dente de serra, limite superior e inferior ajustável da tensão de aceleração. Amplificador de picoampère integrado para a medição da corrente anódica. Para o registro da tensão de aceleração, dependendo da corrente anódica, com uma interface ou um registrador XY, encontra-se à disposição uma tensão lenta em dente de serra (aprox. 6 seg. por ciclo) e para a observação osciloscópica de uma tensão em dente de serra, encontra-se a disposição uma tensão com uma frequência de repetição de 20 Hz. Inclui fonte de alimentação.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Entrada:                 | Medição da corrente anódica através de conectores BNC   |
| Saídas:                  |   |
| Tubo:                    | Tensão de aceleração em dente de serra 0 – 60 V, 20 Hz  |
| Fast:                    | Sinal de tensão de 0 – 1 V proporcional à tensão de aceleração para a observação osciloscópica                              |
| Slow:                    | Sinal de tensão de 0 – 1 V proporcional à tensão de aceleração para a recepção dos dados com um registrador XY ou interface |
| Corrente anódica:        | Sinal de tensão de 0 – 1 V proporcional a corrente anódica (1 V/nA)   |
| Tensão de abastecimento: | 12 V AC   |
| Dimensões:               | aprox. 170x105x45 mm <sup>3</sup>   |

### Unidade de controle para tubos de potenciais críticos (230 V, 50/60 Hz) P-1008506

### Unidade de controle para tubos de potenciais críticos (115 V, 50/60 Hz) P-1000633



Corrente de coletor  $I_R$  em dependência da tensão de aceleração  $U_A$ . Abastecimento de gás: He.

**Montagem do experimento com a unidade e controle para tubos de potenciais críticos**



**UE5020500**  
PDF online



➤ **Montagem do experimento com a unidade e controle para tubos de potenciais críticos**

**Exigência complementar:**

P-1014525 Suporte para tubo S

P-1008506 Unidade de controle para tubos de potenciais críticos  
(230 V, 50/60 Hz)

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

OU

P-1000633 Unidade de controle para tubos de potenciais críticos  
(115 V, 50/60 Hz)

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

**Recomendação suplementar:**

P-1002785 Multímetro digital P3340

P-1020857 Osciloscópio PC 2x25 MHz

P-1002748 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm (2x)

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança 75 cm

➤ **Montagem do experimento com o aparelho para o experimento de Franck-Hertz**

**Exigência complementar:**

P-1014525 Suporte para tubo S

P-1012819 Aparelho para o experimento de Franck-Hertz  
(230 V, 50/60 Hz)

OU

P-1012818 Aparelho para o experimento de Franck-Hertz  
(115 V, 50/60 Hz)

**Recomendação suplementar:**

P-1020857 Osciloscópio PC 2x25 MHz

P-1002748 Cabo HF, BNC / conector de 4 mm (2x)

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança 75 cm

**Montagem do experimento com o aparelho para o experimento de Franck-Hertz**





*Montagem da experiência para iluminação do tubo de fluorescência de sódio com luz branca focada.*

#### Temas para experiências:

- Fluorescência de ressonância de sódio
- Absorção das linhas espectrais do sódio em névoa sódica



#### Tubo de fluorescência de sódio sobre placa de forno

Tubo revestido com sódio várias vezes destilado para a demonstração da fluorescência por ressonância do sódio. Com preenchimento de argônio. O tubo é aquecido no forno a temperaturas entre 180°C e 200°C, para atingir suficiente pressão de vapor de sódio. O tubo inteiro reluz sob a emissão da linha amarela Na-D, quando ele é irradiado por luz espectral Na em estado aquecido. No espectro, aparece a linha Na-D bem delimitada. Contrariamente, se ele for irradiado por uma lâmpada de luz branca, no lugar da linha Na-D surge uma linha escura de absorção no espectro da luz transmitida. Mesmo sem espectrômetro, pode-se comprovar a absorção através da clara formação de sombras na irradiação com luz amarela de sódio.

Dimensões do tubo: aprox. 170 mm x 42 mm Ø

Dimensões da placa

de forno : aprox. 230x160 mm<sup>2</sup>

Massa: aprox. 550 g

**P-1000913**

#### Exigência complementar:

**P-1012820** Forno aquecedor (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1006796** Forno aquecedor (115 V, 50/60 Hz)

#### Recomendação suplementar:

**P-1003541** Lâmpada espectral de Na

**P-1021409** Redutor para lâmpadas espectrais (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003195** Redutor para lâmpadas espectrais (115 V, 50/60 Hz)

**P-1020630** Luminária óptico com lâmpada LED

**P-1002835** Tripé, 150 mm

**P-1003022** Lente convergente sobre haste, 50 mm

**P-1001045** Base em tonel, 0,9 kg

**P-1003531** Espectroscópio de mão com prisma Amici

*Absorção de luz branca (esq.) com luz amarela de sódio (direita) em tubo de vidro com vapor de sódio. A luz é respectivamente ampliada de forma que passe desimpedida à esquerda e à direita do tubo de vidro.*



*Observação da névoa de vapor de sódio na luz amarela de sódio.*



#### Forno aquecedor

Forno de aquecimento elétrico com regulação constante da temperatura e indicação de temperatura digital da temperatura que deveria ser e a que é. Em armação de metal laqueado com duas janelas de observação, abertura com fixação de pinça de mola para a recepção de termômetro e punho de transporte termicamente isolado. Medição de temperatura e regulação por sobre com micro controlador integrado de sensor de medição PT100.

Abertura da parte frontal: aprox. 230x160 mm<sup>2</sup>

Potência de aquecimento: 400 W

Temperatura máxima: 300°C (230 V, 50/60 Hz)

250°C (115 V, 50/60 Hz)

Constância da

temperatura: aprox. ±1°C

Dimensões: aprox. 335x180x165 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 5,6 kg

**Forno aquecedor (230 V, 50/60 Hz)**

**P-1012820**

**Forno aquecedor (115 V, 50/60 Hz)**

**P-1006796**



#### Temas para experiências:

- Propriedades dos raios X:
  - Radiação penetrante
  - Propagação linear
  - Ionização
  - Fotografia a raio X
- Radiação fluorescente
- Proteção contra radiação X
- Experiências de absorção
- Lei de distância
- Dosimetria e proteção contra radiação
- Difração de raios X:
  - Radiografia Laue
  - Radiografia Debye-Scherrer
  - Reflexão Bragg
  - Lei de Duane e Hunt (determinação do  $h$ )
- Lei de Moseley

#### Aparelho de raio X

O espaço onde as experiências se realizam é uma caixa fechada à prova de radiação com uma proteção de vidro sintético transparente. Ao abrir-se a proteção de vidro sintético desliga-se automaticamente a alta tensão para o tubo de Röntgen. O tubo de Röntgen de alto vácuo com cátodo de tungstênio de aquecimento direto e ânodo de cobre encontra-se num recipiente de borosilicato com janela de descarga de irradiação de forma côncava e espessura fina. Uma cúpula de vidro de chumbo com colimador permite que a radiação de Röntgen saia paralelamente à superfície da experiência e proteja contra a radiação difusa. O goniômetro por tubo contador horizontal é composto de um suporte central de amostras, bem como de um braço articulado. Este braço articulado na forma de um carregador de slides serve para a recepção do tubo contador de Geiger-Müller (P-1000661), da câmara de ionização (P-1000668), bem como dos aparelhos para experiências em tamanho de slide, ou seja, de uma placa básica de tamanho 50x50 mm (por exemplo, dos aparelhos P-1000665, P-1000666, P-1000667). O braço articulado pode ser girado manualmente, livremente em volta da base de experiências ou com um acoplamento fixo angular na relação de 2:1, por exemplo, para realizar experiências de reflexão de Bragg. O aparelho está equipado com escalas angulares e em mm, marcas de posicionamento para aparelhos de experiências, bem como conexões resistentes à irradiação para cabos e mangueiras. Inclui cabo para medição da corrente do tubo.

|  |  |
|--|--|
| Tensão anódica:                                      | 20/30 kV comutável, estabilizado eletronicamente                           |
| Corrente de emissão:                                 | 0 – 80 $\mu$ A ajustável sem escalonamentos e estabilizado eletronicamente |
| Aquecedor catódico:                                  | 4 V, 1 A   |
| Marca de combustão:                                  | 5x1 mm <sup>2</sup>  |
| Material anódico:                                    | Cu   |
| Colimador de vidro de chumbo:                        | orifício de saída da irradiação 5 mm $\varnothing$                         |
| Divergência da irradiação:                           | melhor do que 10°  |
| Comprimento das características ondas da irradiação: | Cu-K $_{\alpha}$ : 154 pm, Cu-K $_{\beta}$ : 138 pm                        |
| Cabo:  | aprox. 50 cm, conectores 2,5 mm / conectores 4 mm (vermelho / preto)       |

#### Organiômetro do contador:

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Área de oscilação:             | 0°, +10° – +130° e -10° – +130°                       |
| relativo ao eixo de irradiação |   |
| Acoplamento angular:           | independente do suporte de amostras ou na relação 2:1 |

|   |  |
|---|--|
| Exatidão na medição do ângulo de Bragg: | 5 arcos por minuto                       |
| Minuteria:                              | 0 – 55 min, ajustável sem escalonamentos |
| Recepção de potência:                   | 100 VA                                   |

#### Dimensões:

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Aparelho Röntgen: | aprox. 250 mm x 370 mm $\varnothing$ |
| Tubo de raio X:   | aprox. 100 mm x 32 mm $\varnothing$  |
| Massa:            | aprox. 9 kg                          |

#### Aparelho de raio X (230 V, 50/60 Hz)

**P-1000657**

#### Aparelho de raio X (115 V, 50/60 Hz)

**P-1000660**

#### Tubo de reposto para aparelho de raio X (sem foto)

Tubo de raios X de reposto com ânodo de Cu para aparelho de raio X (P-1000657 e P-1000660).

**P-1000664**

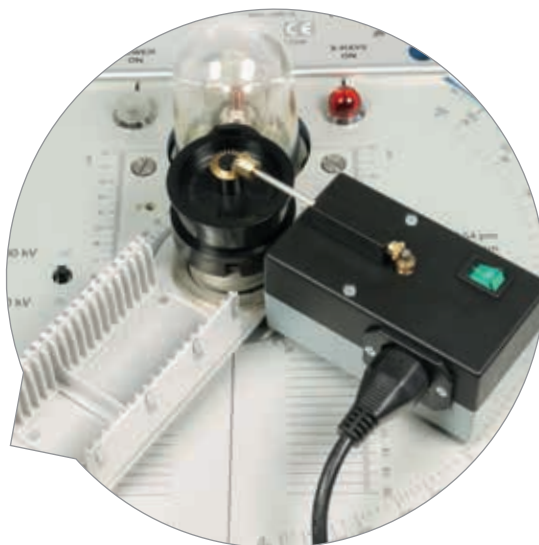
### Acionamento a motor Debye-Scherrer (230 V, 50/60 Hz)

Para análises estruturais de acordo com o método do cristal rotativo, adequado para a câmera de Debye-Scherrer (contida em P-1000665). Acionamento através de rodas dentadas em forma de cone.

Recepção de potência: 3 VA

**P-1019216**

*Para operação é recomendável uma tensão de alimentação na rede elétrica de 100 – 120 V:*  
**Transformador de tensão 120 V / 230 V (sem foto)**  
**P-1003649**



### Acessórios de cristalografia

Conjunto de complementos do kit básico de aparelhos (P-1000665) para pesquisas avançadas em cristalografia, para trabalhar a lei de Moseley, o método de Debye-Scherrer, a reflexão de Bragg, bem como para o estudo de materiais.

#### Fornecimento:

- 4 lâminas, Fe, V, Mn, Cr
- 2 monocristais, KCl, RbCl
- 5 amostras de pó, NaF, SiC, NH<sub>4</sub>Cl, MgO, Al
- 2 amostras de fios, Al, Nb (cada um 3 vezes) para a análise de Debye-Scherrer
- 10 fios de polietileno
- 1 disco para o cálculo do ângulo de incidência de Bragg

**P-1000666**



### Acessórios de radiografia

Kit complementar ao jogo básico (P-1000665) para, entre outras, as seguintes áreas: propagação, absorção, dependência da tensão de aceleração ou da corrente de emissão e da capacidade de penetração, resolução, blindagem, espessura de meio-valor, tempo de exposição à luz, teste sem destruição da matéria-prima.

#### Fornecimento:

- 1 cruz de malta
- 1 fantasma
- 1 diafragma
- 1 revestimento de alumínio, escalonado
- 5 absorventes de alumínio, 0,1/0,25/0,5/1,0/2,0 mm
- 1 absorvente de chumbo, 0,5 mm
- 1 absorvente de matéria plástica
- 2 ímãs
- 4 modelos de teste de materiais (porosidade, fenda, cordão de solda, pintura)

**P-1000667**





#### Contador Geiger-Müller T

Contador Geiger-Müller de halogênio de extinção espontânea para o registro de irradiações  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e Röntgen. Em carcaça de material plástico com suporte para a recepção do braço giratório do aparelho de Röntgen (P-1000657 o P-1000660) e cabo BNC fixo. Inclui grampo suporte para outras fixações.

Área recomendada de dosagem:  $10^{-3}$  até  $10^2$  mGy/h  
 Conteúdo de massa da superfície ativa: mica: 2,0 até 3,0 mg/cm<sup>2</sup>  
 Tensão de trabalho: 500 V  
 Dimensões: aprox. 50x50 mm<sup>2</sup> x 22 mm Ø  
 Comprimento do cabo: 1 m

**P-1000661**



#### Conjunto básico Bragg

Equipamento básico para a experiência de reflexão com um cristal LiF e um de NaCl.

#### Fornecimento:

1 colimador-diafragma de fenda, 1 mm  
 2 diafragmas de fenda, 1 mm/3 mm  
 2 monocristais, LiF, NaCl  
 1 contador Geiger-Müller (P-1000661)

**P-1008508**



#### Kit básico

Kit de aparelhos para experiências qualitativas e quantitativas, como por exemplo propagação retilínea, ionização e capacidade de penetração das radiações X, bem como para a fotografia por raios X, para a comprovação do caráter ondulatório dos raios X, para a análise da radiação fluorescente de Röntgen e para determinar os coeficientes de absorção das massas. Acomodados em recipiente com a forma dos aparelhos.

**P-1000665**

#### Fornecimento:

1 tela luminescente  
 1 câmera de Debye-Scherrer  
 2 cassetes com filme  
 1 máscara de chumbo  
 2 elétrodos de placas sobre pinos de inserção de 4 mm  
 1 colimador-diafragma de fenda, 1 mm  
 1 colimador-diafragma de orifício, 1 mm Ø  
 1 carregador complementar com diafragma circular  
 2 diafragmas de fenda, 1 mm/3 mm  
 1 diafragma de orifício, 9,5 mm Ø  
 2 monocristais, LiF, NaCl  
 2 minicristais, LiF  
 1 amostra de pó, LiF  
 10 fios Cu  
 4 lâminas de absorção, Ni, Cu, Co, Zn  
 1 revólver para folhas de propagação, revestidas com os elementos V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn  
 1 kit para auxiliar a montagem (adesivo de acetato, clips)  
 1 caixa para guardar o material, com a forma dos acessórios



**UE7010100**

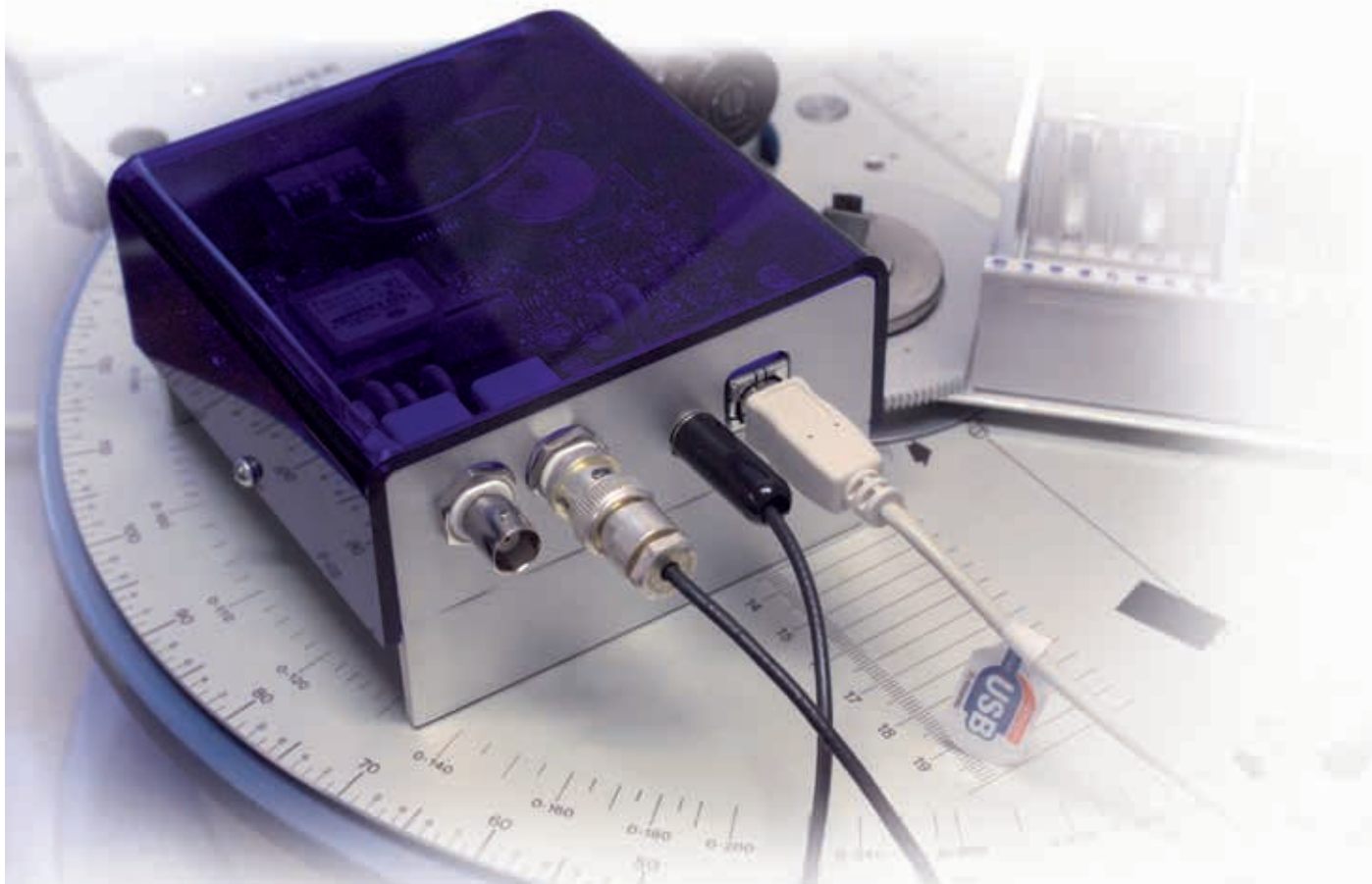
PDF online

#### **Bragg Driver (acionador Bragg)**

O driver Bragg é uma combinação de hardware e software que permite ao usuário de coletar dados de difrações de raios X em combinação com o aparelho de raios X (P-1000657 ou P-1000660). Ele providencia a alta voltagem e circuito contador do tubo de Geiger Müller (P-1000661) e inclui um programa de software que permite ao usuário de controlar o driver e de coletar os dados. Inclui o drive USB, uma engrenagem para o driver, um cabo USB e um compressor de pó. Escaneamento podem ser obtidos para todos os cristais disponíveis no conjunto básico do aparelho (P-1000665) e os acessórios de cristalografia (P-1000666). Uma característica adicional inclui a habilidade de escanear pós e folhas. O software permite a seleção de ângulos de escaneamento, a resolução, e o tempo por passo. Uma vez que a experiência está completada o software permite o zoom de aproximação dos dados e a facilidade de adicionar comentários ao arquivo. Os dados podem ser exportados para uma planilha para análise adicional.

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| Intervalo de tempo                 |            |
| do salvamento automático de dados: | 30 s       |
| Alcance angular:                   | 12° – 120° |
| Tempo por passo:                   | ≥ 0.1 s    |
| Passo angular:                     | ≥ 0.05°    |
| Voltagem do tubo GM:               | 0 – 1000 V |

**P-1012871**



### Recommended equipment:

| Nº de cat.             |                              | Básico | Intermediado | Avançado |
|------------------------|------------------------------|--------|--------------|----------|
| P-1000657 ou P-1000660 | Aparelho de raio X           | sim    | sim          | sim      |
| P-1000661              | Contador Geiger-Müller T     | sim    | sim          | sim      |
| P-1012871              | Bragg Driver                 | sim    | sim          | sim      |
| P-1000665              | Kit básico                   | sim    | sim          | sim      |
| P-1000666              | Acessórios de cristalografia |        | sim          | sim      |
| P-1000667              | Acessórios de radiografia    |        |              | sim      |
| P-1019216              | Acionamento a motor          |        | sim          | sim      |
| P-1000669              | Pacote de filme 2            | sim    | sim          | sim      |
| P-1000670              | Pacote de filmes 4           | sim    | sim          | sim      |

### Básico:

experiências básicas usando técnicas fotográficas e o tubo de Geiger Müller como as experiências de Laue, experiências de difração de Bragg, experiências da lei do quadrado inverso, emissões, propagação retilínea, penetração e absorção de raios X.

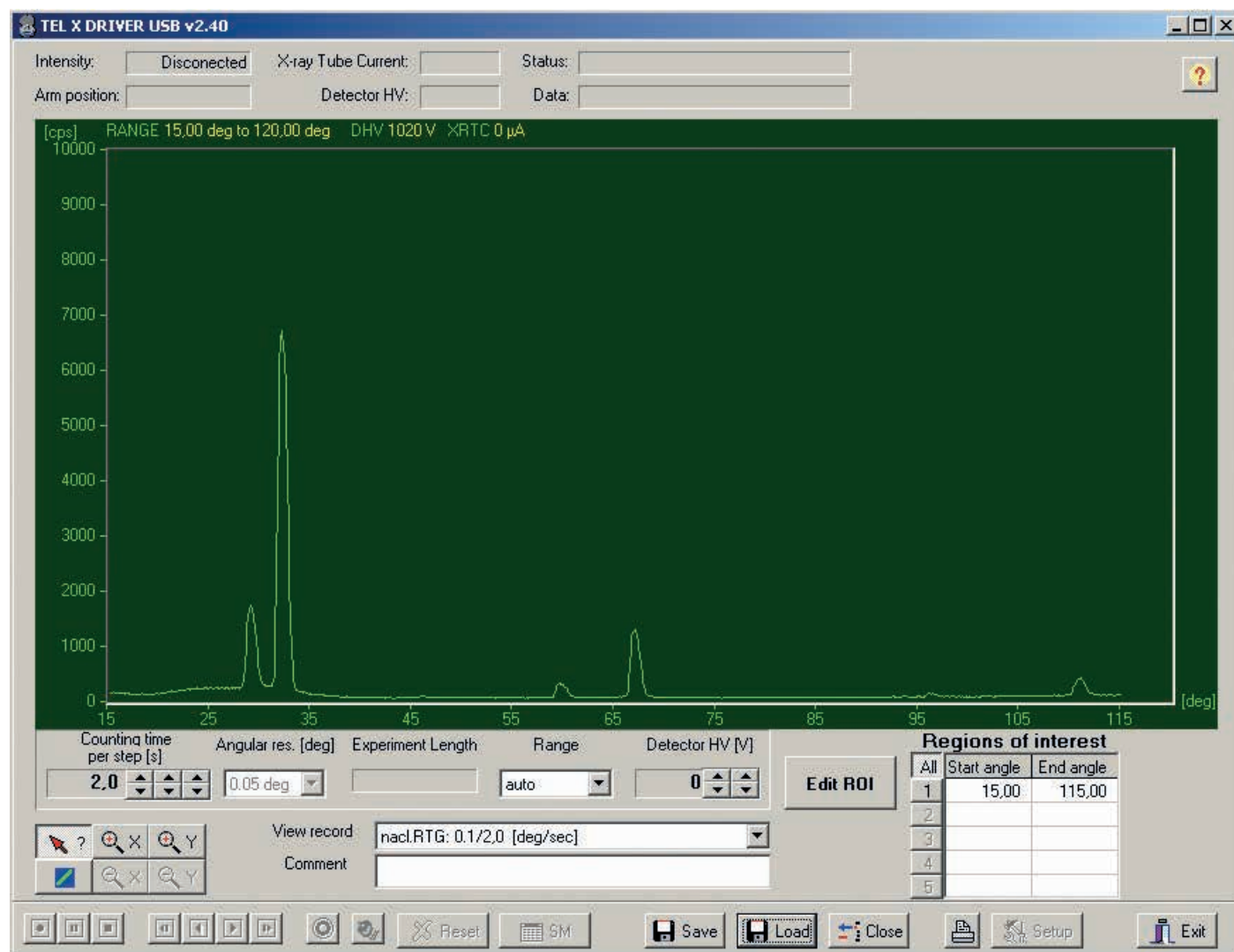
### Intermediado:

experiências básicas e experiências da difração de Moseley, Debye-Scherrer, tamanho da célula unidade em cristais de sal em adição.

### Avançado:

experiências intermediárias e investigações experimentais na radiografia, filmes e as propriedades dos raios X em adição.

### Curva de Bragg em LiF



### Detector de energia de raios x

Detector de raios X para registrar os espectros de energia dos raios X ou radiação  $\gamma$  na faixa de energia de aprox. 2 keV até 60 keV. Ele consiste principalmente de um fotodiodo de Si-PIN que está integrado numa armação de metal junto com um pré-amplificador sensível a cargas, um amplificador principal com modelador de pulsos e um circuito de processamento de sinal digital. O suporte do detector é desenhado particularmente para a instalação sobre o braço giratório do aparelho de raios X (P-1000657 e P-1000660). O fornecimento de energia é assegurado via o porto USB de um CP. Inclui CD com software de medição e análise para CP.

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Faixa de energia:            | aprox. 2 keV até 60 keV  |
| Resolução de energia (FWHM): | 0.55 keV em $E_{\text{FeK}\alpha} = 6.40 \text{ keV}$                    |
| Janela de entrada:           | plásticos<br>(absorção equivalente ao grafite com $d = 40 \mu\text{m}$ ) |
| Detector:                    | Si-PIN fotodiodo   |
| Área ativa:                  | 0.8 mm $\varnothing$   |
| Espessura:                   | aprox. 200 $\mu\text{m}$   |
| Tempo morto por pulso:       | aprox. 200 $\mu\text{s}$   |
| Conexão:                     | USB  |
| Comprimento do cabo:         | 1.75 m   |
| Dimensões:                   | aprox. 80 mm x 22 mm $\varnothing$                                       |
| Massa:                       | aprox. 150 g   |

**P-1008629**

### Exigência complementar:

**P-1000657** Aparelho de raio X (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1000660** Aparelho de raio X (115 V, 50/60 Hz)

### Recomendação suplementar:

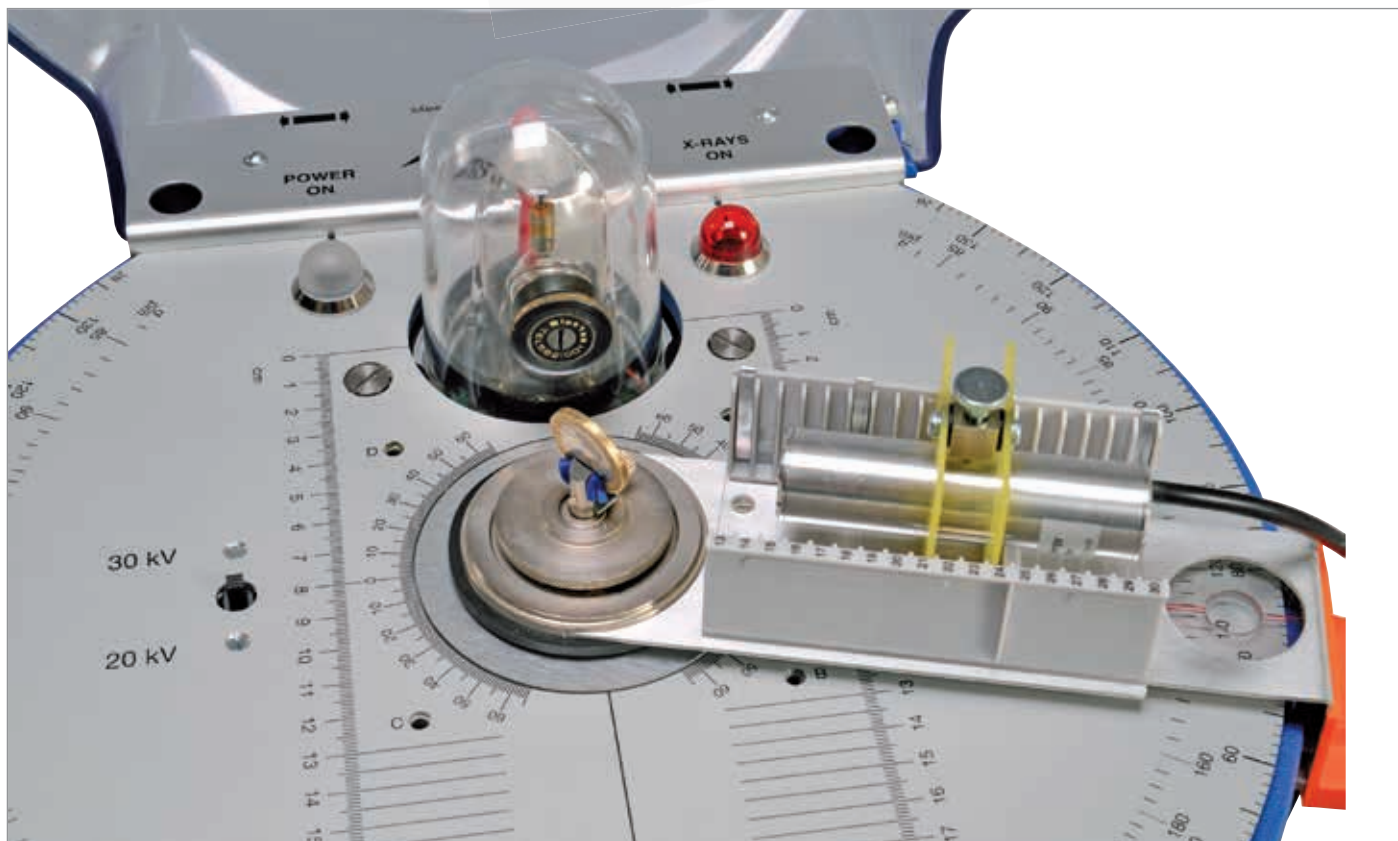
**P-1012868** Conjunto de amostras fluorescentes

### Temas para experiências:

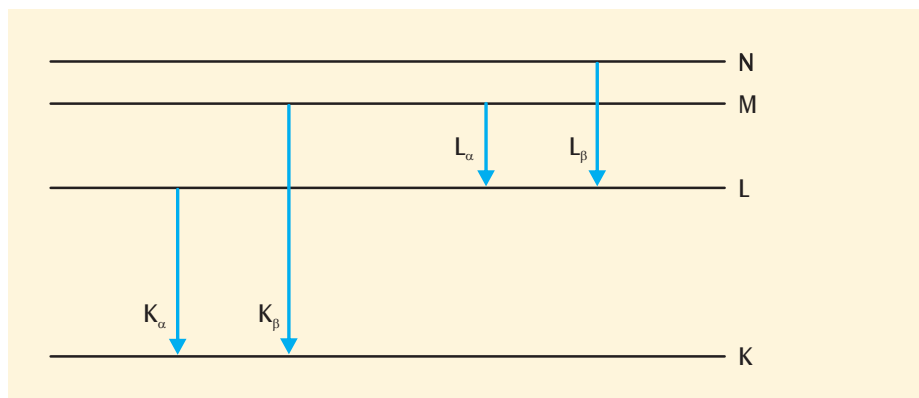
- Espectroscopia de energia raios X
- Efeito de Compton
- Espectroscopia de fluorescência dos raios X
- Experiências de absorção
- Reflexão de Bragg
- Lei de dispersão Duane-Hunt
- Lei de Moseley



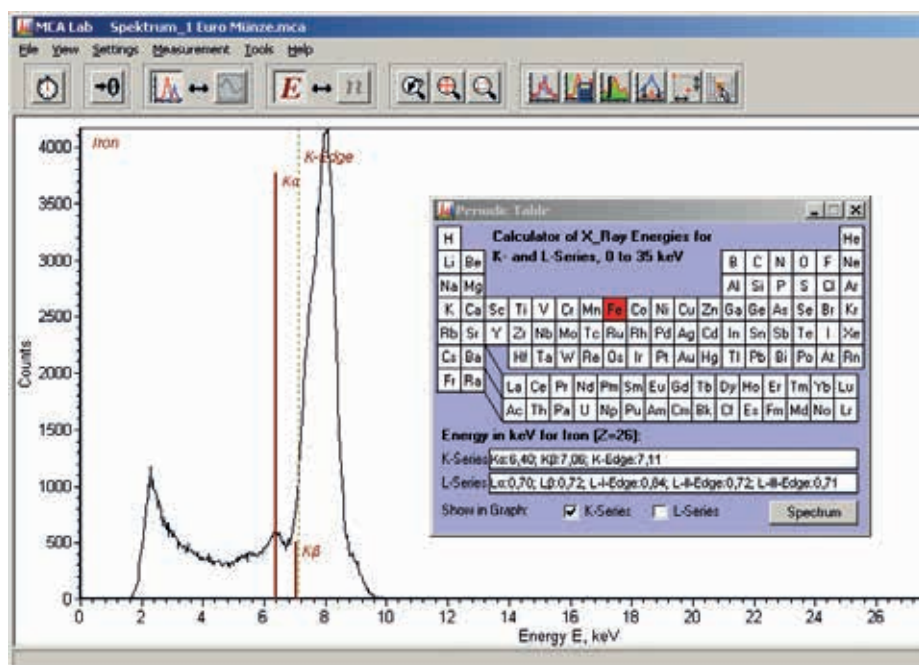
**UE7020100**  
PDF online



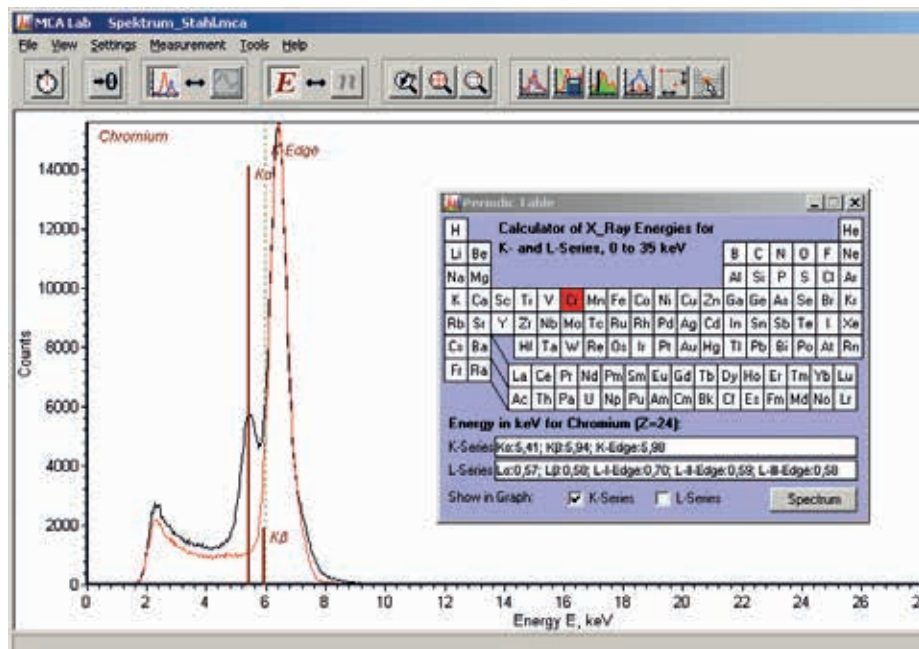
Esquema de termo simplificado de um átomo com as linhas características de raio X.



Espectro de fluorescência de raio X de uma moeda de 1 euro



Espectro de fluorescência de raios X de ferro fundido (vermelho) e aço inox (preto)





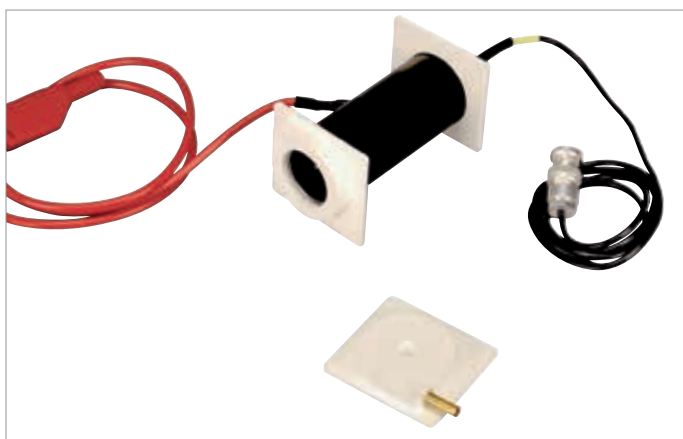
#### Conjunto de amostras fluorescentes

Conjunto de 7 amostras para a análise de material com o detector de energia de raios X (P-1008629). A composição de material pode ser determinada a partir das energias das linhas de fluorescência de raios X apropriadas. Assim, por exemplo, a diferença entre aço inox e aço baixo carbono, ou entre cobre, latão e bronze podem ser visualizados claramente.

#### Materiais:

Aço inox S321, Aço baixo carbono, Cobre C101, Latão C260, Bronze C220, Zinco e Chumbo.

**P-1012868**



#### Câmara de ionização

Para o estudo da ionização do ar e de outros gases em pressão variada através da irradiação de raios X (característica de saturação, modelo de um contador Geiger-Müller, dosimetria). Cátodo cilíndrico com ânodo em bastão. Tubo condutor para a evacuação ou preenchimento com gases.

Tensão de funcionamento: máx. 2 kV  
Corrente de ionização:  $10^{-11}$  –  $10^{-10}$  A  
Elétrodo em bastão: aprox. 75 mm de comprimento  
Câmara: aprox. 85 mm x 25 mm Ø  
Tubo condutor: aprox. 5 mm Ø

**P-1000668**

#### Exigência complementar:

**P-1003310** Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)

**P-1001025** Eletrômetro (230 V, 50/60 Hz)

ou

**P-1003309** Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (115 V, 50/60 Hz)

**P-1001024** Eletrômetro (115 V, 50/60 Hz)

**P-1006813** Acessórios para o eletrômetro

**P-1013527** Multímetro analógico Escola 100

**P-1002751** Adaptador com tomada BNC/plug de 4 mm

**P-1002849** Par de cabos de segurança para experiências, 75 mm



#### A. Pacote de filmes 2

Filme de alta sensibilidade (formato de 38x35 mm<sup>2</sup>) para irradiações  $\beta$ ,  $\gamma$  e de Röntgen. O pacote individual em recipientes de material plástico à prova de luz possibilita a revelação e a fixação sob a luz do dia. (Tempo de duração de aprox. 6 min.)

#### Fornecimento:

20 lâminas de filme de 38x35 mm<sup>2</sup> em embalagens à prova de luz

- 1 garrafa de revelador Röntgen
- 1 garrafa de fixador Röntgen
- 1 seringa com cânula para o enchimento do material químico nos recipientes do filme
- 1 grampo de metal

**P-1000669**

#### B. Pacotes de filme 4

Como em P-1000669 no entanto com 12 lâminas de tamanho de 150x12 mm<sup>2</sup> embalados em recipientes de material plástico à prova de luz para a câmara de Debye-Scherrer.

**P-1000670**

### A. Tubo contador Geiger-Müller

Auto-extinguindo halogênio pulsa a câmara de ionização para descobrir  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e a radiação de raio x. Carcaça metálica com janela de mica, braçadeira de montagem removível com eixo. Comprimento de planalto longo.

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Enchimento:                   | Mistura de néon/argônio, halogênio como agente extinguidor. |
| Dimensões do catódio:         | 39x14 mm <sup>2</sup>                                       |
| Janela:                       | Mica, 9 mm Ø  |
| Miss a por área de unidade:   | 1,5 – 2,0 mg/cm <sup>2</sup>                                |
| Tensão de trabalho:           | 400 V – 600 V (recomendação: 500 V)                         |
| Inclinação relativa do platô: | 0,04 % / V  |
| Tempo inoperante:             | 90 $\mu$ s  |
| Resistor restritivo:          | 10 M $\Omega$ , suporte integrado                           |
| Cabo:                         | 100 mm x 10 mm Ø  |
| Dimensões:                    | aprox. 85 mm x 25 mm Ø                                      |
| Massa:                        | aprox. 160 g  |

**P-1001035**

### Exigência complementar:

**P-1002746 Cabo de AF, 1 m**

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

ou

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

### B. Contador digital

Contador digital para a medição de tempos de execução, tempos de passagem, duração de períodos, duração de oscilação de pêndulos e requência, assim como para a contagem de eventos e impulsos de tubos contadores. Com alto-falante podendo ser ligado ou não, alimentação em tensão para a conexão direta com a barreira luminosa (P-1000563) assim como para a alimentação em tensão do tubo contador Geiger-Müller (P-1001035). Na contagem de eventos podem ser ajustado tempos de abertura fixos. Adicionalmente pode ser programada livremente uma abertura na faixa de 1 s até 99999 s. O processo de contagem (Start, Stop) pode ser ativado através de um sinal no conector de entrada ou manualmente por meio de um comutador. Inclui aparelho de alimentação na rede elétrica.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Medição de tempo:         | 0,1 ms – 99999 s                                    |
| Resolução:                | 0,1 ms / 1 ms / 0,1 s                               |
| Medição de frequência:    | 1 – 100 kHz a $U > 1,5 V_{pp}$                      |
| Resolução:                | 1 mHz (1 – 100 Hz), 1 Hz (1 – 100 kHz)              |
| Tempos de abertura:       | 1/10/60 s e manual                                  |
| Entrada A:                | mini conector DIN8, conectores de segurança de 4 mm |
| Entrada B:                | mini conector DIN8, conectores de segurança de 4 mm |
| Tensão de entrada em A:   | 0,5 V – 15 V AC                                     |
| Tensão de entrada em B:   | 1 V – 15 V AC                                       |
| Flanco ativo:             | ascendente/descendente                              |
| Entrada do tubo contador: | conector BNC  |
| Tensão de alimentação:    | 550 V / 1 M $\Omega$                                |
| Display:                  | display LED de 5 posições                           |
| Tensão operacional:       | 9 – 12 V DC por aparelho de alimentação na rede     |
| Dimensões:                | aprox. 250x100x160 mm <sup>3</sup>                  |
| Massa:                    | aprox. 0,8 kg                                       |

**Contador digital (230 V, 50/60 MHz)**

**P-1001033**

**Contador digital (115 V, 50/60 MHz)**

**P-1001032**



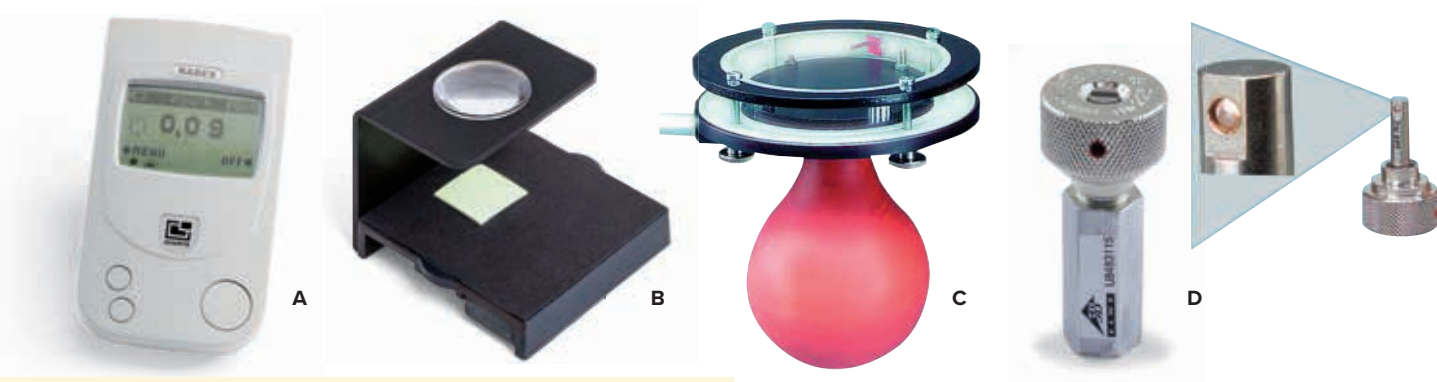
### C. Contador Geiger

Aparelho de precisão compacto de fácil manuseio para a medição de radiação  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . Com comutador de seleção de diafragma anterior ao tubo contador Geiger-Müller para limitar o tipo de radiação ( $\gamma$ ;  $\beta$  e  $\gamma$ ;  $\alpha$ ,  $\beta$  e radiação  $\gamma$ ), display grande e conector USB. Inclui cabo USB, software para Windows e manual de instruções. Inclui o cabo para a interface, software para o Windows e manual de instruções. Para as medições, estão disponíveis as seguintes funções e modos de operação:

- Operação padrão para a exibição da carga radioativa atual. Exibição da dose equivalente como do valor numérico e do diagrama de barras, assim como do tempo até ter-se acumulado o valor limite pré-estabelecido (ajuste de fábrica: 5  $\mu$ Sv/h). Adicionalmente, com sinal óptico de nível de alarme ajustável assim como exibição da radiação média acumulada do dia anterior.
- Contagem de pulso permanente ou com tempo de abertura de medição ajustável. Tempo de abertura da medição ajustável em segundos, minutos ou horas. Sinalização acústica do impulso pode ser conectada.
- Medição da quota de impulso. Os impulsos registrados são medidos de forma constante e convertidos numa quota (número por segundo) de impulso.
- Exibição da data e da hora integrada para poder protocolar de forma correta a radiação medida.
- O número de impulsos é arquivado na memória interna. Assim podem ser protocolados, por exemplo, valores semanais num período de até 10 anos.
- Conexão ao computador. O software permite a análise e o processamento dos dados sob Windows.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Tipos de radiação:       | $\alpha$ a partir de 4 MeV, $\beta$ a partir de 0,2 MeV, $\gamma$ a partir de 0,02 MeV   |
| Grandezas Dimensões:     | dose equivalente em Sv/h, mSv/h, $\mu$ Sv/h impulso/s, impulso/intervalo de tempo ajustável  |
| Display:                 | LCD, de quatro dígitos, numérico com exibição dos valores medidos, diagrama de barras pseudo analógico, indicadores de modo de operação. |
| Detector de radiação:    | tubo de contagem de janela fina segundo Geiger-Müller, armação de aço fino com preenchimento neon-halogênio                              |
| Comprimento da medição:  | 38,1 mm  |
| Diâmetro da medição:     | 9,1 mm   |
| Janela de visualização:  | 1,5 – 2 mg/cm <sup>2</sup>   |
| Sensibilidade $\gamma$ : | 114 Imp/min com radiação $^{60}\text{Co}$ = 1 $\mu$ Sv/h em banda de energia da radiação ambiente  |
| Quota zero:              | aprox. 10 impulsos por minuto  |
| Memória interna:         | 2 kbyte  |
| Duração da bateria:      | aprox. 3 anos  |
| Dimensões:               | aprox. 163x72x30 mm <sup>3</sup>   |
| Massa:                   | aprox. 155 g   |

**P-1002722**



#### Observação:

Conforme às leis de proteção contra radiações, aquele que planeja ou executa uma atividade com matérias radioativas ou radiação ionizante tem a obrigação de:

- evitar a exposição ou a contaminação desnecessária por radiação de pessoas ou do meio ambiente
- e manter a exposição ou contaminação inevitável de pessoas ou do meio ambiente, mesmo abaixo dos valores limites, tão baixos quanto possível levando em conta o estado atual de conhecimento da ciência e da técnica e em consideração em toda situação do caso individual.

#### A. Dosímetro Radex RD 1706

Aparelho de medição de radiação para a determinação da potência de dose em  $\mu\text{Sv/h}$  para  $\beta$ -,  $\gamma$ - e radiação de raios X. Pode ser operado sem ter conhecimentos especiais, não obstante, é comparável com um dosímetro profissional. Com dois tubos contadores Geiger-Müller integrados e display de LCD grande que pode ser iluminado. O aparelho mede a atividade das partículas 'B' e 'Y' e calcula a partir disto a potência da dose. A duração de medição e cálculo necessária depende da potência da dose e varia de 26 s até 1 s em caso de alta potência de dose. A comprovação de cada partícula é acompanhada com um sinal de tom, para facilitar a busca de uma fonte de radioativa. No modo de "segundo plano" é indicada a diferença entre a potência de dose meia para a potência da dose de segundo plano e a potência de dose do segundo plano. Isto facilita, por exemplo, a análise de espaços fechados e de materiais de construção. A ultrapassagem de um nível ajustável de alarme pode ser indicado seletivamente através de um sinal de tom ou um de vibração. Após o desligamento do aparelho os valores de medição ficarão armazenados.

|  |  |
|--|--|
| Contador:  | dois tubos contadores<br>GM SBM20-1                      |
| Grandeza de medição:   | Potência de dose equivalente<br>do ambiente $H^*(10)$    |
| Faixa de medição:  | 0,05 – 999,0 $\mu\text{Sv/h}$                            |
| Nível de alarme:   | ajustável desde 0,10 até 99,0 $\mu\text{Sv/h}$           |
| Alarme:  | Sinal de tom ou sinal de vibração                        |
| Duração de medição e cálculo:  | 26 s<br>1 s (em $H^*(10) > 3,5 \mu\text{Sv/h}$ )         |
| Duração de indicação dos valores:  | continuado   |
| Faixa energética da radiação de raios X e da radiação $\gamma$ comprováveis: | 0,03 até 3,0 MeV   |
| Radiação $\beta$ :   | 0,25 até 3,5 MeV   |
| Baterias:  | 1,5 V, AAA (1 x ou 2 x)                                  |
| Duração de operação:   | 500 h, com 2 baterias (1350 mAh)<br>em condições normais |
| Dimensões:   | aprox. 4105x60x26 mm <sup>3</sup>                        |
| Massa (sem baterias):  | aprox. 490 g   |

**P-1012894**

#### B. Espintariscópio

Aparelho para a observação das cintilações resultantes da decomposição radioativa. Após a inserção de um pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq (P-1006797), cujo lado emissor de radiação está virado para baixo e em direção à tela de sulfato de zinco do aparelho, podem ser observados na escuridão total relâmpagos de luz distribuídos de forma estática e visíveis na lupa do aparelho que são resultantes da decomposição radioativa.

**P-1000918**

#### Exigência complementar:

**P-1006797 Pino radiativo  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq**

#### C. Câmara de névoa

Câmara de névoa de expansão para a observação dos percursos de raios  $\alpha$ . Tampa e parede lateral de acrílico transparente. Com perfuração apropriada para receber o pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq (P-1006797), folha de absorção inclinável para fechar e abrir a saída de emissão e punho latera. Através de compressão seguida de expansão da bola de borracha conectada é saturada uma mistura de de álcool isopropílico com água na câmara de névoa. A seguir, são visíveis durante 1 a 2 segundos os percursos dos raios  $\alpha$  na luminária óptica através de formação de gotas.

**P-1000921**

#### Exigência complementar:

**P-1006797 Pino radiativo  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq**

#### D. Pino radiativo $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq

Preparação de utilização livre segundo a legislação alemã vigente com recipiente de latão com proteção contra radiação. Sulfato de Rádio envolto em folha de ouro e incrustado na extremidade plana de um pino de aço nobre fechado.

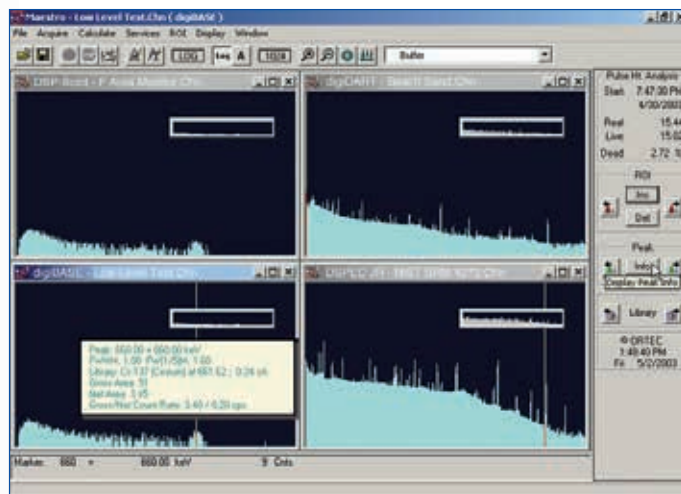
|             |              |
|-------------|--------------|
| Atividade:  | prox. 4 kBq  |
| Tolerância: | -10% / +40%  |
| Massa:      | aprox. 400 g |

**P-1006797**

#### Atenção: materiais perigosos.

Por conta deste fator, há custos adicionais de transporte.

**Observação:** Na Alemanha, o pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$  é um aparelho de limite livre. Sua atividade é de cerca de 4 kBq e pode variar em até 40% para cima ou em até 10% para baixo. O limite livre para  $^{226}\text{Ra}$  está ao redor de 10 kBq. O pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$  pode ser empregado na Alemanha isoladamente sem autorização ou notificação, desde que seja observada a chamada regra de somas. Caso contrário, uma autorização do órgão competente é necessária. A regra de somas determina que a soma das partes percentuais de todos os preparados ou núclídeos disponíveis nos limites livres seja, no máximo, 100%. Em outros países, devem-se observar as prescrições legais correspondentes.



Representação em tela do software de medição e análise MAESTRO-32

### Nal(Tl)- Detector de cintilação

Detector desagregante de energia com alta verossimilhança de comprovação para  $\gamma$ - e radiação fluorescente de raios x para o recebimento de espectros de energia calibrável e para a medição da intensidade relativa de radiação. A radiação incidente produz num cristal de iodeto de sódio ativado com tálio curtos impulsos de luz, os quais são transformados em pulsos elétricos, proporcionais à energia da radiação, por um fotomultiplicador firmemente acoplado. Contra a incidência da luz do exterior o cristal está protegido por uma fina cobertura de alumínio. O fotomultiplicador é blindado contra campos magnéticos por meio de metal- $\mu$ .

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Desagregação de energia relativa: | aprox. 8% em 662 keV        |
| Tomada de conexão:                | 14-pólos, com centralização |
| Dimensões do cristal:             | aprox. 51 mm x 51 mm Ø      |
| Cobertura de alumínio:            | aprox. 0,5 mm               |
| Dimensões totais:                 | aprox. 185 mm x 58 mm Ø     |

**P-1008707**

#### Exigência complementar:

**P-1008708** Unidade de operação e avaliação Nal

#### Recomendação complementar:

**P-1006797** Pino radioativo  $^{226}\text{Ra}$ , 4 kBq

### Unidade de operação e avaliação Nal

Unidade completa de operação e avaliação para a medição e avaliação abrangente de espectros de energia. Composto de uma escala de ligação de 14 pólos com uma fonte de alimentação de alta tensão para o fotomultiplicador de um detector de cintilação Nal(Tl). Com um amplificador integrado de formação de pulsos e transformação de sinal para a análise multicanal. O fornecimento de tensão da unidade completa acontece sobre a interface USB de um CP. Inclusive o software de medição e avaliação MAESTRO-32 para CP. O software de medição e avaliação oferece uma superfície gráfica multi-fase, após a identificação das energias de radiação medidas por meio de bibliotecas integradas e permite a gradação de todos os parâmetros de medição inclusive da alta tensão no CP.

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Desagregação:                | 1024 canais                           |
| Amplificação:                | 1, 3 ou 9 (grosso)<br>0,4 –1,2 (fino) |
| Não-linearidade integral:    | <0,05% acima 99% do âmbito            |
| Não-linearidade diferencial: | <1% acima 99% do âmbito               |
| Influência de tempo morto:   | <5% abaixo 50000 acontecimento/s      |
| Alta tensão:                 | 0 até 1200 V DC                       |
| Deriva de amplificação:      | <0,15x10 <sup>-3</sup> por °C         |
| Deriva de deslocamento:      | <0,05x10 <sup>-3</sup> por °C         |
| Formação de impulso:         | 0,75 – 2 $\mu$ s                      |

**P-1008708**

#### Exigência complementar:

**P-1008707** Nal(Tl)-Detector de cintilação



### Armário de aço para preparações radiativas

Armário de aço com dois compartimentos para o armazenamento a prova de roubo de preparações radiativas conforme as diretrizes de proteção contra radiação.

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| Dimensões: | aprox. 140x300x360 mm <sup>3</sup> |
| Massa:     | aprox. 3 kg                        |

**P-1000920**



P-1000638  
P-1000637

### Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR

Kit de aparelhos básicos para a análise da ressonância spin de elétrons (ESR) em elétron não pareado de uma amostra DPPH, bem como da ressonância magnética nuclear (NMR) em glicerina, teflon e Poliestireno. A observação da ressonância ocorre através de transmissões induzidas de alta-freqüência por mudança do campo magnético externo. As curvas de absorção da ressonância podem ser representadas com um simples osciloscópio de dois canais.

#### Fornecimento:

1 unidade básica  
1 par de bobinas  
1 painel de comando  
1 fonte de alimentação 12 V AC (230 V, 50/60 Hz)  
ou  
1 fonte de alimentação 12 V AC (115 V, 50/60 Hz)

A base serve para o recebimento mecânico das amostras, do ESR (de P-1000640) ou da cabeça de medição do NMR (do P-1000642), do par de bobinas e do imã permanente (de P-1000642).

Dimensões: aprox. 165x105x135 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 1,25 kg

Par de bobinas que serve para a produção do campo magnético modificável para a ressonância spin de elétrons e, em conexão com os imãs permanentes (de P-1000642) no caso de ressonância spin nuclear.

Densidade de

fluxo magnético: 0 – 3,67 mT

Conexão: conector oco (DC)

Dimensões: aprox. 20 mm x 74 mm Ø cada

Massa: aprox. 0,2 kg cada

O painel de comando fornece as tensões de comando e da fornecimento para a cabeça de medição e o par de bobinas, prepara o sinal de medição para a representação com um osciloscópio e indica a freqüência do sinal HF. Conexão das cabeças

de medição: tomada Lemo de quatro pólos

Conexão para o par

de bobinas: fonte de corrente-dente de serra 0 – 250 mA, 50 ms, par de tomadas ocas  
Saída campo: proporcional a corrente de bobina, 0 até 1 V, tomada BNC

Saída sinal: sinal de ressonância, 0 até 1 V, tomada BNC

Escala de freqüência: aprox. 45 até 75 MHz (ESR)

aprox. 10 até 15 MHz (NMR)

Dimensões: aprox. 170x105x45 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 0,5 kg

#### Temas para experiências:

- Absorção de ressonância de um circuito HF de oscilação
- Dependência da freqüência de ressonância do campo magnético
- Largura da linha
- Spin de elétrons
- Momento magnético do elétron
- Determinação do fator g do elétron
- Spin de prótons
- Momento magnético do próton e do núcleo
- Determinação do fator g do núcleo
- Tomografia nuclear

**Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000638**

**Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000637**

#### Exigência complementar:

**P-1000640** Conjunto complementar para ESR

ou

**P-1000642** Conjunto complementar para NMR

**P-1020910** Osciloscópio digital 2x30 MHz



### Conjunto complementar para NMR

Conjunto complementar para o conjunto básico ESR/NMR (P-1000638/P-1000637) para a pesquisa da ressonância magnética nuclear em três amostras diferentes. Consiste numa cabeça de medição NMR com bobina de alta frequência, um ímã permanente forte e homogêneo, uma amostra de glicerina, uma amostra de comparação vazia e dois discos de montagem.

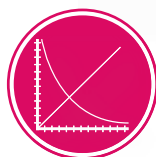
Conexão da cabeça de medição:

Conector Lemo de quatro pólos

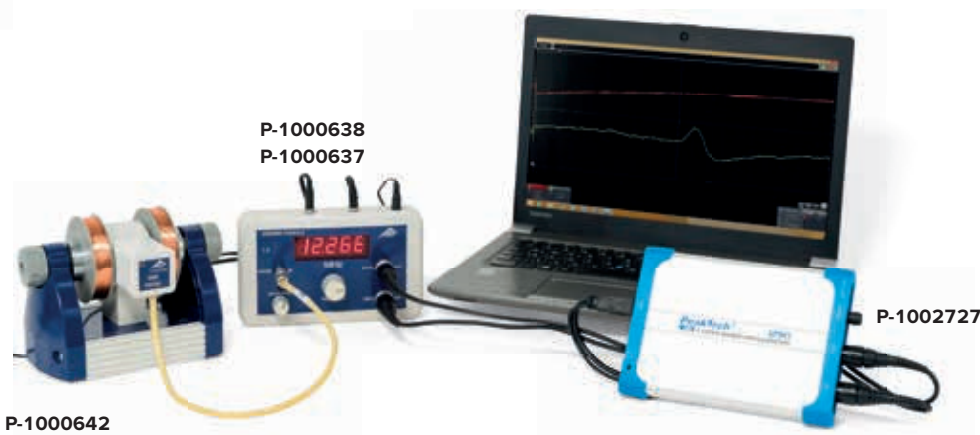
Densidade de fluxo magnético

aprox. 300 mT

**P-1000642**



**UE5030200**  
PDF online



**P-1000642**



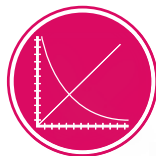
### Conjunto complementar para ESR

Conjunto complementar para o conjunto básico ESR/NMR (P-1000638/P-1000637) para a pesquisa da ressonância eletrônica spin em DPPH. Consistindo em uma cabeça de medição ESR com bobina de alta frequência, uma amostra DPPH (difenilpicrilhidrazil), uma amostra de comparação vazia, dois anéis de montagem e dois cilindros de montagem.

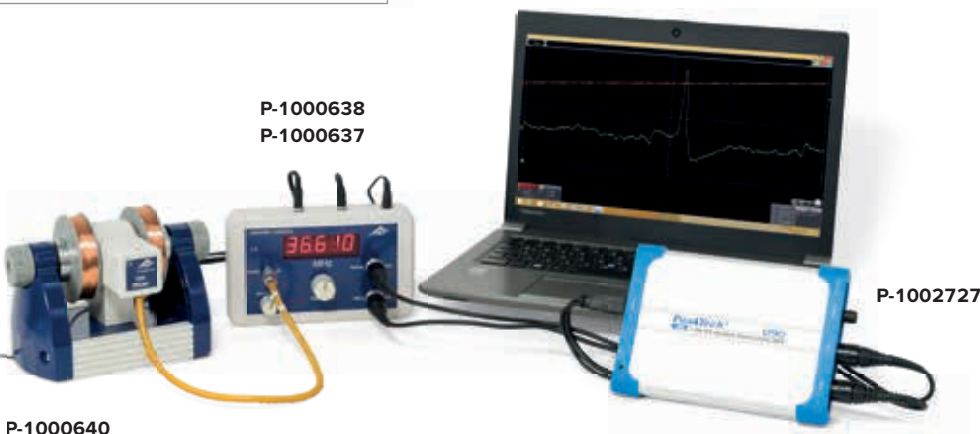
Conexão da cabeça de medição:

Conector Lemo de quatro pólos

**P-1000640**



**UE5030100**  
PDF online



**P-1000640**

#### Temas para experiências:

- Efeito Hall em semicondutores
- Condutor dopado
- Condutor puro
- Mobilidade dos elétrons e das lacunas
- Velocidade de deriva de portadores de cargas
- Concentração de portador de carga
- Distância entre bandas

#### Montagem do experimento: Condução de eletricidade em semicondutores



#### Aparelho básico para efeito Hall

Dispositivo básico para o contato, alimentação de tensão e suporte dos cristais Ge sobre placa condutora (P-1008522, P-1009810 e P-1009760) em experiências para o efeito Hall e para a capacidade de condução. Com fonte de alimentação constante integrada ajustável para a corrente amostra, amplificador de medição com compensação de offset para a tensão de Hall e aquecimento de cristal até 170°C com regulagem de temperatura e indicador comutável para a tensão de Hall, corrente de sonda, tensão de sonda e temperatura. A tensão de Hall e a tensão de sonda podem ser obtidas diretamente no lado frontal. Adicionalmente podem ser medidas no lado três valores de tensões proporcionais para a tensão de Hall, tensão de sonda e temperatura de sonda. Com suporte para a montagem do dispositivo no núcleo em U (P-1000979) do transformador desmontável.

Saídas para valores de  
tensão proporcional:

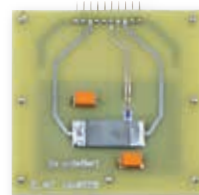
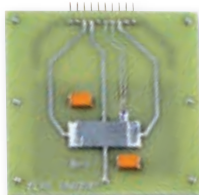
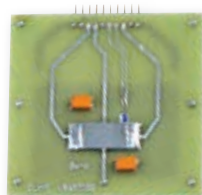
Tomadas de segurança de 4 mm  
Tomadas de 8-PIN-miniDIN

Fornecimento de tensão: 12 V AC, 3 A sobre tomadas de 4 mm

Dimensões: aprox. 180x110x50 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 0,5 kg

**P-1009934**



#### Ge dopado tipo n sobre placa condutora

Platina substituível com cristal Ge dopado do tipo n de grande valor para a pesquisa da capacidade condutora e da tensão Hall de um germânio dopado do tipo n em função da temperatura. Com contatos para corrente transversal e tensão de Hall, aquecimento por resistência integrado com sensor térmico diretamente abaixo do cristal e conector múltiplo para a conexão da placa condutora com o aparelho básico de efeito Hall (P-1009934).

Dimensões

do cristal: aprox. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

Dimensões: aprox. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 30 g

**P-1009760**

#### Ge não dopado sobre placa condutora

Platina substituível com cristal Ge não dopado de grande valor para a pesquisa da capacidade condutora de germânio não dopado em função da temperatura. Com contatos para corrente transversal, aquecimento por resistência integrado com sensor térmico diretamente abaixo do cristal e conector múltiplo para a conexão de aparelho básico de efeito Hall (P-1009934).

Dimensões

do cristal: aprox. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

Dimensões: aprox. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 30 g

**P-1008522**

#### Ge dopado tipo p sobre placa condutora

Platina substituível com cristal Ge dopado do tipo p de grande valor para a pesquisa da capacidade condutora e da tensão Hall de um germânio dopado do tipo p em função da temperatura. Com contatos para corrente transversal e tensão de Hall, aquecimento por resistência integrado com sensor térmico diretamente abaixo do cristal e conector múltiplo para a conexão de aparelho básico de efeito Hall (P-1009934).

Dimensões

do cristal: aprox. 20x10x1 mm<sup>3</sup>

Dimensões: aprox. 70x70x10 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 30 g

**P-1009810**

#### Exigência complementar:

**P-1009934** Aparelho básico para efeito Hall

#### Exigência complementar:

**P-1009934** Aparelho básico para efeito Hall

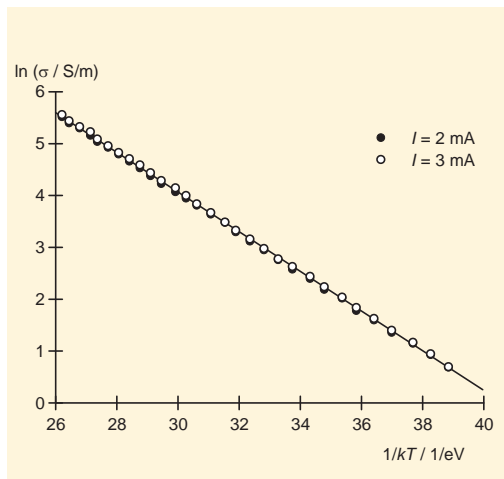
#### Exigência complementar:

**P-1009934** Aparelho básico para efeito Hall

**Experiência “Condução de eletricidade em semicondutores – Determinação do intervalo de banda do germânio”**

- 1 Aparelho básico para efeito Hall
- 1 Ge não dopado sobre placa condutora
- 1 Base em tonel, 1000 g
- 1 Transformador com retificador 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)
- ou
- 1 Transformador com retificador 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)
- 1 Multímetro digital P3340
- 1 Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm
- 1 Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm, vermelho /azul

P-1009934  
P-1008522  
P-1002834  
P-1003316  
P-1003315  
P-1002785  
P-1002849  
P-1017718



**Comparação da condutividade de germânio puro e dotado.**

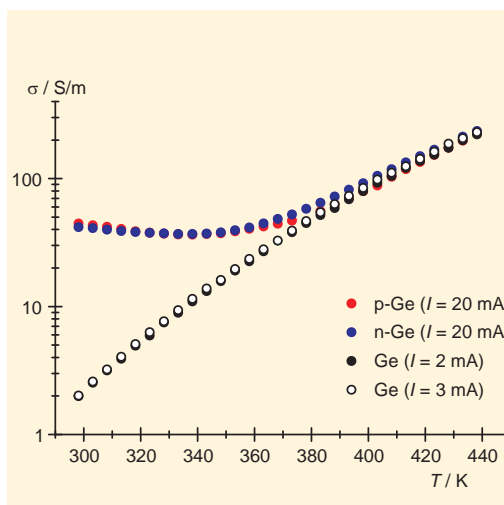
**Experiência “Efeito Hall em germânio dopado p e n”**

- 1 Aparelho básico para efeito Hall
- 1 Ge dopado tipo n sobre placa condutora
- 1 Ge dopado tipo p sobre placa condutora
- 1 Sensor de campo magnético FW  $\pm 2000$  mT
- 1 Bobina D de 600 espiras
- 1 Núcleo em U
- 1 Par de sapatas polares para efeitos de Hall e tensores
- 1 Transformador com retificador 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)

- ou
- 1 Transformador com retificador 3/ 6/ 9/12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)
- 1 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

- ou
- 1 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)
- 1 Multímetro digital P3340
- 1 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências
- 1 VinciLab
- 1 Software Coach 7

P-1009934  
P-1009760  
P-1009810  
P-1021766  
P-1000988  
P-1000979  
P-1009935  
P-1003316  
P-1003315  
P-1003312  
P-1003311  
P-1002785  
P-1021477

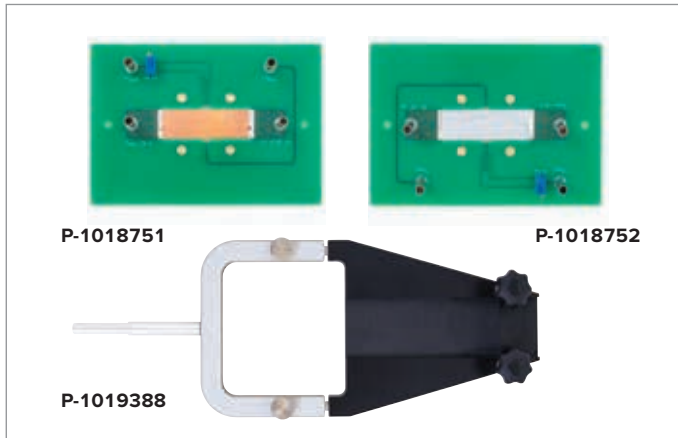


**Tensão de Hall em germânio com dopagem tipo p e tipo n como função da temperatura T**



#### Temas para experiências:

- Efeito Hall em metais
- Efeito Hall normal e anormal
- Coeficiente Hall



#### Efeito Hall em metais

Comprovação da tensão de Hall em uma amostra de cobre ou de zinco pela qual flui uma corrente  $I$ , que se encontra em campo magnético efetivo perpendicular à direção da corrente. Amostras prontas para uso soldadas em platina com conectores de 4 mm. Para a fixação da amostra no campo magnético de eletroímã, é necessário o suporte combinado para o efeito Hall.

Espessura da amostra de cobre:  $17,5\mu\text{m}$

corrente transversal máx.

amostra de cobre: 20 A DC

Espessura da amostra de zinco:  $25\mu\text{m}$

corrente transversal máx.

amostra de zinco: 15 A DC

Área da amostra:  $10 \times 44\text{ mm}^2$

Dimensões: aprox.  $130 \times 90 \times 25\text{ mm}^3$

Peso: aprox. 45 g

#### Amostra de cobre para efeito Hall

P-1018751

#### Amostra de zinco para efeito Hall

P-1018752

#### Suporte combinado para efeito Hall

P-1019388

#### Necessários para a geração do campo magnético:

P-1000988 Bobina D com 600 espiras (2x)

P-1000979 Núcleo em U modelo D

P-1009935 Par de sapatas polares e tensores D para o efeito de Hall

P-1003312 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
ou

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

#### Exigência complementar:

P-1002771 Fonte de alimentação DC 0–16, 0–20 A

P-1020742 Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1020744 Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)

P-1002781 Multímetro digital P1035

P-1008537 Teslâmetro E

P-1012892 Sonda de campo magnético flexível

P-1002843 Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75cm



P-1020742

P-1020744

#### Amplificador de medição U

O amplificador de medição U amplifica sinais de medição de baixa amplitude para medição em qualquer aparelho voltímetro ou osciloscópio. Com o uso de um resistor shunt externo, também podem ser medidas correntes baixas. Tensões offset podem ser compensadas com os ajustes offset para ajuste grosso e fino. A ampliação pode ser selecionada em etapas de 0 a 5 potências de dez. Ruído de alta frequência ou outros distúrbios são filtrados por um filtro passa-baixa com constante de tempo ajustável em etapas entre 0 e 3 s.

A tensão de saída tem o mesmo sinal da tensão de entrada

Impedância de entrada:

10 k $\Omega$

Impedância de saída:

300  $\Omega$

Deriva da tensão offset:

< 2  $\mu\text{V/K}$  (após aprox.

15 min. de operação)

Fatores de ampliação:

$10^0$ ;  $10^1$ ;  $10^2$ ;  $10^3$ ;  $10^4$ ;  $10^5$

Tolerância dos fatores de ampliação:

< 2,5 %

Tensão de entrada:

máx.  $\pm 12\text{ V}$  (protegida contra sobrecarga até 100 V por pouco tempo)

Tensão de saída:

0 ...  $\pm 12\text{ V}$  (à prova de curto-circuito)

Alimentação de energia (por fonte de alimentação fornecida):

12 V AC

Temperatura ambiente:

$5^\circ\text{C}$  ...  $23^\circ\text{C}$  ...  $40^\circ\text{C}$

Temperatura de armazenagem:

$-20$  ...  $70^\circ\text{C}$

Umidade relativa do ar:

< 85% sem condensação

Posição de uso:

na horizontal

Grau de poluição:

2

Tipo de proteção:

IP20

Dimensões:

aprox.  $170 \times 105 \times 50\text{ mm}^3$

Peso:

aprox. 335 g

#### Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)

P-1020742

#### Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)

P-1020744



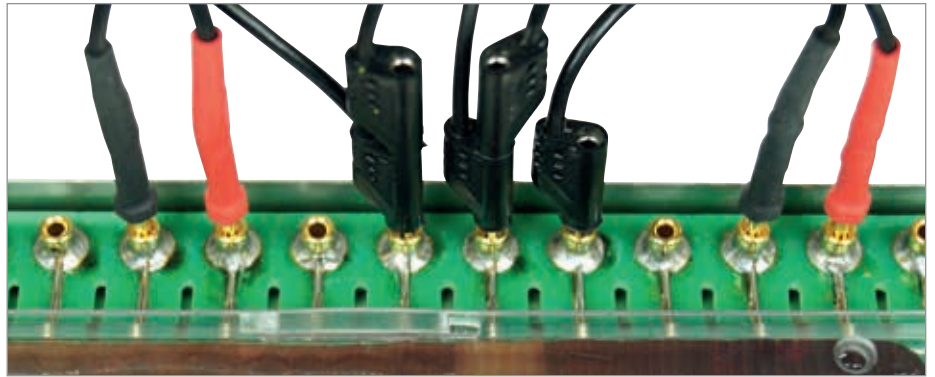
Montagem do experimento: Efeito Hall em metais

Já em 1790, Galvani demonstrou em uma coxa de sapo que são processos eletrônicos que são importantes para o funcionamento de nervos e músculos. Ainda hoje, tais preparados destinam-se à pesquisa do funcionamento dos nervos e da contração muscular. Uma alternativa para isto são as experiências em minhocas intactas. Elas oferecem uma série de vantagens em relação ao clássico preparado de sapo.

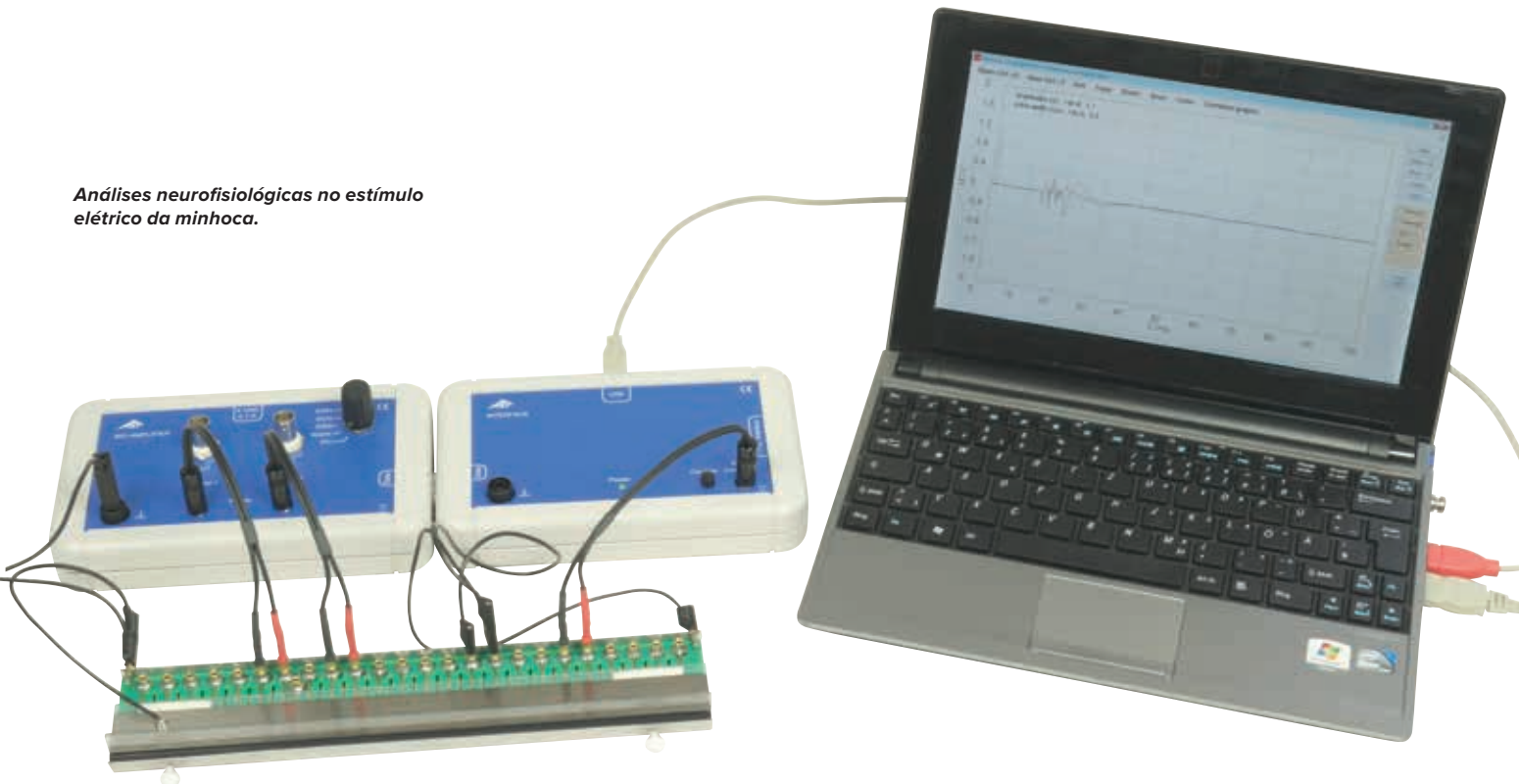
- Nenhum animal precisa ser morto. A minhoca permanece ilesa.
- A preparação, difícil e demorada, de um animal não é necessária.
- Ao contrário do sapo, os nervos da minhoca possuem estrutura mais simples, por isso, os impulsos nervosos de feixes nervosos individuais podem ser medidos.
- A função dos potenciais nervosos nos reflexos da minhoca intacta pode ser mostrada.
- Os mecanismos celulares da habituação podem ser medidos.

## Temas para experiências

- Estímulos táteis na minhoca
- Estímulos elétricos na minhoca
- Desvio de um canal
- Desvio de dois canal
- Eletrocardiograma



*Análises neurofisiológicas no estímulo elétrico da minhoca.*



**Câmara de medição para experiências com minhocas**

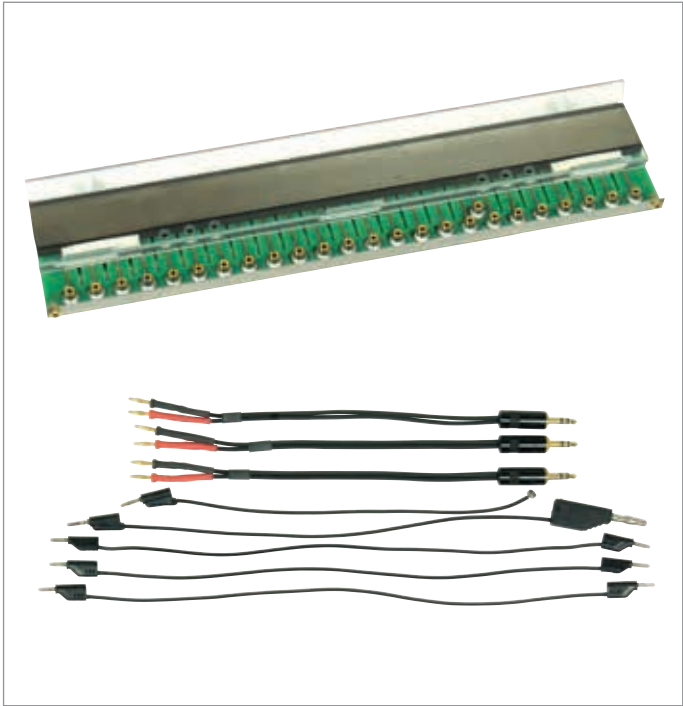
A câmara de medição para experiências com minhocas será empregada em experiências neurofisiológicas com minhocas intactas. Para tanto, a minhoca recebe estímulos elétricos e táteis e seus potenciais de ação. Ela não é ferida neste processo e pode ser devolvida ao seu habitat. Uma cobertura com perfurações serve para a fixação descomplicada da minhoca na direção transversal e duas fixações longitudinais substituíveis impedem seu movimento longitudinal. A minhoca repousa, para o contato, sobre uma longa série de eletrodos, conectados por meio de conectores de 2 mm com auxílio de cabos especiais no amplificador biológico ou no gerador de estímulos da interface de medição biológica. Pelas perfurações na cobertura, podem ser feitos os estímulos táteis. Após a conclusão das experiências, a câmara de medição pode ser desmontada de forma rápida e simples para a limpeza.

Conexões: conectores de 2 mm  
Dimensões: aprox. 250x55x20 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 192 g

**Fornecimento:**

- 1 Câmara de medição
- 1 Fiação do adaptador (conectores 2 mm / 4 mm)
- 1 Cabo magnético
- 3 Fiações de ligação (conectores 2 mm)
- 3 Fiações de medição (conectores 2 mm / conectores jack 3,5 mm)

**P1020601**

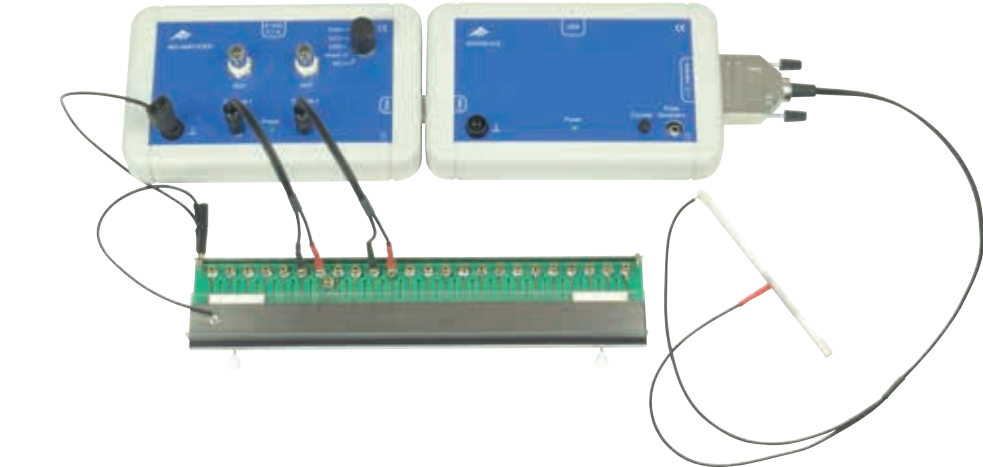


**Aparelho de estímulos para experiências com minhocas**

O aparelho de estímulos destina-se à estimulação tátil de uma minhoca em experiências neurofisiológicas. Com uma haste, é realizado um estímulo correspondente à vida natural a partir de uma altura definida que desencadeia potenciais de ação no nervo da minhoca. Pode ser estabelecida uma relação entre o reflexo de recuo e os potenciais nervosos e musculares que o causam. O animal não é ferido e pode ser devolvido a seu habitat após a conclusão das experiências. O aparelho de estímulos é conectado à interface de medição biológica. Os resultados da medição são transferidos pela interface a um computador e representados pelo software correspondente. O registro dos sinais de desvios é ativado pelo software.

Alimentação de tensão: +5 V DC (por meio de conector Sub-D)  
Peso da haste: 1 g  
Dimensões da haste (3 un.): 40 mm x 2 mm Ø  
Intervalos da escala: 1 cm  
Conector: Sub-D, 15 polos  
Dimensões: aprox. 125x15x15 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 75g

**P-1020603**



*Análises neurofisiológicas no estímulo tátil da minhoca.*



### Bio-interfaccia di misura

La bio-interfaccia di misura serve per la misurazione e la conduzione di esperimenti elettrofisiologici con il bio-amplificatore. Essa viene attivata con un computer mediante l'interfaccia USB seriale. Software di misura e driver sono compresi nella fornitura. È inoltre integrato un generatore di impulsi a potenziale zero, gestito dal software, che funge da stimolatore in combinazione con la camera di misura per esperimenti sui lombrichi (P-1020601). Il software di misurazione fornisce impulsi rettangolari di ampiezza e larghezza variabile, che possono essere impiegati come impulsi singoli o doppi impulsi a distanza variabile.

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Alimentazione:                               | +5 V, max. 200 mA mediante porta USB |
| Porta USB:                                   | presa tipo B                         |
| Collegamento per bio-amplificatore:          | connettore Sub-D, 15 poli            |
| Collegamento per moduli di misura e sensori: | presa Sub-D, 15 poli                 |
| Uscita per stimolatore:                      | jack da 3,5 mm                       |
| Dimensioni:                                  | ca. 175x105x30 mm <sup>3</sup>       |
| Peso:  | ca. 335 g                            |
| <b>P-1020602</b>                             | <b>680,00 €</b>                      |

## > Elettrocardiogramma



### Cabo de ligação para eletrocardiograma

Cabo especial para registro de eletrocardiograma e eletromiograma.  
Conexões: Eletrodos de medição / conector jack 3,5 mm  
**P-1020605**

### Adicionalmente necessário:

**P-5006578** Conjunto de 30 eletrodos para ECG / EMG

### Registro de um eletrocardiograma



### Amplificador biológico

Amplificador de dois canais para experiências eletrofisiológicas. Os sinais ampliados desviados de ambos os canais são representados com um osciloscópio com memória ou com utilização da interface de medição biológica no computador conectado. Amplificação e curso da frequência dependem da experiência selecionada: potenciais de ação e musculares na minhoca intacta (Worm), eletroretinograma (ERG), eletrocardiograma (ECG), eletromiograma (EMG).

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Faixas de medição:    | máx. $\pm 1$ mV (Worm), máx. $\pm 10$ mV (ECG, EMG, ERG)                    |
| Faixas de frequência: | 120 – 1800 Hz (Worm)<br>0,5 – 1800 Hz (ERG, EMG)<br>0,5 – 30 Hz (ECG)       |
| Alimentação elétrica: | 5 V DC / 100 mA por fonte ou por interface de medição biológica (P-1020602) |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Conexão para interface de medição biológica: | conector sub-D, 15 polos          |
| Conexão para osciloscópio:                   | conector BNC                      |
| Conector para câmara de medição:             | conector jack 3,5 mm              |
| Dimensões:                                   | aprox. 175x105x30 mm <sup>3</sup> |
| Peso:  | aprox. 335 g                      |

### Amplificador biológico (230 V, 50/60 Hz) P-1020599

### Amplificador biológico (115 V, 50/60 Hz) P-1020600



### Conjunto de 30 eletrodos para ECG / EMG

Conjunto de 30 eletrodos descartáveis para uso com o cabo de ligação para eletrocardiograma.  
**P-5006578**

# INSTRUMENTOS



**Transformador 12 V, 25 VA**  
Transformador simples para experiências didáticas. Com cabos de conexão e dois conectores de segurança de 4 mm conectáveis em cascada.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída: 12 V AC, máx. 2 A  
Dimensões: aprox. 110x95x65 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,64 kg  
**Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000866**

**Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000865**

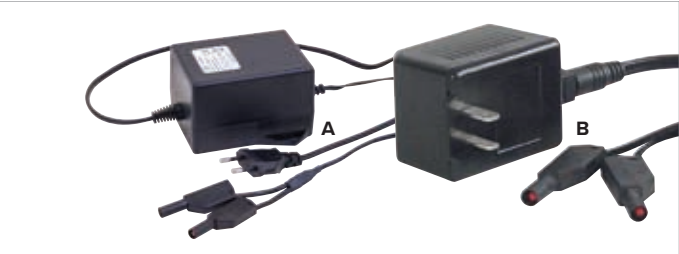


**Fonte de alimentação 24 V, 700 mA**  
Fonte de alimentação na rede de 24 V para a operação do pêndulo de torção segundo Pohl (P-1002956). Com 2 m de cabos de conexão e dois conectores de segurança de 4 mm conectáveis em cascada.

Saída: 24 V AC, máx. 700 mA

**Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000681**

**Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1000680**



**Fonte de alimentação para lâmpadas para óptica**  
Aparelho de rede eletrônico de alto desempenho para, por exemplo, a operação de lâmpadas para óptica. A prova de curto-circuito, com cabos de conexão e dois conectores de segurança de 4 mm conectáveis em cascada.

Saída: 12 V AC, 5 A

**A. Transformador 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)**

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Dimensões: aprox. 95x80x60 mm<sup>3</sup>  
**P-1020595**

**B. Transformador 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)**  
Dimensões: aprox. 75x45x45 mm<sup>3</sup>  
**P-1006780**



**Fontes de alimentação 12 V AC**  
Fontes de alimentação com conector oco.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

| Nº de cat.   | Tensão  | Corrente máx. | Conector oco | Tensão da rede  |
|--------------|---------|---------------|--------------|-----------------|
| C. P-1012900 | 12 V AC | 2000 mA       | 5,5x2,5 mm   | 230 V, 50/60 Hz |
| D. P-1012899 | 12 V AC | 2000 mA       | 5,5x2,5 mm   | 115 V, 50/60 Hz |
| E. P-1001014 | 12 V AC | 750 mA        | 5,5x2,1 mm   | 230 V, 50/60 Hz |
| F. P-1009545 | 12 V AC | 500 mA        | 5,5x2,1 mm   | 115 V, 50/60 Hz |



### Transformador regulador (230 V, 50/60 Hz)

Transformador regulador de alto desempenho e robusto, tensão de saída AC de ajuste contínuo. Dois displays digitais de valores efetivos para potência de corrente e tensão de saída. Protegido termicamente contra sobrecarga por um interruptor de proteção. Saída separada por galvanização da entrada de rede.

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Saída:                      | 0 – 260 V AC, máx. 3 A             |
| Proteção contra sobrecarga: | térmica                            |
| Display:                    | LCD de 3 dígitos                   |
| Conexão:                    | por tomada de segurança            |
| Potência:                   | 780 VA                             |
| Tensão de alimentação:      | 230 V $\pm 10\%$ 50/60 Hz          |
| Dimensões:                  | aprox. 250x235x178 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                      | aprox. 20 kg                       |

**P-1002772**



► Vide também pág. 136

### Fonte de mesa

Fonte de mesa para alimentação do conjunto de aparelhos condução de calor.

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| Tensão de rede:  | 100 – 240 V AC / 1 A, 50/60 Hz |
| Tensão de saída: | 12 V DC / 4 <sup>a</sup>       |

**P-1017579**



### Transformador com retificador 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A

Transformador de segurança com segurança automatizada em armação de metal. Tensão de saída ajustável em 7 níveis.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| Saída AC:  | 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, max. 5 A |
| Saída DC:  | 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, max. 5 A |
| Conexões:  | conectores de segurança de 4 mm    |
| Dimensões: | aprox. 260x140x130 mm <sup>3</sup> |
| Massa:     | aprox. 3,1 kg                      |

### Transformador com retificador 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003558**

### Transformador com retificador 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1003557**



### Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A

Aparelho de alimentação na rede para baixas tensões com proteção contra sobrecarga em caixa de matéria plástica. Tensão de saída ajustável em quatro níveis.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| Saída AC:  | 3/ 6/ 9/ 12 V, máx. 3 A           |
| Saída DC:  | 3/ 6/ 9/ 12 V, máx. 3 A           |
| Conexões:  | conectores de segurança de 4 mm   |
| Dimensões: | aprox. 210x170x90 mm <sup>3</sup> |
| Massa:     | aprox. 2,6 kg                     |

### Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003316**

### Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1003315**



#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A

Fonte de alimentação na rede de baixa tensão com saída de tensão contínua de ajuste contínuo estabilizada. Saída de tensão contínua a prova de curto-circuito e a prova de tensões externa. Três saídas de tensão alternada separadas galvanicamente estão protegidas contra sobrecarga por fusíveis semicondutores (Multifuses).

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída DC: 0 – 12 V, máx. 3 A  
 Saídas AC: 3/ 6/ 9\*/ 12 V, máx. 3 A (\* como diferença)  
 Potência de saída: máx. 36 W  
 Estabilidade em carga completa:  $\leq 50$  mV  
 Ondulação residual a plena carga:  $\leq 10$  mVPP  
 Conexões: conectores de segurança de 4 mm

**Fonte de alimentação  
 AC/DC 0 – 12 V, 3 A  
 (230 V, 50/60 Hz)  
 P-1021091**

**Fonte de alimentação  
 AC/DC 0 – 12 V, 3 A  
 (115 V, 50/60 Hz)  
 P-1021092**



#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)

Fonte de alimentação na rede ajustável, sem escalonamentos, em tensão alternada e contínua, com display digital para tensão e corrente, especialmente adequado para experiências práticas com os alunos. Saídas com separação galvânica. Através de um comutador de pressão, a filtragem do capacitor da tensão contínua de saída pode ser ligado ou desligado (smoothing). No caso de sobrecarga, o aparelho é desligado através de um interruptor térmico.

Saída DC: 0 – 30 V, máx. 5 A  
 Saída AC: 0 – 30 V, máx. 5 A  
 Potência de saída máx.: 150 VA  
 Indicador: LED de 2x3 casas  
 Altura da cifra: 15 mm  
 Conexão: conectores de 4 mm  
 Tensão de alimentação: 230 V  $\pm 10\%$  50/60 Hz  
 Dimensões: aprox. 280x205x140 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 8,3 kg

**P-1002769**



#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A, estab.

Fonte de alimentação na rede de baixa tensão com saída de tensão contínua ou tensão alternada de ajuste contínuo estabilizada. A escolha entre saída de tensão contínua ou alternada ocorre por meio de um comutador.

Saída DC: 0 – 12 V, máx. 3 A, estabilizado  
 Saída AC: 0 – 12 V, máx. 3 A, estabilizado  
 Dimensões: aprox. 160x170x65 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 3,5 kg

**Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A, estab. (230 V, 50/60 Hz)  
 P-1001007**

**Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A, estab. (115 V, 50/60 Hz)  
 P-1001006**



#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)

Fonte de alimentação na rede com voltagem de DC ajustável e estabilizada, voltagem análoga e exposição corrente de voltagem de DC. As características de componente de voltagem DC uma voltagem automaticamente alternante e corrente controlada e é protegida contra contínuos curto-circuitos. A voltagem AC pode ser selecionada em oito passos, a produção é protegida por um britador de circuito sobreatual. As voltagens de saída AC e DC são DC isoladas. Um ventilador regulado pela temperatura, protege a unidade de super aquecimento.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída DC: 0 – 20 V, 0 – 5 A  
 Saída AC: 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 15/ 20 V, máx. 5 A  
 Ondulação residual:  $<10$  mV  
 Dimensões: aprox. 235x175x245 mm<sup>3</sup>  
 Massa: aprox. 8 kg

**P-1003562**



#### Fonte de alimentação AC/DC 1/ 2/ 3/...15 V, 10 A (230 V, 50/60 Hz)

Fonte e alimentação de tensão alternada e contínua regulável gradualmente em armadura de metal. Especialmente adequada para experiências escolares e estagiárias. Com tensões contínuas estabilizadas. Saídas separadas galvanicamente e seguras contra curto-circuito.

Saída DC: 1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13/ 14/ 15 V, máx. 10 A

Saída AC: 1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13/ 14/ 15 V, máx. 10 A

Potência de saída máx.:

150 VA

Conexão: conectores de 4 mm

Dimensões: aprox. 170x160x250 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 6,3 kg

**P-1008691**



Pode ser utilizado como fonte de corrente

#### Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 0 – 6 A

Fonte de alimentação combinada com saída separada de AC e DC e indicações cada vez em separado da tensão de saída e da corrente de saída. A saída DC pode ser empregada como fonte de corrente ou de tensão ajustável de forma contínua. A saída AC é limitada para a corrente e protegida eletronicamente contra sobrecarga.

Tensão DC: 0 – 30 V

Corrente DC: 0 – 6 A

Tensão AC: 0 – 30 V

Corrente AC: máx. 6 A

Dimensões: aprox. 380x140x300 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 12 kg

#### Fonte de alimentação 0 – 30 V, 0 – 6 A (230 V, 50/60 Hz)

**P-1003593**

#### Fonte de alimentação 0 – 30 V, 0 – 6 A (115 V, 50/60 Hz)

**P-1008692**



com limitação de corrente

#### Fonte de alimentação DC 450 V

Fonte de alimentação com três saídas para o fornecimento elétrico em experiências com o eletrômetro (P-1001025/P-1001024).

- Alta tensão inofensiva ao contato por meio de limitação de corrente
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

##### Saída 1:

Tensão: 0 – 450 V DC

Max. Corrente: 10 µA

##### Saída 2:

Tensão: 1,2 – 12 V DC

Max. Corrente: 100 mA

##### Saída 3:

Tensão: 0 – 12 V AC

Max. Corrente: 10 mA

Dimensões: aprox. 250x100x160 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 0,8 kg

#### Fonte de alimentação DC 450 V (230 V, 50/60 Hz)

**P-1008535**

#### Fonte de alimentação DC 450 V (115 V, 50/60 Hz)

**P-1008534**



#### Fonte de alimentação DC 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)

Fonte de alimentação DC de fácil manuseio em robusta armadura de metal. A voltagem da saída é continuamente ajustável e é indicada através de um instrumento de medição analógica. A saída é à prova de curtos-circuitos e de flutuação.

- Baixa tensão de segurança ou baixa tensão de função
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída DC: 1,5 V – 15 V, máx. 1,5 A

Ondulação residual: 10 mV

Conexões: conectores de segurança de 4 mm

Tensão de alimentação: 230 V ± 10% 50/60 Hz

Dimensões: aprox. 100x80x150 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 2 kg

**P-1003560**

### Fonte de alimentação DC 0 – 500 V

Aparelho de baixa tensão com quatro saídas, em particular para a alimentação de tubos de elétrons, inclusive bobinas de Helmholtz com quatro tensões ajustáveis independentemente e instrumentos analógicos de indicação para todas as tensões contínuas. As tensões contínuas são estabilizadas e reguladas, livre de Terra, separadas umas das outras por galvanização, a prova de curto-circuito e de tensões externas.

#### Saída de 500 V:

|                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Tensão:                       | 0 – 500 V DC, máx. 50 mA        |
| Estabilidade em carga máxima: | $\leq 0,01\% \pm 100\text{ mV}$ |
| Ondulação residual:           | $\leq 20\text{ mV}$             |

#### Saída de 50 V:

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Tensão:                       | 0 – 50 V DC, máx. 50 mA       |
| Estabilidade em carga máxima: | $\leq 0,1\% \pm 30\text{ mV}$ |
| Ondulação residual:           | $\leq 5\text{ mV}$            |

#### Saída 8 V:

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Tensão:                       | 0 – 8 V DC, máx. 3 A          |
| Estabilidade em carga máxima: | $\leq 0,1\% \pm 30\text{ mV}$ |

#### 12-V-Saída:

|                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tensão:                       | 0 – 12 V DC, máx. 4 A             |
| Estabilidade em carga máxima: | $\leq 0,1\% \pm 30\text{ mV}$     |
| Display:                      | analógico, classe 2               |
| Conexão:                      | conectores de segurança de 4 mm   |
| Recepção de potência:         | 50 VA                             |
| Dimensões:                    | aprox. 85x325x190 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                        | aprox. 4 kg                       |

### Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz) P-1003308

### Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz) P-1003307



4  
saídas



### Fonte de alimentação DC 0–16 V, 0–20 A

Fonte de alimentação na rede de corrente alta DC com display digital para tensão e intensidade de corrente. Corrente e tensão são reguláveis de forma contínua com os reguladores grosso e fino. Os aparelhos podem ser utilizados como fonte de corrente elétrica contínua com limitação de corrente ou como fonte de corrente elétrica contínua com limitação de tensão. Ambos os modos de funcionamento são indicados na placa frontal graças a um LED. Uma alta segurança, mesmo sob condições extremas, está garantida pela comutação automática do tráfego, pelo nível final por Power-MOS-FET e uma ventilação controlada independentemente da temperatura com monitoria de função. O aparelho é, além disto, equipado com uma função preset para corrente e sobretensão. O aparelho foi concebido sem aberturas de ventilação na parte superior e inferior e não possui corpo de refrigeração externo. A saída é à prova de curto-circuito permanente. Dois ou mais aparelhos podem ser utilizados em série ou em paralelo.

|                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Saída DC:                           | 0 – 16 V                           |
| Área de regulação fina U:           | 800 mV                             |
| Estabilidade com carga de 0 – 100%: | $< 12\text{ mV}$                   |
| Ondulação residual:                 | $< 1\text{ mV}$                    |
| Área de regulação fina I:           | 2 A                                |
| Conexões:                           | conectores de 4 mm                 |
| Tensão de conexão à rede:           | 115 V / 230 V, 50/60 Hz            |
| Dimensões:                          | aprox. 240x120x300 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                              | aprox. 10 kg                       |

#### P-1002771



### Fonte de alimentação DC 1 – 32 V / 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)

Peça comutadora de alimentação de valor superior em caixa que requer pouco espaço, com comando inteligente da velocidade de ventilação para a garantia de uma operação sem ruído e segura. Ligação fácil, precisa e rápida dos níveis de tensão e corrente com transdutores rotatórios de dupla função para ajuste grosso e fino. A limitação de corrente é ajustada em circuito aberto. Três pré-ajustes do limite de tensão e corrente a serem definidas pelo usuário podem ser reusadas para facilitar a rápida utilização dos ajustes usados com mais frequência. Comutação completa a distancia da tensão e corrente, assim como uma saída que pode ser ligada e desligada.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Display:                | 3 dígitos, 15 mm, LED verde   |
| Tensão de saída         | 1 – 32 V DC   |
| Corrente de saída:      | 0 – 20 A (Saída no verso com pinças de pólo)<br>0 – 5 A (Saída na frente com tomada de segurança de 4 mm) |
| Potência máx. de saída: | 640 W   |
| Ondulação residual:     | 5 mVeff   |
| Grau de eficiência:     | $> 87,0\%$  |
| Dimensões:              | aprox. 200x90x255 mm <sup>3</sup>   |
| Massa:                  | aprox. 2,6 kg   |

#### P-1012857



Pode ser utilizado  
como fonte  
de corrente

### Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A

Fonte universal de alimentação com indicação digital de corrente e tensão. Tensão de saída e corrente de saída de ajuste contínuo. O aparelho pode ser utilizado como fonte de tensão contínua com limite de corrente ou como fonte de corrente contínua com limite de tensão.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Saída DC:                | 0 – 20 V, 0 – 5 A                                     |
| Potência de saída:       | 100 W   |
| Estabilidade carga máx.: | $\leq 0,01\% + 5\text{ mV}, \leq 0,2\% + 5\text{ mA}$ |
| Ondulação residual:      | $\leq 1\text{ mV}, 3\text{ mA}$                       |
| Indicadores:             | LED de 2x3 casas                                      |
| Conexões:                | conectores de segurança de 4 mm                       |
| Dimensões:               | aprox. 130x150x300 mm <sup>3</sup>                    |
| Massa:                   | aprox. 4,7 kg   |

### Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) P-1003312

### Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) P-1003311



#### Fonte de alimentação DC 0 – 300 V (230 V, 50/60 Hz)

Aparelho de baixa tensão para a operação de tubos. Com gerador de rampa adicional para os experimentos com a lei de indução e com a carga e a descarga de capacitores.

|                     |   |
|---------------------|---|
| Saídas:             | 0 – 300 V DC, máx. 200 mA                           |
|                     | 0 – -50 V DC, máx. 10 mA                            |
|                     | 4 – 12 V DC, máx. 400 mA                            |
| Gerador de rampa:   | 2,5 – 50 V/s, linearmente ascendente ou descendente |
| Tensão de operação: | 230/115 V AC, 50 (60) Hz                            |
| Conexões:           | conectores de segurança de 4 mm                     |
| Dimensões:          | aprox. 240x230x170 mm <sup>3</sup>                  |
| Massa:              | aprox. 3,7 kg                                       |

**P-1001012**



#### Fonte de alta tensão 10 kV

Fonte de alta tensão universal, sem aterramento, para experiências com eletrostática ou para a operação de válvulas eletrônicas. Com transformador embutido à prova de alta tensão para fornecimento de tensão de aquecimento para tubos de elétrons. Alta tensão ilimitadamente ajustável, inofensiva ao toque com limitação passiva de corrente e exibição digital da tensão.

- Alta tensão inofensiva ao contato por meio de limitação de corrente
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída de alta tensão: 0 – 10 000 V DC, máx. 2 mA, livre de potencial

Saída de tensão de aquecimento: 6,3 V AC, máx. 3 A, resistente à alta tensão até 10 kV

Proteção contra sobrecarga: primária: ação lenta  
115 V: 2x 1 A, 230 V: 2x 0,5 A  
secundária: resistências de limitação de corrente

Dimensões: aprox. 240x220x90 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 2,1 kg

**Fonte de alta tensão 10 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1019234**

**Fonte de alta tensão 10 kV (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1020138**



**Ideal para a operação de numerosos tubos de elétrons (vide pág. 232 e seguintes):**

- Saída de alta tensão regulada e independente da tensão da rede
- Alimentação de tensão de aquecimento à prova de alta tensão

#### Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV

Aparelho de uso universal, sem terra, fonte de alta tensão para a operação de tubos de elétrons. Com transformador resistente à alta tensão integrado para o aproveitamento da tensão de aquecimento para tubos de elétrons. Alta tensão de ajuste contínuo, sem perigo ao toque com limitação passiva de corrente e indicação de tensão analógica.

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Saída de alta tensão:           | 0 – 5000 V DC, máx. 2 mA, máx. 5 W                                     |
| Saída de tensão de aquecimento: | 6,3 V AC, máx. 3 A, resistente a alta tensão até 5 kV                  |
| Proteção contra sobrecarga:     | primária: fusível<br>secundária: resistências de limitação de corrente |
| Conexões:                       | conectores de segurança de 4 mm  |
| Indicação de alta tensão:       | analógico  |
| Dimensões:                      | aprox. 235x130x155 mm <sup>3</sup>                                     |
| Massa:                          | aprox. 3,5 kg  |

**Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1003310**

**Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1003309**



**Ideal para a operação de numerosos tubos de elétrons (vide pág. 232 e seguintes):**

- Aparelho de altíssima qualidade e muito leve, em invólucro moderno
- Tela digital de 3 casas para alta tensão
- Saída de alta tensão regulada e independente da tensão da rede
- Alimentação de tensão de aquecimento à prova de alta tensão
- Sem necessidade de troca de fusível

#### Fonte de alta tensão E 5 kV

Fonte de alta tensão universal, sem aterramento, para experiências eletrostáticas, assim como para operação de tubos espectrais, tubos de descarga de gás e tubos de elétrons. Com transformador embutido à prova de alta tensão para fornecimento de tensão de aquecimento para tubos de elétrons. Alta tensão ilimitadamente ajustável, inofensiva ao toque com limitação passiva de corrente e exibição digital da tensão.

- Alta tensão inofensiva ao contato por meio de limitação de corrente
- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

Saída de alta tensão: 0 – 5000 V DC, máx. 2 mA, livre de potencial

Saída de tensão de aquecimento: 6,3 V AC, máx. 3 A, resistente à alta tensão até 5 kV

Proteção contra sobrecarga: fusível reversível, 3 A

Conexões: buchas de segurança de 4 mm  
Recepção de potência: 35 VA  
Exibição da alta tensão: LED de 3 casas  
Dimensões: aprox. 240x220x90 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 2 kg

**Fonte de alta tensão E 5 kV (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1013412**

**Fonte de alta tensão E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1017725**



#### Vantagens:

- Ajustável com facilidade e precisão
- Com modo de varredura contínuo interno
- Ideal para o registro de curvas de ressonância

#### Gerador de funções FG 100

• Gerador de funções com amplificador de potência para o emprego em experiências escolares e treinamento de estágio para a execução de múltiplas experiências da ciência das oscilações, da corrente alternada e da indução. Com display digital luminoso para a frequência, forma de sinal, compensação e outros parâmetros. A saída é protegida contra curto-circuito, contra tensões de indução e descargas de faíscas; por exemplo, no caso de bobinas conectadas e retirada involuntária dos cabos de experiência com carga. No modo interno 'sweep' (varredura) é emitido um impulso disparador por percurso, assim como uma tensão proporcional para a frequência. Com pés de apoio dobráveis. Inclui fonte de alimentação.

- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

#### Sinais:

|                      |   |
|----------------------|---|
| Faixa de frequência: | 0,001 Hz até 100 kHz                          |
| Formas de sinal:     | Seno, retângulo, triângulo                    |
| Compensação:         | 0 até $\pm 5$ V, ajustável em passos de 0,1 V |

#### Saída:

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Amplitude de saída: | 0 até 10 V, ajustável não-escalonado |
| Potência de saída:  | 10 W permanente                      |
| Corrente de saída:  | 1 A permanente, 2 A máx.             |

#### Varredura:

|  |  |
|--|--|
| Modos de varredura:                                    | externo, interno continuado, interno individual  |
| Faixa de frequência:                                   | 1 Hz até 100 kHz   |
| Relação de frequência de parada/ Frequência de início: | máximo 1000:1, p.ex., 2 Hz até máximo 2 kHz  |
| Lapso de tempo:  | 0,04 s até 1000 s  |
| Varredura externa:                                     | Início por impulso disparador ou por aplicação de uma tensão de comando de 0 até 5 V     |
|  | frequência modulada máxima: 200 Hz   |
| Varredura interna:                                     | Início e parada com a tecla Start / Stopp  |
|  | Emissão de um impulso do disparador por percorrido assim como de uma tensão proporcional |

#### Dados gerais:

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Alimentação de corrente: | Fonte de alimentação 12 V AC, 2 A |
| Dimensões:               | aprox. 170x105x40 mm <sup>3</sup> |
| Outros:                  | Pés de apoio dobráveis            |

#### Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)

P-1009957

#### Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)

P-1009956



*Ideal para experiências introdutórias*



#### Vantagens:

- Ideal para experiências introdutórias de alunos sobre corrente alternada
- Gerador simples para oscilações e ondas

#### Gerador de funções SG10

Gerador de seno especialmente fácil de operar com amplificador de potência para uso na experiência do estudante. Inclui fonte de alimentação. 12 V AC. Um LED vermelho e um azul mostram a meia-onda positiva e a negativa da tensão de saída. Sua claridade corresponde à amplitude ajustada. O percurso do sinal de saída pode ser representado com o auxílio de um voltímetro analógico com ponto zero ao centro ou com um osciloscópio. A saída é à prova de curto circuito e protegida contra tensões de indução e descargas de ondas eletromagnéticas.

- Transformador de segurança em conformidade com EN 61558-2-6
- Isolação segura entre tensão de alimentação e circuitos de saída

|                      |  |
|----------------------|--|
| Forma do sinal:      | seno   |
| Faixa de frequência: | 0,01 – 10 Hz   |
| Amplitude de saída:  | 1 – 10 Vpp, infinitamente ajustável                    |
| Indicação LED:       | a partir de 2 V de tensão de saída                     |
| Potência de saída:   | 1,5 W permanente                                       |
| Corrente de saída:   | máx. 300 mA  |
| Fator harmônico:     | <5 %   |
| Conexões:            | por conectores de segurança de 4 mm                    |
| Alimentação:         | por fonte 12 V AC, 500 mA                              |
| Dimensões:           | aprox. 100x75x35 mm <sup>3</sup>                       |
| Massa:               | aprox 400g, incluindo fonte de alimentação de energia: |

#### Gerador de funciones SG10 (230 V, 50/60 Hz)

P-1017337

#### Gerador de funciones SG10 (115 V, 50/60 Hz)

P-1017338



### Gerador de funções de dois canais 40 mHz...20 MHz

Verdadeiro gerador de funções de dois canais com técnica DDS (Síntese Direta Digital, na sigla em inglês) para geração de sinais estáveis de alta precisão com baixa distorção. Com medidor de frequência integrado até 100 MHz e amplificador de potência de 7 W.

- Alta precisão de sinal: 16 formas diferentes de sinal
- Saída independente para dois canais
- Varredura de frequência e amplitude
- Frequência, período, valor virtual de amplitude ou pico-a-pico selecionável
- Interface USB
- Oscilador de quartzo de precisão de alta frequência (até  $10^{-5}$ ) e alta resolução (40 mHz)

Inclui cabo de rede, cabo de interface USB, software para Windows 95/98/NT/2000/XP/VISTA/7/8/10, cabo BNC, fusível de reposição e instruções de uso.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Canais:                  | 2   |
| Faixa de frequência:     | 40 mHz ... 20 MHz                               |
| Sinal de saída:          | 16 sinais como seno, retângulo, triângulo, etc. |
| Distorção harmônica:     | -40 dBc   |
| Distorção total:         | < 1 %   |
| Sinal retangular:        | < 35 ns tempo de ascensão/queda                 |
| Fator de utilização:     | 1 - 99 %  |
| Resolução de frequência: | 40 mHz  |
| Faixa de amplitude:      | 0 - 20 V <sub>pp</sub>                          |
| Offset da amplitude:     | ± 10 V  |
| Resolução de amplitude:  | 2 mV <sub>pp</sub>                              |
| Tensão de operação:      | 100 - 240 V, 50/60 Hz                           |
| Dimensões:               | aprox. 254x103x325 mm <sup>3</sup>              |
| Peso:                    | aprox. 3 kg                                     |

**P-1020913**



### Gerador de funções de dois canais 10 mHz...3 MHz

Gerador de funções versátil com técnica DDS (Síntese Direta Digital, na sigla em inglês), utilizável como gerador normal de sinais, gerador de impulso e gerador de varredura. Com amplificador de de potência integrado de 10 W. Precisão da alta frequência até fator  $10^{-5}$

- Resolução de frequência de 10  $\mu$ Hz sobre toda a faixa de frequências
- Ajuste direto digital e restrição para toda a faixa
- Frequência inicial e final do sweep livremente ajustáveis
- Frequência ou período, valor virtual de amplitude ou pico-a-pico podem ser selecionados
- Operação do teclado: ajuste direto digital ou livre
- Dispositivo USB



### Gerador de onda de seno

Gerador de seno com desempenho de saída de até 16 W na faixa de frequência de 1 Hz até 100 kHz. O aparelho contém um pré-amplificador, que pode ser usado na isolamento (p. ex. como um amplificador de microfone) ou com uma produção de poder uma etapa conectada como um amplificador de banda larga (de 0 até

100 kHz).

### Gerador com força de saída:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Faixa de frequência:    | 1 Hz - 100 kHz, em 5 estágios de decadência, escala com divisão linear |
| Desvio da frequência:   | < 5 %  |
| Tensão de saída:        | 0 - 6 V, ajustáveis  |
| Corrente de saída máx.: | 10 A, à prova de curto-circuito  |
| Força de saída máx.:    | 16 W contínuos, 30 W tempo curto                                       |
| Impedância de entrada:  | 100 k $\Omega$   |

### Preampliado:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Fator de amplificação:  | 1 - 300, de ajuste contínuo                           |
| Entrada:                | AC acoplada, com interruptor de voltagem do microfone |
| Tensão de saída máx.:   | 10 V <sub>pp</sub>                                    |
| Corrente de saída máx.: | 15 mA, à prova de curto-circuito                      |
| Impedância de saída:    | 1 k   |

### Amplificador de força:

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Ganho de tensão:    | 8,5                               |
| Tensão operacional: | 12 V AC                           |
| Dimensões:          | aprox. 160x160x50 mm <sup>3</sup> |
| Massa:              | aprox. 1,1 kg                     |

**P-1001038**

### Exigência complementar:

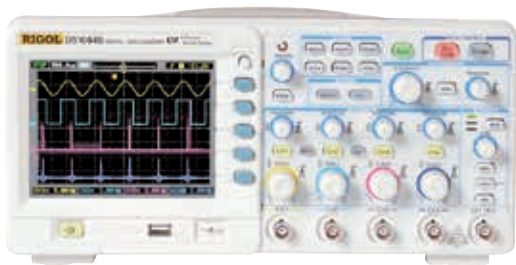
**P-1000866** Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)  
ou

**P-1000865** Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)

Inclui cabo de rede, cabo de interface USB, software para Windows 2000/XP/VISTA/7/8/10, cabo BNC e instruções de uso.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Faixa de frequência:     | 10 mHz ... 3 MHz                                |
| Sinal de saída:          | 16 sinais como seno, retângulo, triângulo, etc. |
| Resolução de frequência: | 10 $\mu$ Hz                                     |
| Distorção harmônica:     | -40 dBc   |
| Distorção total:         | < 1 %   |
| Sinal retangular:        | < 50 ns tempo de ascensão/queda                 |
| Fator de utilização:     | 1 - 99 %  |
| Faixa de amplitude:      | 0 - 20 V <sub>pp</sub>                          |
| Offset da amplitude:     | ± 10 V  |
| Resolução de amplitude:  | 5 mV <sub>pp</sub>                              |
| Modulação:               | FM, AM, PM, PWM, FSK                            |
| Tensão de operação:      | 100 - 240 V, 50/60 Hz                           |
| Dimensões:               | aprox. 255x100x310 mm <sup>3</sup>              |
| Peso:                    | aprox. 2 kg                                     |

**P-1020912**



### Osciloscópio digital 4x70 MHz

Osciloscópio digital com representação colorida simultânea de quatro canais independentes. Armazenamento e re-acesso dos sinais medidos; medição automática de 22 parâmetros; operações matemáticas inclusive transformações rápidas de Fourier; escaneamento retardado; filtração digital. Inclui quatro cabecotes de escaneamento, software e cabo USB.

#### Entradas:

|   |  |
|---|--|
| Acoplamento:  | DC, AC, GND  |
| Impedância:   | $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$   |
| Capacidade:   | $18\text{ pF} \pm 3\text{ pF}$                                     |
| Fatores de enfraquecimento do cabeçote de escaneamento: | $0,001 \times - 1000 \times$                                       |
| Tensão de entrada máxima:                               | $100\text{ V}_{\text{rms}}, 1000\text{ V}_{\text{pp}}$ (in CAT II) |
| Operações matemáticas:                                  | FFT, +, -, *   |

#### Desvio vertical:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Coeficiente de desvio:      | $2\text{ mV/div.} - 10\text{ V/div.}$ , 12 níveis  |
| Faixa de ofsete (expansão): | $\pm 40\text{ V}$ ( $245\text{ mV/div.} \sim 10\text{ V/div.}$ )<br>$\pm 2\text{ V}$ ( $2\text{ mV/div.} \sim 245\text{ V/div.}$ ) |

|           |   |
|-----------|---|
| Precisão: | $\pm 4\%$ ( $2\text{ mV/div.} - 5\text{ mV/div.}$ )<br>$\pm 3\%$ ( $10\text{ mV/div.} - 10\text{ V/div.}$ ) |
|-----------|---|

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Conversor A/D:    | Resolução de 8 Bit |
| Largura de banda: | 70 MHz             |
| Tempo de subida:  | $< 5\text{ ns}$    |

#### Desvio horizontal:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Coeficiente temporal: | $5\text{ ns/div.} - 50\text{ s/div.}$ , 31 níveis |
|-----------------------|---|

#### Evento de trigger (disparador):

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Sensibilidade do trigger: | $0,1\text{ div.} - 1,0\text{ div.}$ , ajustável   |
| Nível do trigger:         | $\pm 6\text{ div.}$ (interno),<br>$\pm 1,2\text{ V}$ (EXT),<br>$\pm 6\text{ V}$ (EXT/5) |
| Espera do trigger:        | $100\text{ ns} - 1,5\text{ s}$  |
| Modo de operação:         | Flanco, largura de pulso, vídeo, trigger padrão e alternado                             |

#### Medições do cursor:

|                  |   |
|------------------|---|
| Manual:          | Diferença de tensão, diferença de tempo, diferença de tempo recíproca                 |
| Track (rastreo): | Valores de tensão para o eixo Y<br>Y valores do tempo do eixo X<br>andando juntamente |
| Automático:      |   |

#### Medição automática:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Grandezas de medição: | $V_{\text{pp}}, V_{\text{amp}}, V_{\text{max}}, V_{\text{min}}, V_{\text{top}}, V_{\text{base}}, V_{\text{avg}}, V_{\text{rms}},$<br>Overshoot, Preshoot, Freq, Period, Rise Time, Fall Time, +Width, -Width, +Duty, -Duty, Delay A→B+, Delay A→B+, Phase A→B+, Phase A→B- |
|-----------------------|--|

#### Dados gerais:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Display:                        | TFT-LCD, 5,7 polegadas,<br>$320 \times 240\text{ Pixel}$ , cores 64 k |
| Memória:                        | 16 k  |
| Configurações da interface:     | Dispositivo USB, Dual USB Host (hospedeiro USB duplo)                 |
| Tensão da fonte de alimentação: | $100 - 240\text{ V}$ , 50/60 Hz                                       |
| Dimensões:                      | $\text{aprox. } 325 \times 160 \times 135\text{ mm}^3$                |
| Massa:                          | $\text{aprox. } 3\text{ kg}$  |

**P-1008676**



#### Vantagens:

- Máxima segurança para usuários e sistema de computador graças à interface USB galvanicamente isolada
- Funções matemáticas +, -, \*, /, invert e FFT implementadas
- 20 modos automáticos de medição
- Software PC de alto desempenho para consulta e controle de dados

### Osciloscópio PC 2x25 MHz

Osciloscópio de PC de dois canais para conexão ao PC por meio de interface USB. Com interface USB isolada, que possibilita entrada máxima de tensão de 400 V pela interface USB. Pela conexão ao PC, obtém-se um osciloscópio de armazenamento digital amplamente equipado com a vantagem adicional dos dados de medição poderem ser armazenados e processados até, por exemplo, a análise FFT.

Inclui duas sondas (1:1, 10:1), cabo USB, dois cabos BNC, manual de instrução e software CD para Windows® XP/Vista/7/8

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Canais:                     | dois         |
| Largura de banda:           | 25 MHz       |
| Taxa de sondagem por canal: | 100 MS/s     |
| Formas de operação:         | CH1, CH2, XY |

#### Entrada:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Acoplamento de entrada: | DC, AC, GND   |
| Impedância de entrada:  | $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ $10\text{ pF} \pm 5\text{ pF}$ |
| Tensão de entrada:      | $0 - 400\text{ V DC}$ ou ACpp                             |
| Entrada múltipla:       | Sync., in/out, Pass/Fail, Ext. Trigger                    |

#### Vertical:

|                        |  |
|------------------------|--|
| Coeficiente de desvio: | $2\text{ mV/div.} - 50\text{ V/div.}$                  |
| Precisão:              | $\pm 3\%$  |
| Conversor A/D:         | resolução 8 bit  |
| Horizontal:            |  |
| Coeficiente de tempo:  | $5\text{ ns/div.} - 100\text{ s/div.}$                 |
| Faixa do sensor:       | $0,5\text{ S/s} - 200\text{ MS/s}$                     |
| Precisão:              | $100\text{ ppm} \times \text{reading} + 0,6\text{ ns}$ |

#### Modo de medição:

|                      |  |
|----------------------|--|
| Medição automática:  | $V_{\text{pp}}, V_{\text{max}}, V_{\text{min}}, V_{\text{top}}, V_{\text{base}}, V_{\text{amp}}, V_{\text{avg}}, V_{\text{rm}},$<br>Overshoot, Preshoot, Rise Time, Fall Time, +Width, -Width, +Duty, -Duty, Delay A-B (rising), Delay A-B (falling) |
| Funções matemáticas: | +, -, *, /, invert, FFT  |

#### Trigger:

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| Tipo de trigger:     | Alternate, Edge, Video, Pulse, Slope |
| Modo de trigger:     | Auto, Normal, Single                 |
| Registro de trigger: | Sample, Peak detect, Average         |

#### Interfaces:

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Comprimento da memória:  | 5000 pontos                         |
| Interfaces:              | USB 2.0                             |
| Voltagem de alimentação: | $5\text{ V DC}$ por duas portas USB |

#### Software:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Windows®:                                   | XP/Vista/7/8                  |
| Exportação de dados para outras avaliações: | Formatos bin, txt, csv ou xls |
| Arquivo de imagens da tela atual:           | Formatos png, bmp ou gif      |

#### Dados gerais:

|            |   |
|------------|---|
| Dimensões: | $\text{aprox. } 170 \times 120 \times 18\text{ mm}^3$ |
| Peso:      | $\text{aprox. } 260\text{ g}$                         |

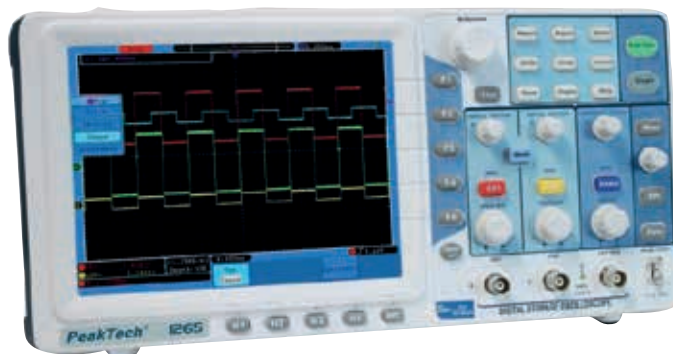
**P-1020857**

## Osciloscópios digitais

Osciloscópio de armazenamento digital de dois canais de última geração para um grande número de aplicações com

- tela colorida de alta resolução e iluminação traseira
- grande memória interna de dados
- saída VGA para conexão de monitor externo
- conexão LAN para consulta remota pela rede
- conexão USB para transmissão de dados em tempo real ou para leitura da memória interna
- funções autotest e autoscale para fácil operação pelo usuário
- 20 modos automáticos de medição e função FFT
- função PASS/FAIL

Inclui 2 sensores, 2 cabos BNC, cabo USB e CD de software para Windows 2000/XP/VISTA/7/8/10.



### Osciloscópio digital 2x30 MHz

**P-1020910**

### Osciloscópio digital 2x100 MHz

**P-1020911**

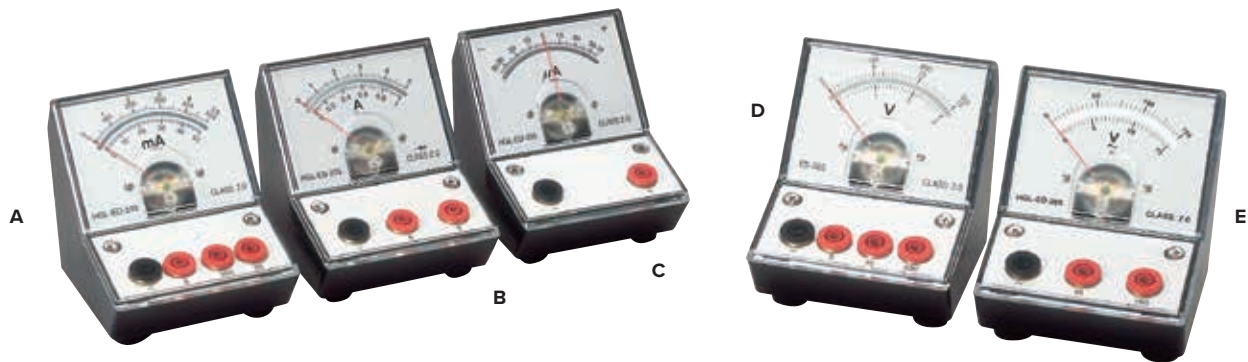
| Nº de cat.               | P-1020910   | P-1020911                            |
|--------------------------|---|--------------------------------------|
| Canais:                  | Dois  |                                      |
| Largura de banda         | 30 MHz  | 100 MHz                              |
| Taxa de sondagem:        | Dual CH 125 MS/s<br>Single CH 250 MS/s  | Dual CH 500 MS/s<br>Single CH 1 GS/s |
| Formas de operação:      | CH1, CH2, XY  |                                      |
| <b>Entrada:</b>          |   |                                      |
| Acoplamento de entrada:  | DC, AC, GND   |                                      |
| Impedância de entrada    | 1 MΩ ±2%    10 pF ± 5 pF  |                                      |
| Tensão de entrada:       | 0 – 400 V DC ou AC <sub>pp</sub>  |                                      |
| <b>Vertical:</b>         |   |                                      |
| Coefficiente de desvio:  | 5 mV/div. – 5 V/div.  | 2 mV/div. – 10 V/div.                |
| Precisão:                | ± 3 %   |                                      |
| Conversor A/D:           | Resolução 8 bit   |                                      |
| <b>Horizontal:</b>       |   |                                      |
| Coefficiente de tempo:   | 4 ns/div. – 100 s/div.  | 2 ns/div. – 100 s/div.               |
| Faixa do sensor:         | 5 S/s – 125 MS/s  | 0,5 S/s – 250 MS/s                   |
| Precisão:                | 100 ppm x reading + 0,6 ns  | 100 ppm                              |
| <b>Modo de medição:</b>  |   |                                      |
| Medição automática:      | V <sub>pp</sub> , V <sub>max</sub> , V <sub>min</sub> , V <sub>top</sub> , V <sub>base</sub> , V <sub>amp</sub> , V <sub>avg</sub> , V <sub>rms</sub> , Overshoot, Preshoot, Rise Time, Fall Time, +Width, - Width, +Duty, -Duty, Delay A-B (rising), Delay A-B (falling), Freq, Period |                                      |
| Funções matemáticas:     | +, -, *, /, FFT   |                                      |
| <b>Trigger:</b>          |   |                                      |
| Tipo de trigger:         | Edge, Video, Pulse, Slope   |                                      |
| Modo de trigger:         | Auto, Normal, Single  |                                      |
| Registro de trigger:     | Sample, Peak Detect, Average  |                                      |
| <b>Interfaces:</b>       |   |                                      |
| Comprimento da memória:  | 10000 pontos  |                                      |
| Interfaces:              | USB 2.0, VGA, LAN   |                                      |
| Voltagem de alimentação: | 100 – 240 V, 50/60 Hz   |                                      |
| <b>Dados gerais:</b>     |   |                                      |
| Display:                 | Tela colorida TFT de 8", 800 x 600 pixels, 65536 cores  |                                      |
| Dimensões:               | aprox. 355x178x118 mm <sup>3</sup>  | aprox. 340x155x70 mm <sup>3</sup>    |
| Peso:                    | aprox. 1,6 kg   | aprox. 1,8 kg                        |

### Osciloscópio analógico 2x20 MHz (230 V, 50/60 Hz)

Osciloscópio analógico de dois canais, robusto, fácil de operar com uma largura de banda de 20 MHz. Inclui dois adaptações e dois cabos de adaptação BNC/4 mm conector de segurança. Para dados técnicos, veja 3bscientific.com.

**P-1008695**





#### Aparelhos de medição para uso escolar

Robusto aparelho de indicador em caixa de comando de matéria plástica a prova de choques. Especial para ensaios escolares ou para praticantes. Com dispositivo de medição de bobina rotativa, escala espe-  
lhada e tomadas de segurança de 4 mm.

Exatidão: classe 2,0

Dimensões: aprox. 90x106x103 mm<sup>3</sup>

|              | Denominação     | Faixas de medição    | Divisão da escala  | Resistência int. |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------------|------------------|
| A. P-1002786 | DC-Amperímetro  | 50 mA, 500 mA, 5,0 A | 1 mA, 10 mA, 0,1 A | 10 Ω             |
| B. P-1002788 | AC-Amperímetro  | 1,00 A, 5,0 A        | 0,02 A, 0,1 A      | retificador      |
| C. P-1002790 | DC-Galvanômetro | ±35 μA               | 1 μA               | 1000 Ω           |
| D. P-1002787 | DC-Voltímetro   | 3,0 V, 15 V, 300 V   | 0,1 V, 1 V, 10 V   | 1 KΩ/V           |
| E. P-1002789 | AC-Voltímetro   | 15,0 V, 150 V        | 0,5 V, 5 V         | retificador      |



#### Multímetro de demonstração

Instrumento indicativo eletrônico com grande es-  
cala dupla para medições analógicas de corrente  
e tensão em aulas de demonstração. O aparelho  
permite a medição de corrente e tensão contín-  
uas e alternadas, bem como medições com posi-  
ção central do indicador para grandezas contín-  
uas. Na alternância entre as faixas de medição,  
circuitos fechados não são interrompidos. Por

isto, podem ser realizadas medições, por exemplo, em transformadores de  
voltagem sem impulsos de indução. Resistências  $R$ , condutâncias  $G$  ou impe-  
dâncias  $Z$  e admitâncias  $Y$  podem ser registradas facilmente como quocien-  
tes graças à comutação sem interrupção entre medição de corrente e tensão  
sem alteração dos fios de medição.

O aparelho é protegido por fusíveis e permitido para medições em circuitos  
que tenham ligação direta por tomada com rede de baixa tensão (CAT II), ou  
seja, por exemplo, em eletrodomésticos. As faixas de medição de corrente  
são permanentemente à prova de sobrecarga até 10 A. É adequado como  
aparelho independente ou para montagem em âmbito de experiência.

Faixas de tensão: 0,1 - 600 V AC/DC, 9 faixas  
Faixas de corrente: 0,1 mA - 10 A AC/DC, 11 faixas  
Proteção contra sobrecarga: 600 V carga constante em todas  
as faixas de tensão  
10 A carga permanente na faixa 3 A e 10 A  
Categoria de medição: CAT II: 600 V  
Conectores: conectores de segurança de 4 mm  
Fusível: 2x FF 10 A / 600 V (10 x 38 mm)  
Tensão de alimentação: 1x 1,5 V bateria, AA IEC LR6  
Desligamento automático após: 45 min ± 10 min  
Comprimento da escala: 160 mm  
Altura de montagem: 297 mm  
Dimensões: aprox. 259x297x125 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 1,7 kg

P-1017895



#### Galvanômetro neutro CA 403

Aparelho de medição analógico, de preço vantajoso, robusto e de fácil ma-  
nuseio, com aparelho magnetoelétrico e retificador. Especialmente adequado  
para experiências práticas e escolares, pode também ser empregado como  
micro-amperímetro DC e milivoltímetro DC. O aparelho possui apenas um  
botão giratório, conectores de segurança, fusíveis de alta potência, com se-  
gurança elétrica e isolamento de proteção.

Área de medição: 100 mV DC, 30 μA DC,  
3 mA DC

Resistência interna: 3333 Ω, 460 Ω, 500 Ω

Exatidão: ±1,5%

Ponto neutro: no meio

Escala em espelho: sim

Conexão: conectores de segurança de 4 mm

Fusível: 0,315 A HBC 380 V

50 kA

Dimensões: aprox. 165x105x50 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 450 g

P-1002726



#### Vantagens:

- Leitura clara dos valores de medição
- Para a operação, somente é necessário um elemento de bateria de 1,5 V de baixo custo
- Plena funcionalidade garantida, até mesmo com baterias não completamente carregadas
- Também podem ser usadas baterias de lítio com tensão de marcha em vazio mais alta (por exemplo, baterias de lítio)
- Proteção da bateria por desligamento automático após cerca de 50 min.
- Diferenciação clara entre estado desligado e 0 V por posição do indicador no medidor

#### O aparelho ideal de medição para alunos:

##### Multímetros analógicos ESCOLA

Aparelhos claros de medição de bobinas móveis em invólucro de plástico resistente com duas escalas espelhadas lineares e faixas de medição claramente identificáveis. Com função de teste de bateria e indicação da situação da carga, bem como deslocamento eletrônico do ponto zero para o centro da escala para todas as faixas de corrente contínua e tensão contínua. A utilização de um amplificador de medição garante grandezas lineares de medição, mesmo com tensões alternadas de até 40 kHz. Para a operação, somente é necessário um elemento de bateria de 1,5 V de baixo custo. Ainda assim, o aparelho de medição pode ser usado em condições normais por anos com uma bateria, pois a corrente de descarga em operação é de, no máximo, 2,5 mA.

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Tamanho da escala:  | 80 mm                             |
| Tensão de operação: | 1 – 3,5 V DC                      |
| Tipo de bateria:    | Mignon, AA, R6                    |
| Precisão:           | classe 2 (DC), classe 3 (AC)      |
| Dimensões:          | aprox. 100x150x50 mm <sup>3</sup> |
| Massa:              | aprox. 300 g                      |

#### Orientação:

A segurança elétrica de aparelhos de medição para corrente e tensão é avaliada em categorias de medição conforme IEC 61010-1:

- CAT I ou sem indicação: permitido para medições em circuitos não conectados diretamente à rede de baixa tensão (exemplo: baterias).
- CAT II: permitido para medições em circuitos conectados diretamente, por exemplo, através de cabos com conectores à rede de baixa tensão (exemplos: aparelhos domésticos, de escritório e de laboratório).
- CAT III: Permitido para medições em circuitos na instalação de edificações (exemplos: unidades consumidoras estacionárias, conexão de distribuidor, aparelhos instalados fixos no distribuidor).
- CAT IV: Permitido para medições diretamente na fonte da instalação de baixa tensão (exemplo: medidor de corrente, terminais de alimentação, proteção contra sobretensão primária).
- Nisto, deve ser observado: quanto mais perto da instalação de baixa tensão a medição ocorrer, mais alta precisa ser a categoria de medição.



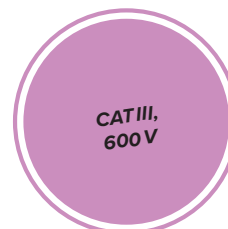
Sem  
necessidade  
de troca de  
fusível

##### Multímetro analógico ESCOLA 30

Aparelho de medição para alunos permanentemente à prova de curto circuito para medição de tensões e correntes no âmbito de baixas tensões de proteção. A proteção eletrônica contra sobrecarga é obtida sem fusíveis de derretimento de aparelhos, por isto, a incômoda troca de fusíveis e necessidade de peças de reposição não existe. Ainda assim, a proteção trabalha sem energia auxiliar e também está garantida com bateria descarregada ou faltante.

|                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Tensão contínua e alternada:      | 0,3 – 30 V, 5 faixas cada  |
| Corrente contínua e alternada:    | 1 – 3000 mA, 5 faixas cada |
| Categoria de aparelho de medição: | CAT I, 30 V                |

**P-1013526**



##### Multímetro analógico ESCOLA 100

Aparelho de medição para alunos e estagiários para medição de tensões e correntes até 600 V / 10 A e para exame acústico de passagem. Com fusível para garantia da segurança até a CAT III. Os conectores separados para corrente e tensão permitem a conexão de um aparelho de medição sem ter que trocar as conexões existentes e medindo corrente e tensão alternadamente. O circuito não é interrompido na comutação entre as faixas de medição de corrente. Todas as faixas de medição de corrente são permanentemente à prova de sobrecarga até 10 A. A segurança generosa de todas as faixas de medição de corrente com proteção adicional de semicondutor, em muitos casos, evita a queima não intencional do fusível.

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Tensão contínua e alternada:      | 0,1 – 600 V, 9 faixas cada       |
| Corrente contínua e alternada:    | 0,1 mA – 3000 mA, 11 faixas cada |
| Resistência interna:              | 1 MΩ                             |
| Tensão permanente limite:         | 600 V                            |
| Categoria de aparelho de medição: | CAT III, 600 V                   |

(DIN EN 61010-1:2010, 61010-2-033:2012)

**P-1013527**



### Mini-multímetro digital

Mini multímetro muito econômico em formato de bolso para a medição de tensão, corrente contínua, resistência, temperatura, assim como para o teste de diodos e testes de passagem. Proteção contra sobrecarga na faixa mA, faixa de 10 A sem fusível. Inclui cabos de medição, sensor térmico do tipo K e pilha.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tensão contínua:     | 200 mV–250 V,<br>5 faixas,<br>$\pm 0,8\% \pm 2$ dígitos                   |
| Tensão alternada:    | 200/ 250 V, 2 faixas,<br>$\pm 1,2\% \pm 10$ dígitos                       |
| Corrente contínua:   | 200 $\mu$ A–10 A, 5 faixas,<br>$\pm 1,0\% \pm 2$ dígitos                  |
| Resistência:         | 200 $\Omega$ –2000 k $\Omega$ ,<br>5 faixas,<br>$\pm 0,8\% \pm 2$ dígitos |
| Temperatura:         | 0–1000°C,<br>$\pm 2,0\% \pm 3$ dígitos                                    |
| Display:             | LCD de 3½ posições,<br>12 mm, máx: 1999                                   |
| Tensão operacional:  | pilha de 9 V  |
| Classe de segurança: | CAT II 250 V<br>(IEC-1010-1)  |
| Fusível:             | F1: F 250 mA / 300 V  |
| :                    | F2: F 10 A / 300 V,<br>$I_{max.} = 10$ A para 10 s<br>a cada 15 min       |
| Dimensões:           | aprox. 70x140x30 mm <sup>3</sup>  |
| Massa:               | aprox. 210 g  |

**P-1002783**



### Vantagens:

- Ideal para experiências de alunos
- Troca fácil dos fusíveis

### Multímetro digital P1035

Multímetro compacto de 3½ posições para medição de tensões, correntes contínuas, resistências, assim como para o teste de diodos e testes de passagem. Inclui bolsa, cabos de medição e pilha.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tensão contínua:     | 200 mV–600 V,<br>5 faixas,<br>$\pm 0,5\% \pm 2$ dígitos.                   |
| Tensão alternada:    | 200/ 600 V, 2 faixas,<br>$\pm 1,2\% \pm 10$ dígitos                        |
| Corrente contínua:   | 2000 $\mu$ A–10 A, 4 faixas,<br>$\pm 1\% \pm 2$ dígitos                    |
| Resistência:         | 200 $\Omega$ – 2000 k $\Omega$ ,<br>5 faixas,<br>$\pm 0,8\% \pm 2$ dígitos |
| Display:             | LCD de 3½ posições,<br>27 mm, máx: 1999                                    |
| Tensão operacional:  | pilha de 9 V   |
| Classe de segurança: | CAT III 600 V<br>(IEC-1010-1)  |
| Fusível:             | F1: F 0,2 A / 600 V  |
| :                    | F2: F 10 A / 600 V,<br>$I_{max.} = 10$ A para 30 s a<br>cada 15 min        |
| Dimensões:           | aprox. 70x150x48 mm <sup>3</sup>   |
| Massa:               | aprox. 260 g   |

**P-1002781**

### Multímetro digital P3340

Multímetro de aplicação universal para a medição de tensão, corrente, resistência, frequência, capacidade e temperatura, assim como para a verificação de diodos e para verificação de operação de teste. Com função de retenção de medição, gráfico de barras analógico, display LCD iluminado, comutação automática de polaridade automática, proteção contra sobrecarga e tensão excessiva, indicação acústica, desligamento automático.

Aparelho em caixa à prova de choques com haste para instalar. Inclui cabos para teste, sensor térmico do tipo K e pilhas.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tensão contínua:     | 400 mV–1000 V,<br>5 faixas, $\pm 0,5\% \pm 2$ dígitos                                  |
| Tensão alternada:    | 4–700 V, 4 faixas,<br>$\pm 1,2\% \pm 3$ dígitos  |
| Corrente contínua:   | 400 $\mu$ A–10 A, 6 faixas,<br>$\pm 1\% \pm 3$ dígitos                                 |
| Corrente alternada:  | 400 $\mu$ A–10 A, 6 faixas,<br>$\pm 1,5\% \pm 5$ dígitos                               |
| Resistência:         | 400 $\Omega$ –40 M $\Omega$ , 6 faixas,<br>$\pm 1\% \pm 2$ dígitos                     |
| Capacidade:          | 40 nF–100 $\mu$ F, 5 faixas,<br>$\pm 3\% \pm 5$ dígitos                                |
| Frequência:          | 5 Hz–5 MHz, 7 faixas,<br>$\pm 1,2\% \pm 3$ dígitos                                     |
| Temperatura:         | –20–760°C,<br>$\pm 3\% \pm 3$ dígitos  |
| Display:             | LCD de 3¾ posições,<br>39 mm, máx: 3999  |
| Tensão operacional:  | pilha de 9 V   |
| Classe de segurança: | CAT II 1000 V<br>(IEC-1010-1)  |
| Fusível:             | F1: F 500 mA / 600 V   |
| :                    | F2: F 10 A / 600 V,<br>$I_{max.} = 10$ A para 30 s<br>aprox. 92x195x38 mm <sup>3</sup> |
| Dimensões:           | aprox. 200 g   |

**P-1002785**



TRMS



USB



### Multímetro digital P3320

Multímetro digital de utilidade universal para a medição de tensão, corrente, resistência, frequência, capacidade e temperatura. Com valor real efetivo e iluminação de fundo. LCD de 3½ posições com símbolos funcionais e gráfico de barras analógico. Seleção manual e automática de faixa. Com detector de tensão sem contato. Fornecimento inclui cabos de medição, sensor térmico do tipo K, cople a prova de choques e pilha.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tensão contínua:     | 600 mV–1000 V,<br>5 faixas, $\pm 1,2\% \pm 2$ dígitos              |
| Tensão alternada:    | 6 V–1000 V, 4 faixas,<br>$\pm 1,5\% \pm 10$ dígitos                |
| Corrente contínua:   | 6 A–10 A, 2 faixas,<br>$\pm 2,5\% \pm 5$ dígitos                   |
| Corrente alternada:  | 6 A–10 A, 2 faixas,<br>$\pm 3\% \pm 5$ dígitos                     |
| Resistência:         | 600 $\Omega$ –60 M $\Omega$ ,<br>6 faixas, $\pm 1\% \pm 2$ dígitos |
| Capacidade:          | 40 nF–4000 $\mu$ F,<br>6 faixas, $\pm 5\% \pm 5$ dígitos           |
| Frequência:          | 10 Hz–10 MHz,<br>7 faixas, $\pm 1,2\% \pm 3$ dígitos               |
| Temperatura:         | -20–760°C, $\pm 3\%$   |
| Display:             | LCD de 3½ posições,<br>19 mm, máx: 3999                            |
| Tensão operacional:  | pilha de 9 V   |
| Classe de segurança: | CAT III 600 V / CAT II 1000 V (IEC-1010-1)                         |
| Fusível:             | F 10 A / 600 V,<br>$I_{\max} = 10$ A para 30 s                     |
| Dimensões:           | aprox. 70x150x48 mm <sup>3</sup>                                   |
| Massa:               | aprox. 260 g   |

**P-1002784**

### Multímetro digital E

Multímetro compacto de 3½ posições para a medição de tensões, corrente, resistência, assim como para os testes de diodos e hFE. Todas as faixas de medição são ajustadas com um botão rotativo. Todas as faixas são protegidas contra sobrecarga. Inclui conexões para medição e bateria.

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tensão contínua:    | 2 V – 600 V, 4 faixas,<br>$\pm 0,8\% \pm 5$ dígitos                                    |
| Tensão alternada:   | 2 V – 600 V, 4 faixas,<br>$\pm 1\% \pm 5$ dígitos                                      |
| Corrente contínua:  | 20 $\mu$ A – 10 A, 7 faixas,<br>$\pm 1,8\% \pm 2$ dígitos                              |
| Corrente alternada: | 20 $\mu$ A – 10 A, 7 faixas,<br>$\pm 2\% \pm 3$ dígitos                                |
| Resistência:        | 200 $\Omega$ – 200 M $\Omega$ , 7 faixas,<br>$\pm 1\% \pm 4$ dígitos                   |
| Display:            | LCD de 3½ posições,<br>24 mm, max. 1999  |
| Tensão operacional: | pilha de 9 V 6F22  |
| Fusível:            | F1: F 2 A / 600 V,<br>F2: F 10 A / 600 V,<br>$I_{\max} = 10$ A para 10 s a cada 15 min |
| Dimensões:          | aprox. 90x190x35 mm <sup>3</sup>   |
| Massa:              | aprox. 310 g   |

**P-1018832**

### Multímetro digital P3415

Este multímetro digital inovador utiliza um cabo USB opto-acoplado para conectar diretamente com um computador para registrar até três medições por segundo. Uma ampla escolha de funções como auto-agrupamento, medições relativas e Min/Max/Hold, também faz deste uma ferramenta independente extremamente versátil. Os modos de medição incluem DCV, ACV, DCA, ACA, resistência, diodo, continuidade, frequência, capacitância e temperatura. A unidade é fornecida com uma maleta portátil, cabo USB, software para o Windows 2000/XP/Vista/7, termopar tipo K, ligações de teste, cliques de teste, pilhas e manual de instruções.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Voltagem DC:                | 600 mV – 1000 V,<br>5 faixas  |
| Voltagem AC:                | 600 mV – 700 V,<br>5 faixas   |
| Corrente DC:                | 600 $\mu$ A – 10 A, 6 faixas  |
| Corrente AC:                | 600 $\mu$ A – 10 A, 6 faixas  |
| Resistência:                | 600 $\Omega$ – 60 M $\Omega$ 6 faixas   |
| Frequência:                 | 100 Hz – 1 MHz, 5 faixas  |
| Capacidade:                 | 60 nF – 300 $\mu$ F, 5 faixas   |
| Temperatura:                | -55°C – 1000°C, 2 faixas  |
| Display:                    | 3½ dígitos LCD, 18 mm   |
| Voltagem operativa:         | pilha de 9V   |
| Classificação de segurança: | CAT III 1000 V / CAT IV 600 V (IEC-1010-1)  |
| Fusível:                    | F1: F 0,63 A / 1000 V<br>F2: F 10 A / 1000 V,<br>$I_{\max} = 10$ A para 4 min a cada 14 min |
| Dimensões:                  | aprox. 90x190x40 mm <sup>3</sup>  |
| Peso:                       | aprox. 500 g  |

**P-1008631**



#### Multímetro DMM digital

Multímetro digital para tarefas de medição com alta exigência de segurança. Bloqueio automático (ABS) das tomadas, as que não sejam usadas, de acordo com a função de medição. Display de LC com iluminação de fundo com indicador digital e escala de diagrama de barras analógico. Modo de economia com desligamento automático após 10 min em valor de medição constante; alerta de sobre tensão e de sobrecarga; escolha automática ou manual da faixa de medição; retenção de dados, assim como função de valor mínimo e máximo. Fornecimento inclui os cabos de medição, bateria de 9 V, fusíveis de reposição, manual de instruções em inglês, relatório de teste, assim como coldre a prova de choques com pé de alçamento e tira para carregar.

#### Grandezas e faixas de medição:

|                     |   |
|---------------------|---|
| Corrente continua:  | 30,00 mV (10 $\mu$ V), ..., 1000 V (1 V), 6 faixas,<br>$\pm 0,25\% \pm 1$ dígitos     |
| Corrente alternada: | 3,000 V (1 mV), ..., 1000 V (1 V), 4 faixas,<br>$\pm 0,75\% \pm 1$ dígito             |
| Corrente continua:  | 300,0 $\mu$ A (100 nA), ..., 10,00 A (10 mA),<br>6 faixas, $\pm 1,00\% \pm 2$ dígitos |
| Corrente alternada: | 3,000 mA (1 $\mu$ A), ..., 10,00 A (10 mA),<br>4 faixas, $\pm 1,50\% \pm 2$ dígitos   |
| Resistência:        | 30,00 $\Omega$ (10 m $\Omega$ ), ..., 30,00 M $\Omega$ (10 k $\Omega$ ),<br>7 faixas  |
| Capacidade:         | 30,00 nF (10 pF), ..., 30,00 $\mu$ F (10 nF),<br>4 faixas                             |
| Frequência:         | 300,0 Hz (0,1 Hz), ..., 100,0 kHz (100 Hz),<br>4 faixas                               |

#### Grandezas de medição adicionais:

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Ciclo de trabalho<br>(Duty Cycle): | 2,0 % – 98,0 %  |
| Medição de temperatura*:           | -200,0 °C – +850,0°C (Pt 100)<br>-100,0 °C – +850,0°C (Pt 1000) |
| Teste de passagem:                 | sim   |
| Teste de diodo:                    | 2 V   |

#### Dados adicionais:

|                      |  |
|----------------------|--|
| Classe de segurança: | CAT III 1000 V (IEC 61010-1:2001)<br>CAT IV 600 V (IEC 61010-1:2001) |
| Dimensões:           | aprox. 200x80x30 mm <sup>3</sup>                                     |
| Massa:               | aprox. 700 g   |

#### Multímetro digital DMM50

Multímetro digital sem medição de valor de efetividade verdadeiro (TRMS).  
**P-1012817**

#### Multímetro digital DMM60

Multímetro digital com medição de valor de efetividade verdadeiro (TRMS) em caso de sinais de entrada distorcidos.  
**P-1012816**

#### Multímetro Iso DMM 1000

Multímetro digital com medição de resistência de isolamento integrada em tensões de medição de 50 V até 1000 V e funções de medição adicionais para corrente continua e alternada, resistência, capacidade, frequência, temperatura e teste de diodo. Bloqueio automático (ABS) das tomadas, as que não sejam usadas, de acordo com a função de medição. Desligamento automático, alerta de sobre tensão e de sobrecarga. Medição de valor de efetividade verdadeiro (TRMS) em caso de sinais de entrada distorcidos. Display de LC com iluminação de fundo com indicador digital e escala de diagrama de barras analógico. O fornecimento inclui manual de instruções em inglês, assim como coldre a prova de choques com pé de alçamento.

Classe de segurança: CAT II 1000V  
CAT III 600 V

**P-1012865**



### Aparelho digital de medição de energia

Aparelho digital de medição para a determinação do consumo de energia elétrica para aparelhos com conexão à rede, assim como para o cálculo dos custos após da entrada do preço quilowatts/hora. Por conta da altíssima resolução e da característica de resposta baixa, podem ser medidos também consumidores muito pequenos ou em stand-by a partir de aprox. 1 W. O fornecimento vem com acumulador para o armazenamento seguro.

Grandezas indicadas: energia, custos, potência, tensão, corrente, hora, dia de semana

Tensão de entrada: 230 V, 50/60 Hz

Carga máxima permitida: 3680 W / 16 A

Carga mínima indicada: 1 W / 0,005 A

Energia: 0 – 9999,9 kWh

Corrente: 0,005 – 16 A

Rendimento: 0 – 3680 W

Exatidão:  $\pm 0,5\%$

Classe de segurança: Cat II 300 V (IEC-1010-1)

Tensão de operação: Acumulador interno para o armazenamento seguro

Dimensões: aprox. 120x60x75 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 160 g

**P-1002802**

### Medidor de nível do som P5055

Aparelho digital de aplicação universal para determinação do nível sonoro de uma variedade de fontes sonoras por ampla faixa sonora. Com sinal de calibragem integrado, bem como função de manutenção de valor máximo e de valor de medição. Modo lento para nível sonoro médio e modo rápido para sequências sonoras curtas e para registro do nível sonoro máximo. Avaliação de frequências na faixa A (orientada pela audição humana) para medições ao ar livre e na faixa C, por exemplo, para medições de ruídos de motor. Invólucro de plástico robusto, saída analógica para aparelho de medição externo, rosca para colocação em tripé. Bolsa com enchimento de espuma.

Área de medição: 35 – 130 dB

Resolução: 0,1 dB

Precisão:  $\pm 3,5$  dB – 94 dB (1 kHz)

Display: LCD de 3½ dígitos

Altura dos dígitos: 17 mm

Microfone: microfone de condensador elétrico

Alimentação: bateria em bloco de 9 V

Dimensões: aprox. 251x64x40 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 250 g

**P-1002778**

### Decibelímetro P8005

Medidor digital de nível sonoro com supressão de ruídos de fundo para todos os tipos de medições do som ambiente, por exemplo, para medição de som em escolas, escritórios, fábricas, trânsito e lares, ou para projetos de ruídos. Com registro de dados e USB para medições por longos espaços de tempo. Seleção de faixa manual e automática. Medições mínimas e máximas possíveis. Inclui mala, cabo USB, software Windows, pé de apoio, adaptador de rede de 9 V, pilha 9 V e manual de instrução.

Faixa de frequência: 31,5 Hz – 8 kHz

Faixa de dinâmica: 50 dB

Faixas de níveis: 30 – 80 dB (baixo)

50 – 100 dB (médio)

80 – 130 dB (alto)

30 – 130 dB (automático)

Precisão:  $\pm 1,4$  dB

Tempo de resposta: 125 ms (rápido), 1s (lento)

Display digital: LCD de 4 dígitos, 20 mm

Indicação multifuncional: valor de medição digital, tempo de medição, gráfico em barras e indicação de ultrapassagem e de nível abaixo

Padrão aplicado: IEC-61672-1 tipo 2, ANSI S1.4 tipo 2

Microfone: ½ polegada, com condensador electret

Atualização do display: duas vezes por segundo

Saída analógica: AC/DC

Tensão operacional: pilha de 9 V ou adaptador de rede de 9 V

Dimensões: aprox. 90x280x50 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 350 g

**P-1002780**

### Luxímetro digital

Aparelho de medição extremamente econômico, de fácil manuseio em formato de bolso, para o teste e a medição de relações de luminosidade. Espectro de medição conforme à norma C.I.E. Inclui sensor de luz, bolsa e pilha

Faixas de medição: 200 – 50000 Lux, 4 faixas,  $\pm 5\%$

Tensão operacional: pilha de 12 V (A23)

Dimensões: aprox. 65x115x25 mm<sup>3</sup>

Massa: aprox. 160 g

**P-1002779**



### Contador digital

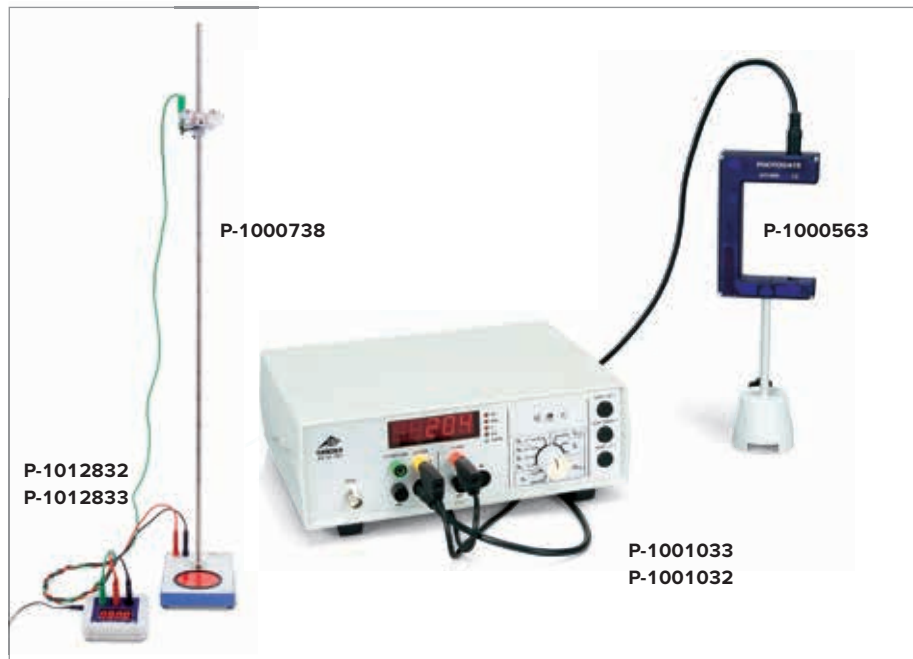
Contador digital para a medição de tempos de execução, tempos de passagem, duração de períodos, duração de oscilação de pêndulos e frequência, assim como para a contagem de eventos e impulsos de tubos contadores. Com alto-falante podendo ser ligado ou não, alimentação em tensão para a conexão direta com a barreira luminosa (P-1000563) assim como para a alimentação em tensão do tubo contador Geiger-Müller (P-1001035). Na contagem de eventos podem ser ajustado tempos de abertura fixos. Adicionalmente pode ser programada livremente uma abertura na faixa de 1 s até 99999 s. O processo de contagem (Start, Stop) pode ser ativado através de um sinal no conector de entrada ou manualmente por meio de um comutador. Inclui aparelho de alimentação na rede elétrica.

Medição de tempo: 0,1 ms – 99999 s  
Resolução: 0,1 ms / 1 ms / 0,1 s

Medição de frequência: 1 – 100 kHz a  $U > 1,5 V_{pp}$   
Resolução: 1 mHz (1 – 100 Hz), 1 Hz (1 – 100 kHz)  
Tempos de abertura: 1/10/60 s e manual  
Entrada A: mini conector DIN8, conectores de segurança de 4 mm  
Entrada B: mini conector DIN8, conectores de segurança de 4 mm  
Tensão de entrada em A: 0,5 V – 15 V AC  
Tensão de entrada em B: 1 V – 15 V AC  
Flanco ativo: ascendente/descendente  
Entrada do tubo contador: conector BNC  
Tensão de alimentação: 550 V / 1 MΩ  
Display: display LED de 5 posições  
Tensão operacional: 12 V AC, 300 mA por aparelho de alimentação na rede  
Dimensões: aprox. 250x100x160 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 0,8 kg

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

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



### Sensor de reflexão laser

Sensor para o controle do VinciLab (P-1021477) ou do contador digital (P-1001033/1001032) em medições de objetos em movimento. Adequado para a varredura optoeletrônica de marcas claras/escuras em objetos em movimento ou em associação com uma folha refletora como barreira luminosa para distância. Adaptação automática da intensidade do feixe laser à distância do objeto. Inclui folha refletora, vara de apoio com rosca e cabo de conexão com conectores mini DIN de 8 pinos.

Alcance: 2,5 m  
Intensidade do laser: < 1 mW  
Classe de segurança laser: II

**P-1001034**



**Para a conexão no VinciLab adicionalmente necessário:**  
**P-1021688** Cabo de conexão miniDIN8 – BT



### Contador de milissegundos

Contador em conta, compacto para a medição de tempo na escala de milissegundos, por exemplo, em ligação com o aparelho de queda livre (P-1000738). O processo de contagem é iniciado e parado através de um sinal nas tomadas de entrada. A posição zero efetua-se automaticamente com uma nova iniciação. Fonte de alimentação incluída.

Medição de tempo: 1 ms – 9999 s  
Tensão de fornecimento: 12 V AC  
Conexões: tomadas de segurança de 4-mm  
Dimensões: aprox. 105x75x35 mm<sup>3</sup>  
Massa: aprox. 400 g

**Contador de milissegundos (230 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012832**

**Contador de milissegundos (115 V, 50/60 Hz)**  
**P-1012833**



#### Amplificador de medição U

O amplificador de medição U amplifica sinais de medição de baixa amplitude para medição em qualquer aparelho voltímetro ou osciloscópio. Com o uso de um resistor shunt externo, também podem ser medidas correntes baixas. Tensões offset podem ser compensadas com os ajustes offset para ajuste grosso e fino. A ampliação pode ser selecionada em etapas de 0 a 5 potências de dez. Ruído de alta frequência ou outros distúrbios são filtrados por um filtro passa-baixa com constante de tempo ajustável em etapas entre 0 e 3 s. A tensão de saída tem o mesmo sinal da tensão de entrada

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Impedância de entrada:               | 10 k $\Omega$   |
| Impedância de saída:                 | 300 $\Omega$  |
| Deriva da tensão offset:             | < 2 $\mu$ V/K (após aprox. 15 min. de operação)   |
| Fatores de ampliação:                | 10 <sup>0</sup> ; 10 <sup>1</sup> ; 10 <sup>2</sup> ; 10 <sup>3</sup> ; 10 <sup>4</sup> ; 10 <sup>5</sup> |
| Tolerância dos fatores de ampliação: | < 2,5 %   |
| Tensão de entrada:                   | máx. $\pm$ 12 V<br>(protegida contra sobrecarga até 100 V por pouco tempo)                                |
| Tensão de saída:                     | 0 ... $\pm$ 12 V<br>(à prova de curto-circuito)   |

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Alimentação de energia<br>(por fonte de alimentação fornecida): | 12 V AC                           |
| Temperatura ambiente:   | 5°C ... 23°C ... 40°C             |
| Temperatura de armazenagem:                                     | -20 ... 70°C                      |
| Umidade relativa do ar:<br>sem condensação                      | < 85%                             |
| Posição de uso:   | na horizontal                     |
| Grau de poluição:   | 2                                 |
| Tipo de proteção:   | IP20                              |
| Dimensões:  | aprox. 170x105x50 mm <sup>3</sup> |
| Peso:   | aprox. 335 g                      |

#### Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)

P-1020742

#### Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)

P-1020744



#### Amplificador de medição S

Amplificador de medição para exercícios didáticos com medição de baixas tensões e correntes em associação com um medidor de tensão simples.

Faixas de medição, relativas a 1 V de tensão de saída:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tensão (AC/DC):       | 1 mV – 1 V  |
| Corrente (AC/DC):     | 100 nA – 100 $\mu$ A                                |
| Faixas de frequência: | 0 – 20 kHz ( $v = 1$ )<br>0 – 500 Hz ( $v = 1000$ ) |

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Resistência de entrada: | 10 k $\Omega$                    |
| Entrada U:              | conector BNC                     |
| Entrada I:              | conector BNC                     |
| Tensão de entrada máx:  | 10 V                             |
| Saída:                  | conectores de segurança de 4 mm  |
| Tensão de saída máx :   | 10 V                             |
| Frequência limite:      | 100 Hz                           |
| Fator de amplificação:  | 106                              |
| Precisão:               | 2 %                              |
| Tensão de alimentação:  | 12 V AC                          |
| Dimensões:              | aprox. 175x85x65 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                  | aprox. 250 g                     |

#### Exigência complementar:

P-1000866 Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)

ou

P-1000865 Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)

P-1013527 Multímetro analógico ESCOLA 100



#### Estroboscópio digital (230 V, 50/60 Hz)

Aparelho portátil controlado por microprocessador com base de tempo controlada a quartzo para a observação de movimentos periódicos, assim como para a medição de frequência e número de rotações. Tubos de flash xenônio dentro de uma robusta caixa de matéria plástica com alças e rosca para montagem sobre um suporte, ajuste de frequência contínuo em dois níveis, precisão ou aproximada, através dos botões de ajuste, leitura da sequência de flashes por minuto em indicador digital de 4 dígitos.

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Áreas de medição:               | 100 r/min até 1000 r/min (aprox. 1,5 Hz até 18 Hz), 1000 r/min até 10000 r/min (aprox. 18 Hz até 165 Hz) |
| Precisão:                       | $\pm$ (0,05% + 1 dígito)   |
| Indicador:                      | LED de 4 dígitos   |
| Resolução:                      | 0,1 r/min (< 1000 r/min)<br>1 r/min (1000 r/min até 9999 r/min)<br>10 r/min (10000 r/min)                |
| Duração do flash:               | 60 $\mu$ s – 100 $\mu$ s   |
| Energia do flash:               | 4 Ws   |
| Ângulo de abrangência do flash: | 80°  |
| Dimensões:                      | aprox. 210x210x120 mm <sup>3</sup>   |
| Massa:                          | aprox. 1 kg  |

P-1003331

#### Lâmpada sobressalente para estroboscópio (sem foto)

Lâmpada sobressalente para o estroboscópio digital (P-1003331).

P-1003332

**Teslâmetro N**

Este teslâmetro digital econômico permitirá que os estudantes incorporem medidas quantitativas às suas experiências com o magnetismo. A unidade inclui uma ponta sensora Hall para medir campos magnéticos axiais e tangenciais até 200 mT. A ponta sensora igualmente serve como régua pois inclui uma escala métrica. Há duas escalas de medição, 0 – ±20 mT e 0 – ±200 mT. O teslâmetro pode ser calibrado pelo usuário. Além de ter uma indicação digital, a unidade produz uma tensão proporcional ao campo magnético que pode ser medido com um registrador de dados, um registrador XY ou um multímetro análogo.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Faixa de medição:           | 0 – ±20 mT, 0 – ±200 mT           |
| Resolução:                  | 0.01 mT, 0.1 mT                   |
| Display digital:            | 3½ LCD de dígitos                 |
| Altura dos dígitos:         | 13 mm                             |
| Entrada:                    | soquete GX16-6                    |
| Saída:                      | soquetes de segurança de 4 mm     |
| Dimensões da unidade:       | aprox. 205x230x85 mm <sup>3</sup> |
| Dimensões da ponta sensora: | aprox. 360x15x25 mm <sup>3</sup>  |



**Teslâmetro N**  
(230 V, 50/60 Hz)  
P-1021669

**Teslâmetro N**  
(115 V, 50/60 Hz)  
P-1021671

**Teslâmetro E**

Dispositivo de medição manual para a determinação da densidade de fluxo magnético B ou da força magnética de campo H em relação com a sonda de campo axial/tangencial (P-1001040) ou da sonda de campo magnético flexível (P-1012892). Os valores de medição são indicados digitalmente e são modificados adicionalmente em valores de tensão proporcional, que podem ser obtidos na saída analógica.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Display LCD:            | 3½ dígitos, 10 mm de altura                             |
| Fornecimento de tensão: | Acumulador de bloco de 9 V para aprox. 20 h de operação |
| Conexão da sonda:       | Tomada DIN  |
| Compensação de ofsete:  | ±0,150 mT   |

**Modo de medição:**

|      |   |
|------|---|
| DC-B | Densidade de fluxo B de campos contínuos                |
| AC-B | Densidade de fluxo B de campos alternos (1 Hz – 10 kHz) |
| AC-H | Força de campo H de campos alternos (1 Hz – 10 kHz)     |

**Faixas de medição:**

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Densidade de fluxo B: | ±2,000 / ±20,00 / ±200,0 / ±2000 mT  |
| Força de campo H:     | ±2,000 / ±20,00 / ±200,0 / ±2000 A/m |

**Saída analógica:**

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Conexão: | Tomadas de 4 mm |
| Faixa:   | 0 – ±2 V        |

**P-1008537**



**P-1008537**

**P-1012892**

**P-1001040**

**Sonda de campo magnético flexível**

Sonda de campo magnético flexível com sensor de Hall incorporado para a medição de campos magnéticos tangenciais em relação com o Teslâmetro E (P-1008537).

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Sensibilidade:                    | 1 mV/mT             |
| Comprimento da sonda (sem punho): | 75 mm               |
| Espessura da sonda:               | 0,6 mm              |
| Sensores Hall:                    | monocristalino InAs |
| Superfície do sensor:             | 1 mm <sup>2</sup>   |
| Conexão:                          | conector DIN        |

**P-1012892**

**Sonda de campo magnético, axial/tangencial**

Sonda de campo magnético com dois sensores Hall integrados para a medição de campos magnéticos axiais e tangenciais em associação com o teslâmetro E (P-1008537). Com comutador deslizante para a seleção entre medição axial e tangencial.

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Sensibilidade:                    | 1 mV/mT             |
| Comprimento da sonda (sem punho): | 125 mm              |
| Espessura da sonda:               | 4 mm                |
| Sensores Hall:                    | monocristalino InAs |
| Superfície do sensor:             | 1 mm <sup>2</sup>   |
| Conexão:                          | conector DIN        |

**P-1001040**



A



B



C

#### A. Misturador magnético com aquecedor

Misturador magnético com placa de aquecimento de aço fino e círculo de proteção fixo. Temperatura ajustável e inicialização suave do motor. Armação de materiais quimicamente resistentes.

Quantidade máx.

de mistura (H<sub>2</sub>O):

10 l

Área do número de rotações:

100 – 2000 r/min

Aquecimento:

400 W

Área da temperatura

de aquecimento:

temp. ambiente até 320° C

Superfície de apoio:

125 mm Ø

Dimensões:

aprox. 168x105x220 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 2,4 kg

#### Misturador magnético com aquecedor (230 V, 50/60 Hz)

P-1002807

#### Misturador magnético com aquecedor (115 V, 50/60 Hz)

P-1002806

#### B. Agitador magnético de 12L (230 V, 50/60 Hz)

Agitador magnético regulado eletronicamente em armação de aço inox com placa aquecedora de alumínio. Com recepção de varas de apoio (12 mm Ø) e saída de 12 V DC para a alimentação dos acessórios. Inclui varinha de agitação.

Rotação máxima:

1500 U/min

Placa de aquecimento:

135 mm Ø

Temperatura máxima:

450° C

Potência admitida:

400 W

Dimensões:

aprox. 165x220x105 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 2 kg

P-1011739



#### Misturador magnético

Misturador magnético ultra-plano com motor sem desgaste das partes móveis. Com possibilidade de ajuste para inversão de rotação automática a cada 30 segundos para uma melhor mistura do produto. Superfície de apoio e armação são feitos de produtos quimicamente resistentes, à prova de deslize e com estabilidade segura. Com transformador e varinha de agitação.

Quantidade máx.

de mistura (H<sub>2</sub>O):

0,8 l

Área do número de rotações:

15 – 1500 r/min

Superfície de apoio:

100 mm Ø

Tensão de alimentação:

pelo transformador 100 V – 240 V, 50/60 Hz

Dimensões:

aprox. 117x12x180 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 0,3 kg

P-1002808

#### C. Queimador elétrico LAB2 (230 V, 50 Hz)

Queimador térmica- e eletricamente seguro para experiências, que anteriormente tinham que ser executadas com um bico de Bunsen. O aquecimento produz-se, por meio de um gerenciamento patenteado de ar, com uma coluna de ar quente. Com indicador de operação e temperatura.

- Controle de potência por meio de regulador de energia com tiras de bi-metal

- Proteção contra superaquecimento

- Sem aquecimento da caixa durante períodos de aquecimento prolongados

- Ebulição de líquidos sem qualquer esguichamento

- Vedação perfeita contra derramamento de líquidos por engano

Recipiente de líquidos: até 140 mm Ø

Temperatura de operação: 20 ... 650° C

Temperatura do elemento de aquecimento: máx. 900° C

Rendimento elétrico: 500 W

Fusível: F 5A, 250 V

Dimensões:

aprox. 170x130x195 mm<sup>3</sup>

Massa:

aprox. 3,8 kg

P-1010252

#### Aquecedor de imersão de 300 W

(230 V, 50/60 Hz)

Aquecedor de imersão com proteção contra sobreaquecimento (segundo VDE).

Atenção: só disponível para tensão de rede de 230 V.

P-1003566



#### Conjunto de 60 pellets Ecoflam

Pellets para a geração de uma chama aberta não contaminante sobre a grade do queimador elétrico LAB2.

P-1010255

#### Lâmpada de álcool

Queimador a álcool de metal com parafuso para ajustar a posição da mecha e tampa para apagar a chama.

Conteúdo: aprox. 60 ml

Dimensões: aprox. 55 mm x 70 mm Ø

Massa: aprox. 50 g

P-1003565

#### Mecha (sem foto)

Mecha de reposto para a lâmpada a álcool (P-1003565).

Comprimento: 100 mm

P-1001048



#### Temas para experiências:

- Determinação do índice de refração de materiais sólidos ou líquidos
- Determinação da densidade relativa de líquidos (grau Brix)
- Determinação do teor de açúcar
- Medição translúcida, incidência em faixas ou reflexão total
- Refratômetro Abbe



#### Refratômetro Abbe analógico ORT 1RS

Refratômetro analógico universal de fácil operação e robusto para utilização eficiente e extremamente confiável, com o qual podem ser avaliadas amostras líquidas, sólidas e pastosas. A escala integrada permite o uso em muitas áreas de aplicação e oferece a maior segurança para poder ler com precisão os resultados da medição. Com termômetro.

##### O fornecimento contém:

solução de calibragem, bloco de calibragem, pipeta, chave de fenda e pano de limpeza.

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| Escala:           | brix, índice de refração          |
| Faixa de medição: | 0 – 95%, 1,3000 – 1,7000 nD       |
| Precisão:         | ± 0,1%, ± 0,0002 nD               |
| Divisão:          | 0,25%, 0,0005 nD                  |
| Dimensões:        | aprox. 180x90x240 mm <sup>3</sup> |
| Peso:             | aprox. 1,95 kg                    |

**P-1021250**



#### Refratômetro manual HRT32

Refratômetro manual para determinação do teor de açúcar em frutas, uvas, sucos, legumes e outros alimentos, bem como para análise de lubrificantes refrigeradores. A compensação automática da temperatura aumenta a precisão de medições realizadas a 10 – 40° C.

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Faixa de medição:           | 0 – 32% Brix |
| Precisão:                   | 0,2% Brix    |
| Intervalos da escala:       | 0,2% Brix    |
| Compensação da temperatura: | automática   |

**P-1021440**



#### Refratômetro manual HR901

Refratômetro manual universal robusto e de fácil utilização com chave seletora para todas as faixas de medição. Conjunto móvel de prismas que garante linha de contorno nítida, condução direta e indireta da luz para determinação de substâncias transparentes e opacas com termômetro.

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Faixa de medição:  | 1,333 – 1,517 nD |
| Precisão:          | 0,0005 nD        |
| Divisão da escala: | 0,0005 nD        |
| Termômetro:        | 6 – 36° C        |

**P-1021249**

#### Refratômetro manual HRT62

Refratômetro manual especialmente fácil de operar para a análise de líquidos químicos e técnicos, p.ex., óleos, gorduras, líquidos refrigeradores e lubrificantes. Com compensação automática da temperatura para medições precisas.

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| Faixa de medição:           | 28 – 62% Brix |
| Precisão:                   | 0,2% Brix     |
| Intervalos da escala:       | 0,2% Brix     |
| Compensação da temperatura: | automática    |

**P-1021441**





### Microscópio monocular didático M100 LED

Os microscópios didáticos M100 se destacam pelo manuseio simples e por sua construção robusta. Eles são adaptados à prática, equipados com 3 objetivas acromáticas e possuem uma platina de objetos simples com duas presilhas para fixar a lâmina. Eles podem ser incrementados graças aos numerosos acessórios e repostos. A iluminação LED garante uma iluminação homogênea do objeto impedindo o aquecimento indevido da preparação no caso de observações mais longas. Em adição ela tem uma longa durabilidade e faz uma troca de lâmpada desnecessária. Os microscópios estão equipados com acumuladores recarregáveis e também podem ser operados sem conexão à rede elétrica. O microscópio monocular M100 pode ser adquirido com uma lâmpada incandescente de tungstênio de 20 W ao invés da iluminação LED para 230 V, 50/60 Hz sob número de artigo P-1005402.

**P-1005406**

| Nº de cat.                  | P-1005406  |
|-----------------------------|--|
| <b>Tripé</b>                | Tripé fabricado integralmente de metal, braço e pé fixados firmemente um ao outro, ajuste focal pelos botões de controle básico e fino, integrados ao tripé em ambos lados |
| <b>Tubo</b>                 | Monocular oblíquo 45°, rotação de até 360°   |
| <b>Oculares</b>             | Ocular grande angular WF 10x 18 mm com indicador   |
| <b>Objetivas</b>            | Revólver porta-objetivas com 3 objetivas acromáticas 4x / 0,10, 10x / 0,25, 40x / 0,65   |
| <b>Aumentos</b>             | 40x, 100x, 400x  |
| <b>Platina porta-objeto</b> | 110 mm x 120 mm com 2 pinças para a preparação   |
| <b>Iluminação</b>           | Iluminação LED regulável integrada no pé, alimentação elétrica por meio de acumuladores, carregador 100 até 240 V, 50/60 Hz  |
| <b>Condensador</b>          | Condensador de campo claro N.A. 0,65, diafragma de íris, porta-filtro e filtro azul  |
| <b>Dimensões</b>            | aprox. 175x135x370 mm <sup>3</sup>   |
| <b>Peso</b>                 | aprox. 2,9 kg  |
| <b>Fornecimento</b>         | Completo, com estojo de proteção contra o pó   |



### Microscópio binocular BE5

Os microscópios E5 se destacam por

- seu design ergonômico com vista a 30°
- sua construção compacta e robusta
- sua excelente qualidade mecânica e ótica
- sua operação simples

A iluminação fria por LED integrada na base

- garante iluminação uniforme do campo de visão
- Impede influência térmica sobre o preparado em observações mais longas
- possui longa vida útil e torna desnecessária a troca da lâmpada

O microscópio modelo TE5 (P-1020251) oferece, além de uma visão binocular, a possibilidade simultânea de conexão de uma câmera para documentação fotográfica ou em vídeo das imagens.

**P-1020250**

| Nº de cat.                  | P-1020250   |
|-----------------------------|---|
| <b>Tripé</b>                | Pé de apoio inteiramente metálico e robusto, braço de apoio fixado no pé; ajuste focal por meio de botões de ajuste fino e grosso coaxiais a ambos lados do pé de apoio, movidos por rolamentos e com freio de posicionamento; limite de aproximação ajustável para a proteção das objetivas e dos suportes para objeto. Divisão do ajuste focal fino: 0,002 mm |
| <b>Tubo</b>                 | Visão binocular, visão inclinada em 30°, ocular rotativo em 360°, distância entre olhos ajustável entre 50 mm e 75 mm, compensação de diopia de $\pm 5$   |
| <b>Oculares</b>             | Par de oculares plano grande angular PL 10x 18 mm   |
| <b>Objetiva</b>             | Revólver porta-objetivas inclinada na inversa com 4 objetivas acromáticas 4x / 0,10, 10x / 0,25, 40x / 0,65, 100x / 1,25 (imersão em óleo)  |
| <b>Aumentos</b>             | 40x, 100x, 400x, 1000x  |
| <b>Platina porta-objeto</b> | Platina em cruz x-y, 132 mm x 140 mm, com introdutor de objeto e botões coaxiais perpendiculares à platina para lâmina, faixa de ajuste de 76 mm x 50 mm, precisão 0,1 mm   |
| <b>Iluminação</b>           | Iluminação LED regulável integrada no pé; alimentação em tensão universal de 100 V a 240 V, 50/60 Hz  |
| <b>Condensador</b>          | Condensador de Abbe N.A.1,25 com diafragma de íris, porta-filtro e filtro azul  |
| <b>Dimensões</b>            | aprox. 350x213x366 mm <sup>3</sup>  |
| <b>Peso</b>                 | aprox. 8 kg   |
| <b>Fornecimento</b>         | Completo, com estojo de proteção contra o pó  |



**Câmera digital Moticam 1**  
**P-1021162**



**Câmera digital Moticam 2**  
**P-1021164**

| Nº de cat.                 | P-1021162                                 | P-1021164             |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Sensor da câmera           | 1/2,9" CMOS, colorido                     | 1/3" CMOS, colorido   |
| Dimensão de pixel          | 4,2 µm x 4,2 µm                           | 3,2 µm x 3,2 µm       |
| Sensibilidade (V/Lux-sec)  | 4,6                                       | 1,0                   |
| Resolução                  | 1280 x 720, 1 Mpixel                      | 1600 x 1200, 2 Mpixel |
| Faixa dinâmica             | 64,8 dB                                   | 61 dB                 |
| Saída                      | mini USB                                  |                       |
| Alimentação em tensão      | por interface USB 2.0                     |                       |
| Adaptador para microscópio | 2 adaptadores de 30 mm e 38 mm, c-mount   |                       |
| Requisitos de sistema      | Windows XP/Vista/7/8/10, MAC OS X e Linux |                       |



#### **Câmera digital Moticam**

Câmera digital a cores de preço acessível para conexão direta em um PC ou laptop por meio de conexão USB. A câmera pode ser colocada diretamente sobre o ocular de todos os microscópios usuais. Não há necessidade de alimentação externa de energia, pois a câmera é alimentada pela conexão USB. Inclui cabo USB, suporte de objetos de calibragem, tubo macro, lente de vidro focalizável, 2 adaptadores de ocular e CD de software. O software Motic Images Plus 3.0 se destaca pela facilidade de uso e permite, entre outros:

- função de calibragem e balanço dos brancos
- representação em tempo real
- registro de vídeos
- expansão da iluminação em caso de iluminação insuficiente
- processamento digital das imagens
- medição de elementos individuais das imagens ou de grupos inteiros de elementos, incluindo cálculo de área
- calibragem espacial (medição de diferenças entre 2 pontos)
- Análise de intensidade para medição de estruturas tridimensionais



#### **Vision Viewer™**

Robusta câmera digital de mesa a cores de resolução máxima para a conexão direta com um PC ou laptop por meio de porta USB. É muito fácil instalar a câmera de modo preciso no intuito de captar uma imagem em microscópio ou em telescópio, ou ainda para fixá-la sobre outros objetos técnicos/científicos, imagens, processos em curso, etc.. Assim logo se pode observar estes em monitor de vídeo. O pé de apoio pesado e com base triangular garante firme estabilidade.

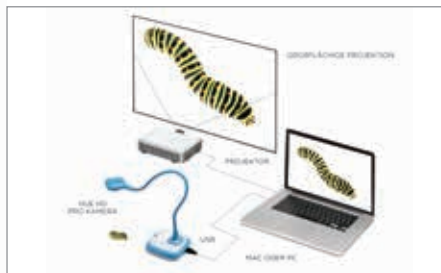
Gravações de som são possíveis por meio de microfone conectado ao computador. O suprimento elétrico externo é desnecessário já que a câmera é alimentada pela conexão USB. Inclui adaptador para microscópio e Applied Vision™ software. Compatível com quadros brancos interativos. O software Applied Vision™ destinado à gravação, reprodução e edição de imagens, se caracteriza pelo seu fácil manuseio e permite, entre outros: Vídeo em tela cheia e tempo real; gravação de imagem fixa; gravação a intervalos de tempo; internet streaming; pode ser conectada à rede local; função zoom; controle de luminosidade/contraste; visualização de imagem em negativo/positivo; ferramentas intermediárias; ferramentas para anotações; escolha do fundo; mixagem de imagens; comparação de imagens contíguas; medição da distância entre 2 pontos ou da superfície de um círculo; exportação de arquivos; compatível com Windows, Mac e Linux; atualização de software gratuita; licenças de localidade sem limite

#### **Características:**

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Captação imagem:    | CMOS 3.2 Mpixel            |
| Fotossensibilidade: | 20 lux                     |
| Sinal de saída:     | digital / USB 2.0          |
| Resolução:          | 2048x1536                  |
| Live Vídeo:         | até 30 imagens por segundo |
| Foco:               | manual                     |
| Balanço de branco:  | automática/manual          |

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Adaptador para microscópio: | 34,5 mm integrado e 28 mm          |
| Alimentação elétrica:       | por USB                            |
| Cabo:                       | cabo de conexão USB aprox. 150 cm  |
| Dimensões:                  | aprox. 180x180x640 mm <sup>3</sup> |
| Peso:                       | aprox. 1,7 kg                      |

**P-1003436**



### Câmera digital HUE HD Pro

Esta câmera de vídeo em cores de preço acessível, inovadora e simples de operar com resolução HD é um instrumento perfeito para diversas possibilidades de uso, como apresentações de objetos, imagens e textos em registros de vídeo e som, para observação de processos contínuos, para a elaboração de portfólios em vídeo, para envio de e-mails com vídeos e chats com escolas em outros países por softwares como o Skype™. Ela pode ser encaixada em tripé estável ou diretamente em uma conexão USB no laptop e possibilita, graças à sua lente grande angular, uma imagem de A4 inteira. Compatível com quadros interativos com conexão USB. O software “HUE Intuition”, desenvolvido exclusivamente para a câmera, é fácil de usar e oferece acesso fácil a todas as funções da câmera, entre as quais registros de som e imagem, processamento de imagem, registros temporizados automatizados e suporte para Skype™.

Requisitos de sistema: Windows XP, 7, 8, 10 ou Mac OS X 10.5+; adequado para versões de 32-Bit e 64-Bit do Windows 10, 8 e 7 e para Mac OS X; processador de 1,5 GHz; 512 MB RAM (1 GB recomendado); conexão USB.

**P-1021167**

### Software HUE Animação

Software de animação stop-motion para registro de animações com plataforma simples e de fácil operação, desenvolvida especialmente para alunos e professores. Para utilização com a câmera digital HUE HD Pro ou outras câmeras USB para Windows e Mac OS X.

Simplesmente fazer algumas fotos, desenvolver a ação, adicionar ruídos de fundo, processar com ferramentas de pintura, rodar filmes em lapso temporal e, em seguida, compartilhar em uma plataforma. Inclui manual detalhado.

Requisitos de sistema: Windows XP, 7, 8, 10 ou Mac OS X 10.5+; RAM de 512 MB no mínimo; driver de placa de vídeo com suporte para OpenGL 2.0. Usuários de Mac precisam de um processador Intel.

**P-1021252**



### Câmera digital para microscópio, 2 Mpixel

Uma câmera de cores com preço acessível para a montagem diretamente no tubo de quaisquer dos microscópios correntes. O software amigável ao operador “ImageView” e permite, entre outros, vídeo em tempo real, gravação de imagem fixa, amplas possibilidades de análise e medição, edição de imagem etc. Software em alemão, inglês, francês, russo, polonês, turco, japonês, indonésio, chinês. Inclui 2 adaptadores para microscópio de 30 mm Ø e 30,5 mm Ø.

Sensor da câmera:

1/3,2" CMOS, 2 Mpixel

Alimentação em tensão:

por interface USB, cabo USB de 1,45 m de comprimento

Requerimentos de sistema:

Windows XP/Vista/7/8/10, MAC OSX e Linux

Dimensões:

aprox. 40 mm x 27 mm Ø

Peso:

aprox. 30 g

**P-1021376**





#### Balança de laboratório 610

- Construção sólida completamente em metal
- Posições entalhadas para pesos móveis sobre três travessões corredeiros
- Sem perda dos pesos móveis
- Amortecimento magnético
- Ajustagem de ponto zero
- Gama de pesagem ampliável

Gama de pesagem: 0 – 610,0 g (2610,0 g com pesos complementares)

Legibilidade: 0,1 g

Pesos móveis: 0,1 – 10 g (frente), 10 g – 100 g (atrás),  
100 – 500 g (centro)

Diâmetro do prato: 150 mm

**P-1003419**

#### Pesos complementares para balança de laboratório (sem fotos)

Pesos complementares para ampliação da faixa de pesagem da balança de laboratório 610 (P-1003419).

Pesos: 1x 0,5 kg, 2x 1 kg

**P-1014616**



#### Vantagens:

- Qualidade máxima
- Preciso
- Resolução grande
- Facilmente legível

#### Balança de análise AES 200

Balança de análise precisa com ajuste automático e grande resolução. Armação de metal robusta com proteção de vidro contra vento, display gráfico grande e terminal de dados RS232 e USB. A balança oferece praticamente todas as funções, que são necessárias em laboratório:

- Contagem de unidade
- Ponderação de percentagem
- Comutação de unidades
- Indicação de capacidade da faixa de pesagem
- Protocolo GLP/ISO
- Número de identificação 4 dígitos, programável livremente
- Programa de ajuste CAL, para o ajuste da precisão
- Programa de calibragem de pipetas
- Modo de dosagem
- Álbi e memória interna

Faixa de pesagem máx.: 220 g

Exatidão de leitura: 0,1 mg

Exatidão de reprodução: 0,2 mg

Linearidade:  $\pm 0,2$  mg

Período de oscilação: aprox. 4 s

Peso mínimo para contagem de unidades: 0,5 mg

Números de unidades de referência: 10, 20, 50, livremente selecionáveis

Display de balança: LCD, 17 mm

Plataforma de pesagem: 85 mm Ø

Fornecimento elétrico: Fonte de alimentação 13,8 V DC,  
Tensão de rede 110 – 230 V, 50/60 Hz

Dimensões: aprox. 206x335x335 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 5,4 kg

**P-1018347**



#### Balança de laboratório 311

- Construção sólida completamente em metal
- Posições entalhadas para pesos móveis sobre três travessões corredeiros
- Sem perda dos pesos móveis
- Amortecimento magnético
- Ajustagem de ponto zero

Gama de pesagem: 0 – 311,00 g

Legibilidade: 0,01 g

Gama dos pesos móveis: 0,01 – 1 g (1ª travessão), 1 – 10 g (2ª travessão),  
10 – 100 g (3ª travessão), 100 – 200 g (4ª travessão)

Diâmetro do prato: 100 mm

**P-1003421**





#### Vantagens:

- Proteção contra sobrecarga de alta qualidade
- Fácil leitura
- Alta velocidade de pesagem
- Alta resolução
- Operação com rede elétrica ou baterias
- Gancho de pesagem subterrâneo



#### Balanças eletrônicas Scout SKX

Balanças de precisão para pesagem, pesagem molecular e determinação de densidade com plataforma de pesagem de aço inox removível, travamento para transporte, trava de segurança de menu e calibragem, proteção guiada por software contra sobre/subcarga, indicação de estabilidade, tara automática, indicação de carga da bateria, função de desligamento automático, opções de pressão definidas pelo usuário, ajustes de interface selecionáveis. Inclui peso de verificação.

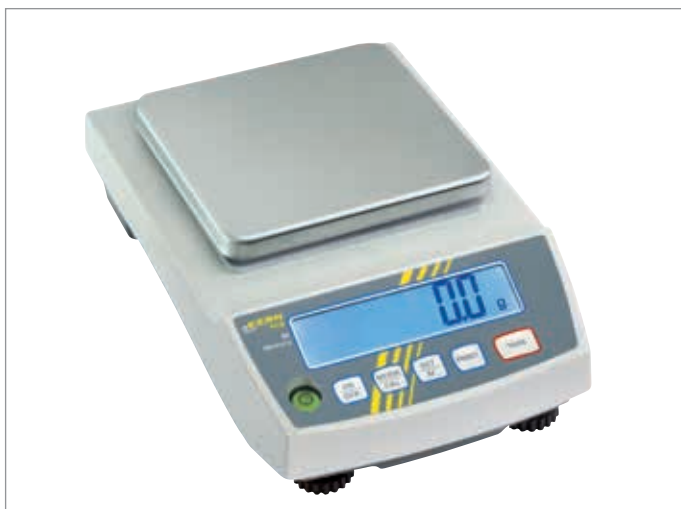
#### Balança eletrônica Scout SKX 420 g (sem foto)

**P-1020859**

#### Balança eletrônica Scout SKX 620 g

**P-1020860**

|                          | <b>P-1020859</b>                  | <b>P-1020860</b>        |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <b>Faixa de pesagem</b>  | 420 g                             | 620 g                   |
| <b>Leitura</b>           | 0,01 g                            | 0,1 g                   |
| <b>Display</b>           | LCD, 20 mm                        |                         |
| <b>Unidade dos pesos</b> | g, kg, N, oz, lb, lb:oz           |                         |
| <b>Plataforma</b>        | 120 mm Ø                          | 170x140 mm <sup>2</sup> |
| <b>Dimensões</b>         | aprox. 202x224x54 mm <sup>3</sup> |                         |
| <b>Peso</b>              | aprox. 1 kg                       |                         |



#### Balança de precisão PCB 2000

Balança de precisão de preço acessível para pesagem, contagem de unidades, pesagens mais/menos, determinação de porcentagens, pesagem subterrânea. Com função PRE-TARE para armazenamento do peso de um recipiente de tara, função receita para adição dos valores de peso dos componentes da receita, unidade de peso livremente programável, protocolo GLP/ISO de dados de pesagem, ajuste de balança ect. com data, hora e número de identificação e função hold (função de pesagem de animais), em que um valor estável de pesagem é calculado por meio de formação de média.

Plataforma de pesagem de aço inox removível.

Faixa de pesagem: 2000 g

Precisão de leitura: 0,1 g

Ajuste: com peso externo

Plataforma de pesagem: 130x130 mm<sup>2</sup>

Tela: Tela LCD, 15 mm

Alimentação elétrica: Adaptador de rede ou pilha 9 V (não incluída)

Interface de dados: RS-232

Dimensões: aprox. 163x245x79 mm<sup>3</sup>

Peso: aprox. 1,4 kg

**P-1021079**



#### Balanças eletrônicas

Balança universal com estrutura robusta de plástico, com teclado em folha fácil de lavar. Funções do menu fáceis de manipular por meio de duas teclas. Display LCD de alta resolução e de leitura fácil, indicação de carga insuficiente e de sobrecarga, alimentação por baterias ou opcionalmente na rede elétrica. Desliga automaticamente após 5 minutos quando alimentada por bateria. As baterias estão incluídas no fornecimento.

#### Balança eletrônica 200 g

**P-1003433**

#### Balança eletrônica 5000 g

**P-1003434**

|                              | <b>P-1003433</b>                     | <b>P-1003434</b> |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| <b>Gama de pesagem:</b>      | 0 – 200,0 g                          | 0 – 5000 g       |
| <b>Leitura:</b>              | 0,1 g                                | 1 g              |
| <b>Unidade de peso:</b>      | g/ lb:oz                             |                  |
| <b>Área de tara:</b>         | subtrativo, em toda a área de pesada |                  |
| <b>Alimentação elétrica:</b> | 3 baterias AA alcalinas              |                  |
| <b>Dimensões:</b>            | aprox. 193x135x39 mm <sup>3</sup>    |                  |
| <b>Massa:</b>                | aprox. 470 g                         |                  |

# EQUIPAMENTO DE LABORATÓRIO

### Plataforma elevatória para laboratório

Mesa de altura ajustável de forma contínua pela mecânica tipo tesoura, para regular a elevação de aparelhos experimentais. Engatável através de parafusos de orelhas.



P-1002941



P-1002942

P-1002943

| Nº de cat. | Características | Carga máx. | Superfície da mesa      | Altura da mesa | Massa  |
|------------|-----------------|------------|-------------------------|----------------|--------|
| 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 |



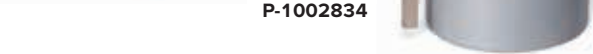
P-1018874



P-1001044



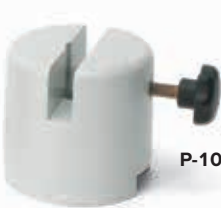
P-1002835



P-1002834



P-1001046



P-1001045

### Pé de apoio em H

Base estável para construções grandes e complexas com seis pontos para a recepção de varas de apoio de até 12 mm Ø.  
Superfície máx. de apoio: 550x280 mm<sup>2</sup>  
Massa: aprox. 1,7 kg

P-1018874

### Pé de apoio em A

Tripé nivelável com a mais alta estabilidade para a fixação de dois bastões de 4 a 15 mm.

| Nº de cat. | Comprimento lateral | Massa  |
|------------|---------------------|--------|
| P-1001044  | 195 mm              | 1,4 kg |
| P-1001043  | 270 mm              | 2,6 kg |

### Tripé

Tripé nivelável com a mais alta estabilidade para a fixação de dois bastões de até 16 mm Ø.

| Nº de cat. | Comprimento lateral | Massa  | Distância entre os bastões |
|------------|---------------------|--------|----------------------------|
| P-1002835  | 150 mm              | 1450 g | 95 mm                      |
| P-1002836  | 185 mm              | 1850 g | 135 mm                     |

### Base em tonel, 1 kg

Pé massivo para a recepção de varas de apoio de até 13 mm Ø. Feito de ferro fundido revestido por pulverização.

P-1002834

### Base em tonel

Pé massivo para a recepção de varas de apoio de até 12 mm Ø e placas quadradas de até 10 mm ou 12 mm de espessura. Feito de metal fundido laqueado.

| Nº de cat. | Massa  | Altura | Diâmetro |
|------------|--------|--------|----------|
| P-1001045  | 0,9 kg | 56 mm  | 64 mm    |
| P-1001046  | 0,5 kg | 47 mm  | 54 mm    |

#### **Manga dupla**

Manga dupla para a conexão de varas de até 16 mm Ø. Zinco fundido revestido por pulverização, 110 g. Parafusos de aço niquelado.

**P-1002827**

#### **Manga em cruz dupla**

Manga em cruz dupla para a conexão de varas de até 20 mm Ø. Zinco fundido revestido por pulverização, 130 g. Parafusos de aço niquelado.

**P-1002831**

#### **Manga com gancho**

Manga com gancho para a fixação em varas de até 16 mm Ø. Zinco fundido revestido por pulverização, 93 g. Parafusos de aço niquelado.

**P-1002828**

#### **Suporte fixador com manga**

Suporte fixador com manga para a fixação em varas de até 16 mm Ø. Zinco fundido revestido por pulverização, 190 g. Jacaré com cortiça.

Abertura: 20–40 mm

**P-1002829**

#### **Fixador universal**

Jacaré com cortiça. Zinco fundido sem laca, 180 g.

Abertura: 0–80 mm

**P-1002833**

#### **Manga dupla regulável**

Manga dupla com duas pinças giráveis em 360° uma contra da outra para a conexão de varas de até 16 mm Ø. Zinco fundido revestido por pulverização, 180 g. Parafusos de aço niquelado.

**P-1017870**

#### **Manga universal**

Manga universal para a conexão múltipla de varas de até 13 mm Ø e suporte de placas, escalas, etc. de até 13 mm de espessura. Liga de alumínio pulverizado, 135 g. Parafusos de latão niquelado com rosca pontiaguda.

**P-1002830**

#### **Fixador de mesa**

Fixador de mesa para fixar hastes de até 13 mm na vertical em mesas.

Liga de alumínio pulverizado, 350 g.

Abertura: 0–60 mm

**P-1002832**

**P-1002827**



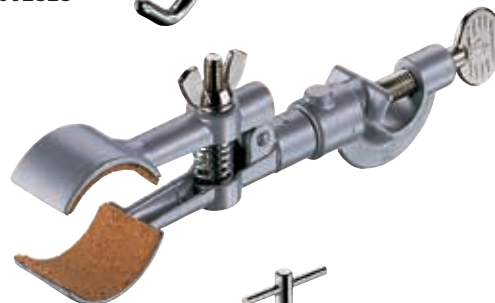
**P-1002831**



**P-1002828**



**P-1002829**



**P-1002833**



**P-1017870**

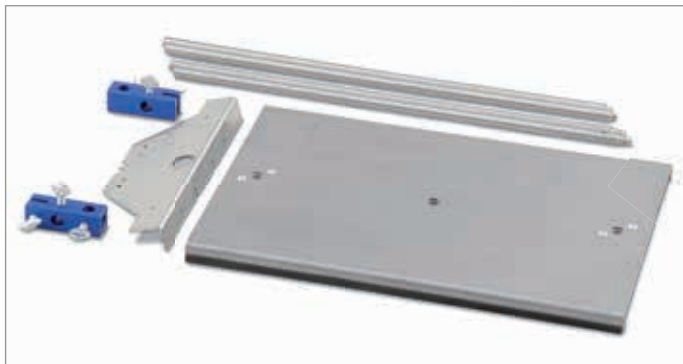


**P-1002830**



**P-1002832**





### Material de suporte “Oscilações mecânicas”

Material de apoio para montagens descomplicadas, claramente arranjadas e estáveis, por exemplo, para a análise de vibrações mecânicas e ondas com a utilização de sensores do sensores “Oscilações mecânicas” (P- 1012850 ou P- 1012851). Incluso placa base como base segura contra tombamento, para a acomodação de vara de apoio, duas mangas duplas e travessa. A travessa serve com suporte multifuncional entre as varas de apoio sobre a placa de base para montagens com

Placa base:                   aprox. 345x240x16 mm<sup>3</sup>  
 Varas de apoio:           aprox. 400 mm x 10 mm Ø

### Fornecimento:

- 1 Placa base SW
- 2 Varas de apoio com rosca exterior e interior
- 2 Varas de apoio com rosca exterior
- 2 Mangas dupla SW
- 1 Travessa SW

**P-1012849**

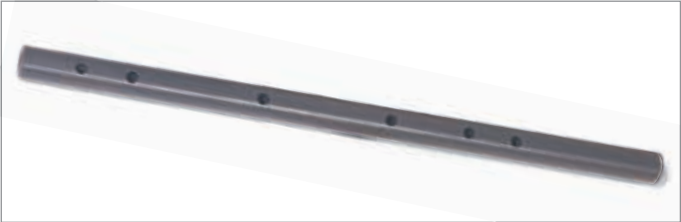
### Recomendação suplementar:

- P-1012848** Vara de apoio 280 mm
- P-1012847** Vara de apoio 400 mm

### Suporte de fotocélula

Suporte para uso com a fotocélula (P-1000563) com o aparelho de queda livre (P-1000738).

**P-1018448**



### Bastão suporte perfurado

Bastão de material plástico com seis orifícios laterais e um axial para a fixação das peças de montagem com conectores de 4 mm.

Comprimento:           250 mm  
 Diâmetro:               12 mm  
 Distância dos furos:   19 mm e 50 mm  
 Perfurações:           4 mm

**P-1002710**



### Varas de apoio

Varas de apoio fabricadas em aço inoxidável.

| Nº de cat.       | Lunghezza | Diametro |
|------------------|-----------|----------|
| <b>P-1002932</b> | 100 mm    | 12 mm    |
| <b>P-1002933</b> | 250 mm    | 12 mm    |
| <b>P-1002934</b> | 470 mm    | 12 mm    |
| <b>P-1002935</b> | 750 mm    | 12 mm    |
| <b>P-1002936</b> | 1000 mm   | 12 mm    |
| <b>P-1002937</b> | 1500 mm   | 12 mm    |
| <b>P-1012848</b> | 280 mm    | 10 mm    |
| <b>P-1012847</b> | 400 mm    | 10 mm    |

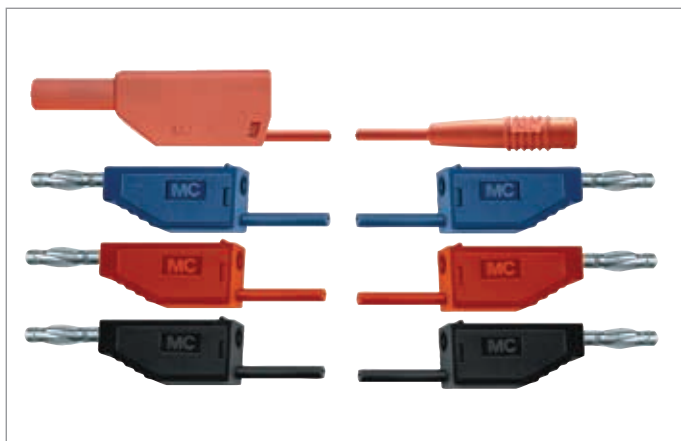


### Suporte para elementos de encaixe

Haste de suporte com conectores de 4 mm para fixação e conexão de componentes com dois conectores em 19 ou 50 mm de distância ou das tiras condutoras para Biot-Savart. Adequado tanto para conectores de lâminas de 4 mm quanto para conectores de segurança de 4 mm.

Corrente permanente máxima: 25 A  
 Diâmetro do cabo: 10 mm  
 Dimensões: aprox. 110x20x135 mm<sup>3</sup>  
 Peso: aprox. 120 g

**P-1018449**



#### Conjunto de cabos para experiências com tubos

Conjunto de 18 cabos de cobre em PVC altamente flexível para todas as conexões com tubos de elétrons da série D.

Diâmetro do condutor: 1 mm<sup>2</sup>

Corrente permanente máx.: 19 A

Conector/tomada: 4 mm (niquelado)

**P-1002847**

| Quantidade | Comprimento | Cor      | Conexão                     |
|------------|-------------|----------|-----------------------------|
| 3          | 75 cm       | Vermelha | Pino de segurança /conector |
| 4          | 75 cm       | Azul     | Pino/Pino                   |
| 2          | 75 cm       | Preta    | Pino/Pino                   |
| 2          | 50 cm       | Azul     | Pino/Pino                   |
| 5          | 25 cm       | Preta    | Pino/Pino                   |
| 2          | 25 cm       | Vermelha | Pino/Pino                   |

#### Cabo para experiências, conector/tomada

Cabos para experiências com conector de lamelas de 4 mm e tomada de 4 mm. 75 cm de comprimento, cor vermelha.

Diâmetro do condutor: 1 mm<sup>2</sup>

Corrente permanente máx.: 19 A

**P-1002838**

#### Cabo para experiências, conector de segurança/tomada

Cabos para experiências com conector de lamelas de segurança de 4 mm e tomada de 4 mm.

Diâmetro do condutor: 1 mm<sup>2</sup>

Corrente permanente máx.: 19 A

**P-1002839**

#### Conjunto de 10 pregadores 4 mm, sem isolamento

Jacaré sem isolamento com conector de 4 mm para a conexão em condutores de medição de 4 mm e em todos os conectores com molas de 4 mm encontrados no mercado. Possibilidade de conexão também com parafuso de fixação ou terminal de solda.

**P-1019219**

#### Par de cabos para experiências, 75 cm

Conjunto de 2 cabos de cobre em PVC altamente flexível, 75 cm de comprimento, em ambas extremidades conectores de lamelas de 4 mm conectáveis em cascada.

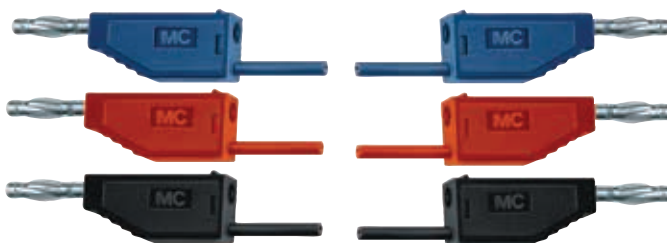
Diâmetro do condutor: 1 mm<sup>2</sup>

Tensão: baixas tensões

Corrente permanente máx.: 19 A

**P-1002850**

#### Para uma conexão confiável



#### Conjunto de cabos para experiências 75 cm

Conjunto de 15 cabos de cobre em PVC altamente flexível, 75 cm de comprimento, em ambas as extremidades conectores de lamelas de 4 mm conectáveis em cascada. Cada um com cinco cabos nas cores vermelho, preto e azul.

Tensão: pequenas tensões

Conector/tomada: niquelada

| Nº de cat.       | Diâmetro do condutor | Corrente permanente máx. |
|------------------|----------------------|--------------------------|
| <b>P-1002840</b> | 1 mm <sup>2</sup>    | 19 A                     |
| <b>P-1002841</b> | 2,5 mm <sup>2</sup>  | 32 A                     |



**P-1002838**



**P-1002839**



**P-1019219**



**P-1002850**



#### Conjunto de 6 pregadores de segurança de 4 mm

Jacaré de segurança (3x vermelha, 3x preto) isolado de todos os lados. Conectores de segurança de 4 mm em corpo isolado para a conexão em condutores de medição de segurança de 4 mm ou todos os conectores com molas de 4 mm.

**P-1019218**



#### Sortimento de fusíveis

Sortimento de fusíveis com 105 fusíveis rápidos com capacidade de comutação alta e 135 fusíveis retardados com capacidade de comutação baixa. Em caixa de sortimento.

Dimensões: 5 mm Ø x 20 mm  
Tensão nominal: 250 V

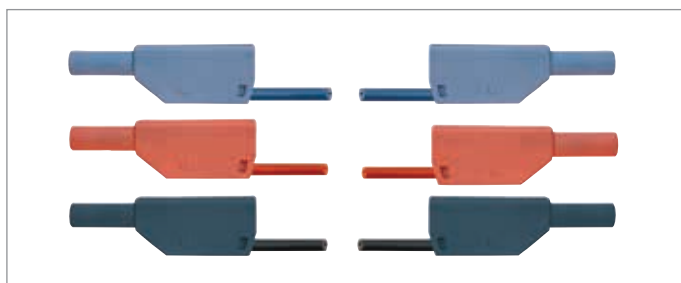
#### Tipo SP:

Material: Tubo de vidro  
Tempo de resposta: rápido  
Capacidade de comutação: 1000 A @ 250 V  
Sortimento: 1 A (15 peças); 3,15 A; 6,3 A; 10 A (30 peças cada)

#### Tipo FST:

Material: Tubo de cerâmica  
Tempo de resposta: retardado  
Capacidade de comutação: 35 A @ 250 V  
Sortimento: 0,5 A; 1 A; 1,25 A; 1,6 A; 2 A; 2,5 A; 3,15 A; 6,3 A; 10 A (15 peças cada)

**P-1012873**



#### Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm

Conjunto de 15 cabos de cobre em PVC altamente flexível, 75 cm de comprimento, em ambas extremidades conectores de lamelas de segurança de 4 mm conectáveis em cascata. Cada um com quatro cabos nas cores vermelho, preto e azul e cada um com um cabo nas cores verde, marrom e verde-amarelo.

Diâmetro do condutor: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Tensão: baixas tensões  
Corrente permanente máx.: 32 A

**P-1002843**

#### Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm (sem foto)

Linhas de cobre com PVC altamente flexível, 75 cm de comprimento, em ambas as extremidades, conector de lamelas de segurança de 4 mm em cascata.

Diâmetro do condutor: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Tensão: baixas tensões  
Corrente permanente máx.: 32 A

#### Par de cabos de experiência de segurança, 75 cm, preto

**P-1002849**

#### Par de cabos de experiência de segurança, 75 cm, vermelho

**P-1017716**

#### Par de cabos de experiência de segurança, 75 cm, azul, vermelho

**P-1017718**

#### Conjunto de 3 cabos de experiência de segurança, 75 cm, amarelo/verde, azul, preto

**P-1017719**

#### Conjunto de 3 cabos de segurança para experiências com o aparelho de queda-livre (sem foto)

Conjunto de 3 cabos de cobre em PVC altamente flexível para a conexão do aparelho de queda-livre (P-1000738), em ambas as extremidades conectores de lamelas de segurança de 4 mm conectáveis em cascata. Cada um com um cabo vermelho e preto, 75 cm de comprimento. Um cabo verde, 150 cm de comprimento.

Diâmetro do condutor: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Tensão: baixas tensões  
Corrente permanente máx.: 32 A

**P-1002848**



#### Par de cabos de alta tensão, 150 cm

Conjunto de 2 cabos de cobre em PVC altamente flexível, 150 cm de comprimento, com conectores de segurança de 4-mm nos dois extremos em capa de isolamento rígida. Cada cabo individual, vermelho e preto.

Diâmetro do condutor: 0,5 mm<sup>2</sup>  
Tensão: até 5 kV

**P-1002851**

## ► Para sinais de alta frequência

### Peças em T, BNC

Peças em T, BNC para a conexão de dois cabos HF em uma tomada BNC.

**P-1002752**



**P-1002752**

### Adaptador com plug BNC/tomadas de 4 mm

Acoplamento de plug BNC em tomadas de 4 mm com 19 mm de distância.

**P-1002750**

**P-1002749**



### Adaptador com tomada BNC/plug de 4 mm

Acoplamento da tomada BNC em plugs de 4 mm com 19 mm de distância.

**P-1002751**



**P-1002751**

### Conector de cabo BNC

Ambos os lados com tomadas BNC para a conexão de cabos com plug BNC.

**P-1002749**

**P-1002750**

### Cabo HF

Cabo blindado para a transmissão de capacidade e perdas fracas de sinais de alta frequência. Ambas as pontas com conector BNC.

Impedância: 50  $\Omega$

Comprimento: 1 m

**P-1002746**



**P-1002746**

### Adaptador conector macho BNC / casquillos de seguridad de 4 mm

Adaptador con conector macho BNC y casquillos de seguridad de 4 mm con 19 mm de distancia.

**P-1010181**



**P-1010181**



### Fiação de adaptador US

Condutor de adaptador para retificação dos sinais de saída de alta frequência da eletrônica de operação US par a medição com qualquer voltímetro DC. A eletrônica de operação US é parte do equipamento de experiências de alunos com ultrassom.

Entrada: conector BNC

Saída: dois conectores de 4 mm

Comprimento: 65 cm

Peso: aprox. 20 g

**P-1018750**



### Cabo HF, BNC / conector de 4 mm

Cabo blindado para a transmissão de capacidade e perdas fracas de sinais de alta frequência. Com conector BNC em uma extremidade e dois conectores de 4 mm na outra ponta.

Impedância: 50  $\Omega$

Comprimento: 1 m

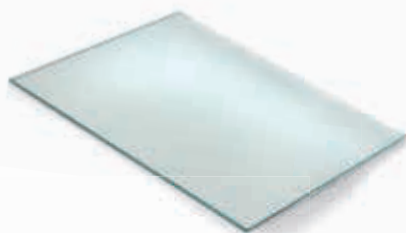
**P-1002748**

### Espelho plano

Espelho de vidro, arestas fresadas.

Dimensões: aprox. 170x130 mm<sup>2</sup>

**P-1003190**



**P-1002868**



**P-1002869**

### Vidros de relógio

Feitos de vidro soda, de paredes finas, bordas fresadas.

Diâmetro de 80 ou 120 mm.

| Nº de cat.       | Características                          |
|------------------|--|
| <b>P-1002868</b> | Conjunto de 10 vidros de relógio, 80 mm  |
| <b>P-1002869</b> | Conjunto de 10 vidros de relógio, 120 mm |



**P-1002873**

**P-1002872**

### Copos, 600 ml

Conjunto de 10 copos feitos de vidro borosilicato. Com escala, divisão de 100 ml e bico para verter.

| Nº de cat.       | Características                   |
|------------------|-----------------------------------|
| <b>P-1002872</b> | Conjunto de 10 copos, forma baixa |
| <b>P-1002873</b> | Conjunto de 10 copos, forma alta  |

### Recipiente para transbordar, transparente

Recipiente para transbordar, 275 ml. De acrílico transparente.

**P-1003518**



### Bureta DIN-B 10 ml Schellbach

Tubo de bureta com fita Schellbach e torneira lateral com tampa de vidro NS para medição de pequenas quantidades de líquido.

Volume: 10 ml

Escala: 0,02 ml

Margens de erro: Classe B

**P-1018065**



### Cilindro de medição, 250 ml

Cilindro graduado feito de vidro borosilicato, de forma alta com bico para verter, pé hexagonal.

Escala: 250 ml

Divisão: 2,5 ml

**P-1010114**



### Cilindro de pé

Cilindro não graduado de vidro Duran com pé redondo, borda lixada bruta, não graduado.

Altura: 300 mm

Diâmetro: 40 mm

**P-1002871**



### Cilindro de medição, 100 ml

Cilindro graduado feito de vidro Duran, de forma alta com bico para verter, pé hexagonal.

Escala: 100 ml

Divisão: 1 ml

**P-1002870**



### Cubeta, retangular, 80x30x80 mm<sup>3</sup>

Cubeta planoparalela de acrílico com superfície óptica de alto polimento para a pesquisa dos percursos de jatos de líquidos.

Dimensões: 80x30x80 mm<sup>3</sup>

**P-1003534**



### Bacia de matéria plástica (sem foto)

Bacia transparente de matéria plástica.

Dimensões: 170x130x85 mm<sup>3</sup>

**P-4000036**

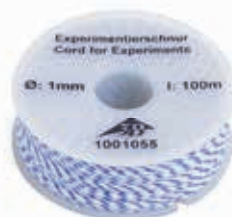
### Mangueira de silicone

Silicone transparente, 1 m de comprimento.

Diâmetro interior: 6 mm

Espessura: 2 mm

**P-1002622**



### Corda para experiências

Cordão de cânhamo trançado em rolo. De numerosas utilidades, por exemplo, para a montagem de uma polia em associação com as roldanas P-1003216 a P-1003223 ou com um pêndulo com esfera P-1003230.

Comprimento: 100 m

Diâmetro: 1 mm

Capacidade de carga: 50 N

**P-1001055**



**P-1002620**



**P-1002619**



**P-1012830**



**P-1012831**

### Granulado

Granulado utilizável para o preenchimento de calorímetros.

| Nº de cat.       | Comprimento | Diâmetro interno | Espessura das paredes | Temperatura de trabalho |
|------------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>P-1012831</b> | 1 m         | 4 mm             | 4 mm                  | -30° – + 85°            |
| <b>P-1012830</b> | 1 m         | 6 mm             | 4 mm                  | -30° – + 85°            |
| <b>P-1002619</b> | 1 m         | 8 mm             | 5 mm                  | -30° – + 85°            |
| <b>P-1002620</b> | 1 m         | 10 mm            | 5 mm                  | -30° – + 85°            |

### Mangueiras de vácuo

Mangueiras de vácuo de borracha natural conformes à DIN 12865. Cor vermelha.



**Grânulos de alumínio, 100 g**  
**P-1000832**



**Grânulos de cobre, 200 g**  
**P-1000833**



**Grânulos de vidros, 100 g**  
**P-1000834**



### Cordon, 100 m

Cordon de 100 m de long en chanvre, noir, sur bobine.

**P-1007112**



### Corante alimentício azul

Corante em pó em garrafa para o preparo de 30 ml de solução corante para a coloração de água em experiências de demonstração. Uma gota da solução basta para a coloração de 50 ml de água.

**P-1000793**



### Glicerina

250 ml de glicerina em solução aquosa para experiências com viscosidade. Em garrafa de vidro

Concentração: 85%

**P-1000702**

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| “Fundamentos do coletor solar”, conjunto                  | P-1000839  | 120       |
| “Pêndulo de fio”, conjunto complementar                   | P-1012854  | 78...79   |
| “Pêndulo de Wilberforce”, conjunto complementar           | P-1012844  | 78...79   |
| Pêndulo físico”, conjunto complementar                    | P-1012853  | 78...79   |
| €Lab  | P-1021478  | 41        |
| €Motion   | P-1021673  | 41        |
| 3B Sistema de elementos para encaixe                      |            | 206       |
| 3B Student Kit  |            | 6         |
| – A –   |            |           |
| AC-Amperímetro  | P-1002788  | 280       |
| Aceleração uniforme                                       |            | 69        |
| Acelerômetro 25 x g                                       | P-1021675  | 43        |
| Acelerômetro 5 x g  | P-1021674  | 43        |
| Acessório de eletroímã para efeito Zeeman                 | P-1021365  | 252...253 |
| Acessório para ondas em cordas                            | P-1008540  | 100       |
| Acessórios célula combustível                             | P-1021790  | 36        |
| Acessórios de cristalografia                              | P-1000666  | 258b      |
| Acessórios de radiografia                                 | P-1000667  | 258b      |
| Acessórios para a teoria cinética dos gases               | P-1000704  | 139       |
| Acessórios para o giroscópio                              | P-1000698  | 74        |
| Acessórios para oscilações de molas                       | P-1000703  | 100       |
| Acionamento a motor Debye-Scherrer (230 V, 50/60 Hz)      | P-1019216  | 258b      |
| Acumulador de carga com separador de carga piezelétrica   | P-1009963  | 191       |
| AC-Voltímetro   | P-1002789  | 280       |
| Adaptador com plug BNC/tomadas de segurança de 4 mm       | P-1010181  | 301       |
| Adaptador de proteção, 2 pólos                            | P-1009961  | 236       |
| Adaptador de proteção, 3 pólos                            | P-1009960  | 236       |
| Adaptador para plug BNC/tomadas de 4 mm                   | P-1002750  | 301       |
| Adaptador para tomada BNC/plug de 4 mm                    | P-1002751  | 301       |
| Aerodinâmica  |            | 94        |
| Agitador magnético de 12L (230 V, 50/60 Hz)               | P-1011739  | 289       |
| Agulha magnética de Oersted                               | P-1009710  | 215       |
| Agulha magnética, 80 mm                                   | P-1000674  | 217       |
| Alcoolômetro  | P-1002875  | 84        |
| Alto-falante de banda larga                               | P-1000812  | 111       |
| Alto-falante para câmara de pressão                       | P-1000811  | 111       |
| Amostra de cobre para efeito Hall                         | P-1018751  | 266       |
| Amostra de tomografia computadorizada                     | P-1017784  | 119       |
| Amostra de zinco para efeito Hall                         | P-1018752  | 266       |
| Amstras fluorescentes, conjunto                           | P-1012868  | 258h      |
| Amplificador biológico (115 V, 50/60 Hz)                  | P-1020600  | 267...269 |
| Amplificador biológico (230 V, 50/60 Hz)                  | P-1020599  | 267...269 |
| Amplificador de medição S                                 | P-1001028  | 287       |
| Amplificador de medição U (115 V, 50/60 Hz)               | P-1020744  | 266, 287  |
| Amplificador de medição U (230 V, 50/60 Hz)               | P-1020742  | 266, 287  |
| Amplificador de operação LM 741, P4W50                    | P-1012981  | 208       |
| Amplificadores  |            | 287       |
| Anéis de Newton   |            | 160       |
| Anel adaptador Moticom                                    | P-1021536  | 247       |
| Anel condutor sobre base de acrílico                      | P-1000927  | 219       |
| Anel de centragem externa DN 10/16 KF                     | P-1002931  | 93        |
| Anel de metal   | P-1000992  | 229       |
| Anel de tensão DN 10/16 KF                                | P-1002930  | 93        |
| Anel para a tensão de superfície                          | P-1000797  | 88        |
| Anemômetro digital de bolso                               | P-1010250  | 122       |
| Anexo de polarização                                      | P-1021364  | 252...253 |
| Anomalia da água, aparelho para a                         | P-1002889  | 132       |
| Aparelhagem de medição módulo de elasticidade             | P-1018527  | 89        |
| Aparelho básico para efeito Hall                          | P-1009934  | 264...265 |
| Aparelho Boyle-Marlotte                                   | P-1017366  | 140       |
| Aparelho de carga e descarga                              |            | 210       |
| Aparelho de carga e descarga (115 V, 50/60 Hz)            | P-1017780  | 210       |
| Aparelho de carga e descarga (230 V, 50/60 Hz)            | P-1017781  | 210       |
| Aparelho de dilatação do comprimento com três indicadores | P-1000830  | 131       |
| Aparelho de dilatação do comprimento D                    | P-1002977  | 131       |
| Aparelho de dilatação do comprimento S                    | P-1002978  | 131       |
| Aparelho de estímulos para experiências com minhocas      | P-1020603  | 267...269 |
| Aparelho de expansão de gás                               | P-1003511  | 132       |
| Aparelho de flutuação                                     | P-1000791  | 83        |
| Aparelho de flux térmica                                  | P-1002903  | 133       |
| Aparelho de flux térmica S                                | P-1003512  | 133       |
| Aparelho de força Lorentz                                 | P-1003251  | 222       |
| Aparelho de indução                                       | P-1000968  | 224       |
| Aparelho de lançamento                                    | P-1002654  | 70        |
| Aparelho de lançamento S                                  | P-1000740  | 71        |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| Aparelho de linhas de campo magnético, bidimensional          | P-1003092  | 218       |
| Aparelho de linhas de campo magnético, tridimensional         | P-1009765  | 218       |
| Aparelho de linhas de corrente de ar                          | P-1000765  | 95        |
| Aparelho de Millikan (115 V, 50/60 Hz)                        | P-1018882  | 247       |
| Aparelho de Millikan (230 V, 50/60 Hz)                        | P-1018884  | 247       |
| Aparelho de operação do tubo de raios de feixe estreito       | P-1009948  | 245       |
| Aparelho de queda livre                                       | P-1000738  | 69        |
| Aparelho de raio X  |            | 258a-h    |
| Aparelho de raios X (115 V, 50/60 Hz)                         | P-1000660  | 258a      |
| Aparelho de raios X (230 V, 50/60 Hz)                         | P-1000657  | 258a      |
| Aparelho de reflexão total sobre haste                        | P-1000857  | 157       |
| Aparelho de resistência                                       | P-1009949  | 200       |
| Aparelho de rotação   | P-1006785  | 73        |
| Aparelho de tomografia computadorizada                        | P-1017782  | 119       |
| Aparelho de torsão  | P-1018550  | 89        |
| Aparelho de ultra-som Doppler                                 | P-1002571  | 117       |
| Aparelho didático para acústica                               | P-1000816  | 13        |
| Aparelho digital de medição de energia                        | P-1002802  | 285       |
| Aparelho medidor de atrito                                    | P-1009942  | 60        |
| Aparelho para a condução de calor                             | P-1003383  | 133       |
| Aparelho para a estabilidade                                  | P-1002950  | 59        |
| Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (115 V, 50/60 Hz) | P-1012818  | 254...255 |
| Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (230 V, 50/60 Hz) | P-1012819  | 254...255 |
| Aparelho para a Lei de Lenz                                   | P-1009959  | 227       |
| Aparelho para medir a pressão sobre o solo                    | P-1002957  | 86        |
| Aparelho para mistura de cores                                | P-1021719  | 171       |
| Aparelho para o efeito capilar                                | P-1003510  | 87        |
| Aparelho para o equivalente térmico                           | P-1002658  | 128       |
| Aparelhos de rede   |            | 270       |
| Aparelhos manuais analógicos de medição                       |            | 280       |
| Aparelhos manuais digitais de medição                         |            | 282       |
| Apito   | P-1009924  | 110       |
| Aquecedor de imersão de 300 W (230 V, 50/60 Hz)               | P-1003566  | 289       |
| Aquecedor de imersão, 12V                                     | P-1003258  | 129       |
| Areômetro universal   | P-1002876  | 84        |
| Areômetros para a densidade, conjunto de 3                    | P-1003012  | 84        |
| Armação da lâmpada sobre vara de apoio                        | P-1003197  | 176       |
| Armário de aço para preparações radiativas                    | P-1000920  | 261       |
| Articulação giratória para o banco óptico D                   | P-1002632  | 155       |
| Assessórios para o eletrômetro                                | P-1006813  | 192       |
| – B –   |            |           |
| Bacia de matéria plástica                                     | P-4000036  | 132, 302  |
| Bacia de ondas PM02   | P-1017591  | 98        |
| Balança de análise AES200 (230 V, 50/60 Hz)                   | P-1018347  | 294       |
| Balança de componentes  | P-1000761  | 94        |
| Balança de inércia  | P-1003235  | 77        |
| Balança de laboratório 311                                    | P-1003421  | 294       |
| Balança de laboratório 610                                    | P-1003419  | 294       |
| Balança de precisão PCB 2000                                  | P-1021079  | 295       |
| Balança de pressão  | P-1002653  | 86        |
| Balança de Roberval Harvard Junior                            | P-1012872  | 57        |
| Balança de sustentação  | P-1003169  | 91        |
| Balança de torção de Cavendish                                | P-1003337  | 58        |
| Balança de travessão com ponte metálica                       | P-1021824  | 57, 83    |
| Balança eletrônica 200 g                                      | P-1003433  | 295       |
| Balança eletrônica 500g                                       | P-1003434  | 295       |
| Balança eletrônica Scout SKX 420 g                            | P-1020859  | 295       |
| Balança eletrônica Scout SKX 620 g                            | P-1020860  | 295       |
| Balanças de laboratório                                       |            | 294       |
| Balões aerostáticos, set di 100                               | P-1010125  | 90        |
| Banco óptico de precisão D, 100 cm                            | P-1002628  | 154       |
| Banco óptico de precisão D, 200 cm                            | P-1002629  | 154       |
| Banco óptico de precisão D, 50 cm                             | P-1002630  | 154       |
| Banco óptico K, 1000 mm                                       | P-1009696  | 150...151 |
| Banco óptico K, 2000 mm                                       | P-1009699  | 150...151 |
| Banco óptico K, 500 mm  | P-1009926  | 150...151 |
| Banco óptico KL   | P-1008642  | 184...187 |
| Banco óptico N  | P-4003987  | 152       |
| Banco óptico U, 1200 mm                                       | P-1003039  | 153       |
| Banco óptico U, 600 mm  | P-1003040  | 153       |
| Banho e termostato de circulação (115 V; 50/60 Hz)            | P-1008653  | 139       |
| Banho e termostato de circulação (230 V; 50/60 Hz)            | P-1008654  | 139       |
| Barreira luminosa   | P-1000563  | 42, 51    |
| Base em tonel 1000 g  | P-1002834  | 296       |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    | Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|--|------------|-----------|
| Base em tonel, 500 g  | P-1001046  | 296       | Cabos de segurança para experiências, 75 cm preto, par de            | P-1002849  | 300       |
| Base em tonel, 900 g  | P-1001045  | 296       | Cabos de segurança para experiências, 75 cm, conjunto de 15          | P-1002843  | 300       |
| Base giratória para cubos de Leslie                             | P-1017875  | 134       | Cabos de segurança para experiências, 75cm vermelho / azul, par de   | P-1017718  | 300       |
| Bases para o banco óptico D, conjunto                           | P-1012399  | 155       | Cabos de segurança para experiências, 75cm vermelho, par de          | P-1017716  | 300       |
| Bastão suporte perfurado  | P-1002710  | 298       | Cabos de segurança para o aparelho de queda-livre, conjunto de 3     | P-1002848  | 300       |
| Bastões de fricção  | P-1002709  | 192       | Cabos para experiências  | P-1002847  | 299       |
| Bi-prisma segundo Fresnel                                       | P-1008652  | 167       | Cabos para experiências com tubos, conjunto de                       | P-1002840  | 299       |
| Bloco para acomodação   | P-1003034  | 159       | Cabos para experiências, 75 cm, 1 mm <sup>2</sup> , conjunto de 15   | P-1002841  | 299       |
| Blocos de madeira para experiências com fricção                 | P-1002944  | 60        | Cabos para experiências, 75 cm, 2,5 mm <sup>2</sup> , conjunto de 15 | P-1002850  | 299       |
| Bobina 10 mH, P2W19   | P-1012983  | 207       | Cadernal com 2 roldanas  | P-1003222  | 62        |
| Bobina com 600 espiras sobre 3B-Box                             | P-1011346  | 198...199 | Cadernal com 3 roldanas  | P-1003223  | 62        |
| Bobina com mudança na espessura de enrolamento                  | P-1000965  | 220       | Caixa de armazenamento   | P-1003571  | 150...151 |
| Bobina D com 1200 espiras                                       | P-1000989  | 228       | Caixa de impulso K   | P-1017341  | 106       |
| Bobina D com 600 espiras  | P-1000988  | 228       | Caixa de interruptores   | P-1019301  | 65        |
| Bobina D com 6000 espiras                                       | P-1000990  | 228       | Caixa de luz P   | P-1018471  | 35        |
| Bobina D, 900 espiras   | P-1012859  | 229       | Caixa de microfone (115 V, 50/60 Hz)                                 | P-1014521  | 106       |
| Bobina de alta corrente com 5 espiras                           | P-1000981  | 229       | Caixa de microfone (230 V, 50/60 Hz)                                 | P-1014520  | 106       |
| Bobina de alta corrente S                                       | P-1000999  | 230       | Caixa de pressão para a determinação do peso do ar                   | P-1000796  | 85        |
| Bobina de alta tensão D inclui 2 elétrodos em chifre            | P-1000991  | 228       | Calibrador digital, 150 mm   | P-1002602  | 52        |
| Bobina de baixas tensões D                                      | P-1000985  | 228       | Calibrador S   | P-1010217  | 52        |
| Bobina de campo 100 mm  | P-1000591  | 220       | Calibrador, 150 mm   | P-1002601  | 52        |
| Bobina de campo 120 mm  | P-1000592  | 220       | Calor  | P-1000823  | 124       |
| Bobina de corrente alta D para ensaio de derretimento de pregos | P-1000984  | 228       | Calorímetro 200 ml   | P-1000823  | 128       |
| Bobina de indutância  | P-1003194  | 226       | Calorímetro com bobina de aquecimento, para tomada, 1200 ml          | P-1021155  | 129       |
| Bobina de magnetização  | P-1003237  | 220       | Calorímetro com espiral de aquecimento, 150 ml                       | P-1000822  | 129       |
| Bobina de rede D com cabo de conexão (115 V, 50/60 Hz)          | P-1000986  | 228       | Calorímetro de alumínio  | P-1017897  | 128       |
| Bobina de rede D com cabo de conexão (230 V, 50/60 Hz)          | P-1000987  | 228       | Calorímetro de cobre   | P-1002659  | 128       |
| Bobina espiral sobre base de acrílico                           | P-1000928  | 219       | Calorímetros   | P-1000668  | 258h      |
| Bobina HF 33 mH, P2W19  | P-1012984  | 207       | Câmara de ionização  | P-1020601  | 267...269 |
| Bobina plana e quadro giratório                                 | P-1013131  | 225       | Câmara de medição para experiências com minhocas                     | P-1020809  | 91        |
| Bobina S com 1200 espiras                                       | P-1001002  | 230       | Câmara de vácuo  | P-1010126  | 90        |
| Bobina S com 2400 espiras                                       | P-1001003  | 230       | Câmara de vácuo com bomba manual                                     | P-1000921  | 260       |
| Bobina S com 600 espiras  | P-1001000  | 230       | Câmera digital HUE HD Pro  | P-1021167  | 293       |
| Bobina S com 800 espiras  | P-1001001  | 230       | Câmera digital Moticam2  | P-1021164  | 292       |
| Bobina suplementar  | P-1000645  | 236       | Câmera digital para microscópio, 2 Mpixel                            | P-1021376  | 293       |
| Bobina suplementar para o transformador Tesla                   | P-1000967  | 231       | Câmera térmica   | P-1020908  | 127       |
| Bobinas de Helmholtz 300 mm                                     | P-1000906  | 225       | Câmeras de vídeo   | P-1003170  | 292       |
| Bobinas de Helmholtz D, par de                                  | P-1000644  | 236       | Campainha elétrica   | P-1003170  | 91        |
| Bobinas de Helmholtz S, par de                                  | P-1000611  | 241       | Campo magnético  | P-1000980  | 229       |
| Bobinas de Helmholtz sobre placa base, par de                   | P-1003193  | 220       | Campo magnético  | P-1000807  | 99        |
| Bobinas de indução, conjunto de 3                               | P-1000590  | 226       | Canal de derretimento  | P-1012953  | 206       |
| Bobinas planas, par de  | P-1000942  | 218       | Canal para ondas na água   | P-1012945  | 206       |
| Bola em uma tigela  | P-1017332  | 68        | Capacitor 0,1 µF, 100 V, P2W19                                       | P-1012954  | 206       |
| Bolas de aço, conjunto de 6                                     | P-1002939  | 68        | Capacitor 0,22 µF, 250 V, P2W19                                      | P-1012954  | 206       |
| Bomba centrífuga  | P-1002575  | 118       | Capacitor 0,47 µF, 100 V, P2W19                                      | P-1012955  | 206       |
| Bomba de calor D (115 V, 50/60 Hz)                              | P-1000819  | 144       | Capacitor 1 µF, 100 V, P2W19   | P-1012949  | 206       |
| Bomba de calor D (230 V, 50/60 Hz)                              | P-1000820  | 144       | Capacitor 1 nF, 100 V, P2W19   | P-1012957  | 206       |
| Bomba de distribuição rotativa PK 4 D (230 V, 50/60 Hz)         | P-1002919  | 93        | Capacitor 10 µF, 35 V, P2W19   | P-1012952  | 206       |
| Bomba de gelo   | P-1000828  | 130       | Capacitor 10 nF, 100 V, P2W19  | P-1012959  | 206       |
| Bomba de vácuo de palheta rotatória, dois níveis                | P-1003317  | 92        | Capacitor 100 µF, 35 V, P2W19  | P-1012947  | 206       |
| Bomba de vácuo de palheta rotatória, um nível                   | P-1012855  | 92        | Capacitor 100 pF, 160 V, P2W19                                       | P-1017806  | 206       |
| Bomba de vácuo de pistão  | P-1000798  | 92        | Capacitor 1000 µF, 35 V, P2W19                                       | P-1012956  | 206       |
| Bomba manual de vácuo   | P-1012856  | 92        | Capacitor 2,2 µF, 63 V, P2W19  | P-1012950  | 206       |
| Bomba térmica Peltier   | P-1020769  | 145       | Capacitor 2,2 nF, 160 V, P2W19                                       | P-1012943  | 206       |
| Bombas de vácuo com conexão KF                                  | P-1000699  | 93        | Capacitor 22 nF, 100 V, P2W19  | P-1000689  | 200       |
| Bombas de vácuo com conexão para mangueira                      | P-1002746  | 301       | Capacitor 2200 µF  | P-1012946  | 206       |
| Braço de alavanca   | P-1008539  | 62        | Capacitor 4,7 µF, 63 V, P2W19  | P-1012951  | 206       |
| Braço de alavanca adicional                                     | P-1000699  | 59        | Capacitor 4,7 nF, 100 V, P2W19                                       | P-1012958  | 206       |
| Braço de extensão D   | P-1002646  | 155       | Capacitor 47 µF, 35 V, P2W19   | P-1012944  | 206       |
| Bragg Driver  | P-1012871  | 258d...e  | Capacitor 47 nF, 100 V, P2W19  | P-1012960  | 206       |
| Bureta DIN-B 10 ml Schellbach                                   | P-1018065  | 193, 302  | Capacitor 470 µF, 16 V, P2W19  | P-1012948  | 206       |
| Bússola   | P-1003093  | 217       | Capacitor 470 pF, 160 V, P2W19                                       | P-1006798  | 195       |
| Bússolas de desenho, jogo de 10                                 | P-1003095  | 217       | Capacitor de placas D  | P-1003232  | 195       |
| <b>- C -</b>  |            |           | Capacitor de placas S  | P-1017879  | 184       |
| Cabo de conexão com 2 hastes metálicas                          | P-1017344  | 106       | Cartão detector de infravermelho                                     | P-1021628  | 67        |
| Cabo de conexão miniDIN8 – BT                                   | P-1021688  | 48        | Cartucho de tinta preta  | P-1021630  | 67        |
| Cabo de extensão analógico BT-BT                                | P-1021500  | 49        | Cartucho de tinta vermelha   | P-1002644  | 154       |
| Cabo de ligação para eletrocardiograma                          | P-1020605  | 267...269 | Cavelete de deslocamento D   | P-1012467  | 154       |
| Cabo de sensor  | P-1021514  | 48        | Cavelete inclinável D  | P-1002637  | 154       |
| Cabo HF   | P-1002746  | 301       | Cavelete óptico D, 120/50  |            |           |
| Cabo HF, BNC / conector de 4 mm                                 | P-1002748  | 301       |  |            |           |
| Cabo para experiências, conector de segurança/tomada            | P-1002839  | 299       |  |            |           |
| Cabo para experiências, conector/tomada                         | P-1002838  | 299       |  |            |           |
| Cabos adapt. conector 4-mm/2-mm, par de                         | P-1017899  | 128       |  |            |           |
| Cabos de alta tensão, 150 cm, par de                            | P-1002851  | 300       |  |            |           |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| Cavelete óptico D, 60/36  | P-1002639  | 154       |
| Cavelete óptico D, 60/50  | P-1012400  | 154       |
| Cavelete óptico D, 90/36  | P-1012401  | 154       |
| Cavelete óptico D, 90/50  | P-1002635  | 154       |
| Cavelete óptico K   | P-1000862  | 150...151 |
| Cavelete óptico U, 35 mm  | P-1003042  | 153       |
| Cavelete óptico U, 75 mm  | P-1003041  | 153       |
| Célula de Pockels sobre cabo  | P-1013393  | 174       |
| Célula fotoelétrica evacuada  | P-1000915  | 251       |
| Célula fotoelétrica preenchida de gás                                 | P-1000916  | 251       |
| Célula semicircular   | P-1003191  | 149       |
| Células combustíveis  |            | 121       |
| Ciclos  |            | 141       |
| Cilindro de calorímetro, Aço  | P-1003257  | 129       |
| Cilindro de calorímetro, Alumínio                                     | P-1003254  | 129       |
| Cilindro de calorímetro, Cobre  | P-1003256  | 129       |
| Cilindro de calorímetro, Latão  | P-1003255  | 129       |
| Cilindro de medição, 100 ml   | P-1002870  | 302       |
| Cilindro de medição, 250 ml   | P-1010114  | 302       |
| Cilindro de pé  | P-1002871  | 302       |
| Cilindros de calorímetro, conjunto de 4                               | P-1003253  | 129       |
| Cilindros, de mesma massa, jogo de 3                                  | P-1000754  | 84        |
| Cilindros, de mesma volume, jogo de 3                                 | P-1000752  | 84        |
| Cilindros, kit de 3   | P-1002588  | 115       |
| Circuito elétrico   |            | 196       |
| Clima   |            | 122       |
| Clipe para termômetro   | P-1003528  | 124       |
| Coach 7, licença escolar 5 anos                                       | P-1021522  | 37        |
| Coach 7, licença única 5 anos   | P-1021518  | 37        |
| Coach 7, licença universitária 5 anos                                 | P-1021524  | 37        |
| Colher de carga, grande   | P-1002708  | 192       |
| Colher de carga, pequena  | P-1002707  | 192       |
| Coluna térmica segundo Moll   | P-1000824  | 134       |
| Componentes ópticos, conjunto   | P-1002993  | 149       |
| Comunicação por laser, conjunto                                       | P-1003055  | 189       |
| Comutador bipolar   | P-1018439  | 197       |
| Comutador de pressão (NC) um pólo, P2W19                              | P-1012989  | 207       |
| Comutador de pressão (NO) um pólo, P2W19                              | P-1012988  | 207       |
| Comutador sobre 3B-Box  | P-1010139  | 198...199 |
| Comutador, dois pólos, P4W50  | P-1012991  | 208       |
| Comutador, um pólo, P4W50   | P-1012993  | 208       |
| Condução de calor   |            | 136       |
| Condutor em campo magnético   |            | 222       |
| Condutor reto sobre base de acrílico                                  | P-1000926  | 219       |
| Condutores e não-condutores, jogo de                                  | P-1000948  | 197       |
| Conector de cabo BNC  | P-1002749  | 301       |
| Configurações de carbono, conjunto de 3                               | P-1012836  | 248       |
| Conjunto básico Bragg   | P-1008508  | 258c      |
| Conjunto básico discos de jato de tinta                               | P-1021624  | 67        |
| Conjunto básico para óptica de Kröncke (115 V, 50/60 Hz)              | P-1009931  | 32        |
| Conjunto básico para óptica de Kröncke (230 V, 50/60 Hz)              | P-1009932  | 32        |
| Conjunto complementar "Espectrometria"                                | P-1008675  | 188       |
| Conjunto complementar motor de Stirling D                             | P-1008516  | 142       |
| Conjunto complementar para ESR  | P-1000640  | 262...263 |
| Conjunto complementar para interferência                              | P-1009700  | 33        |
| Conjunto complementar para NMR  | P-1000642  | 262...263 |
| Conjunto complementar para o sistema rotativo de apoio pneumático     | P-1000783  | 72        |
| Conjunto complementar para polarização                                | P-1009701  | 33        |
| Conjunto de 100 cubetas, 4 ml   | P-1018106  | 181       |
| Conjunto de 12 materiais cada um com 4 massas                         | P-1003500  | 85        |
| Conjunto de 15 materiais com 2 densidades                             | P-1003501  | 85        |
| Conjunto de 2 materiais cada um com 4 massas                          | P-1003499  | 85        |
| Conjunto de 4 cabos de sensor   | P-1021515  | 48        |
| Conjunto de acessórios para o efeito de Faraday                       | P-1012861  | 173       |
| Conjunto de aparelhos "Audição espacial"                              | P-1018551  | 107       |
| Conjunto de aparelhos "Propagação do som em hastes" (115 V, 50/60 Hz) | P-1018468  | 107       |
| Conjunto de aparelhos "Propagação do som em hastes" (230 V, 50/60 Hz) | P-1018469  | 107       |
| Conjunto de aparelhos balança elétrica                                | P-1021822  | 222       |
| Conjunto de aparelhos complementares para o interferômetro            | P-1002652  | 183       |
| Conjunto de aparelhos condução de calor                               | P-1017329  | 136       |
| Conjunto de aparelhos conversor de ultra-som de 40 kHz                | P-1009888  | 111       |
| Conjunto de aparelhos para a condutibilidade térmica                  | P-1003497  | 133       |
| Conjunto de aparelhos para eletrostática                              | P-1021369  | 190       |
| Conjunto de aparelhos para óptica dos condutores de luz               | P-1003054  | 189       |

| Descrição   | Nº de cat. | Página  |
|---|------------|---------|
| Conjunto de aparelhos simulador de braço                    | P-1012880  | 118     |
| Conjunto de extensão do aparelho de torsão                  | P-1018787  | 89      |
| Conjunto de extensão módulo de elasticidade                 | P-1018528  | 89      |
| Conjunto de jogos "Campainha, comutador relê e bimetalico"  | P-1000994  | 204     |
| Conjunto de juntas  | P-1002672  | 139     |
| Conjunto de montagem de moléculas                           |            | 248     |
| Conjunto de montagem de moléculas anorgânicas / orgânicas D | P-1005279  | 248     |
| Conjunto de montagem de moléculas anorgânicas / orgânicas S | P-1005291  | 249     |
| Conjunto de montagem de moléculas orgânicas D               | P-1005278  | 249     |
| Conjunto de montagem de moléculas orgânicas S               | P-1005290  | 248     |
| Conjunto de papel de registro                               | P-1021626  | 67      |
| Conjunto de quatro condutores para Biot-Savart              | P-1018478  | 221     |
| Conjunto didático para vácuo                                | P-1003494  | 34      |
| Conjunto didático para velocidade constante, 3 tubos        | P-1003502  | 34      |
| Conjunto didático para velocidade constante, 4 tubos        | P-1018624  | 34      |
| Conjuntos de aparelhos                                      |            | 188     |
| Constante de Planck, aparelho (115 V, 50/60 Hz)             | P-1000536  | 250     |
| Constante de Planck, aparelho (230 V, 50/60 Hz)             | P-1000537  | 250     |
| Contador de cargas com bateria                              | P-1017734  | 31      |
| Contador de microssegundos (115 V, 50/60 Hz)                | P-1017334  | 106     |
| Contador de microssegundos (230 V, 50/60 Hz)                | P-1017333  | 106     |
| Contador de milissegundos (115 V, 50/60 Hz)                 | P-1012833  | 286     |
| Contador de milissegundos (230 V, 50/60 Hz)                 | P-1012832  | 286     |
| Contador digital (115 V, 50/60 Hz)                          | P-1001032  | 51, 259 |
| Contador digital (230 V, 50/60 Hz)                          | P-1001033  | 51, 259 |
| Contador Geiger   | P-1002722  | 29, 259 |
| Contador Geiger-Müller T                                    | P-1000661  | 258c    |
| Contadores digitais   |            | 286     |
| Controlador de aparelho de tomografia computadorizada       | P-1017783  | 119     |
| Copo de Arquimedes  | P-1021647  | 83      |
| Copo de Faraday   | P-1000972  | 192     |
| Copos, forma alta, conjunto de 10                           | P-1002873  | 302     |
| Copos, forma baixa, conjunto de 10                          | P-1002872  | 302     |
| Corante alimentício azul                                    | P-1000793  | 87, 303 |
| Corda para experiências                                     | P-1001055  | 303     |
| Corda, 100 m  | P-1007112  | 63, 303 |
| Cordas de monócordio, kit com 3                             | P-1002960  | 110     |
| Corpo de acrílico com perfurações                           | P-1002589  | 115     |
| Corpo de imersão Al 100 cm <sup>3</sup>                     | P-1002953  | 84      |
| Corpo de imersão Al 50 cm <sup>3</sup>                      | P-1002952  | 84      |
| Corpo de imersão Fe 100 cm <sup>3</sup>                     | P-1002955  | 84      |
| Corpo de imersão Fe 50 cm <sup>3</sup>                      | P-1002954  | 84      |
| Corpo em semi-círculo r, f = +200 mm                        | P-1002989  | 146     |
| Corpo para experiências de atrito                           | P-4003876  | 60      |
| Corpos de amostra para o eixo de torção, conjunto           | P-1008663  | 82      |
| Corpos de densidade, conjunto de 5                          | P-1000768  | 83      |
| Corpos resistivos e de pressão de flutuação, conjunto       | P-1000760  | 94      |
| Corpos sombras  | P-1002992  | 146     |
| Correia de borracha para o gerador de Van de Graaff         | P-1002965  | 190     |
| Corrente laminar  |            | 95      |
| Cristais ópticos  |            | 166     |
| Cristal de espato-da-Isândia duplo                          | P-5006663  | 167     |
| Cronômetro de mesa  | P-1002809  | 51      |
| Cronômetro digital  | P-1002811  | 51      |
| Cronômetro mecânico com adição                              | P-1002810  | 51      |
| Cronômetro mecânico, 15 min                                 | P-1003369  | 51      |
| Cronômetro mecânico, 30 min                                 | P-1003368  | 51      |
| Cruzeta DN 16 KF  | P-1002924  | 93      |
| Cuba de medição de tomografia computadorizada               | P-1017785  | 119     |
| Cubeta redonda, 100 mm                                      | P-1002885  | 175     |
| Cubeta redonda, 200 mm                                      | P-1002884  | 175     |
| Cubeta, retangular, 80x30x80 mm <sup>3</sup>                | P-1003534  | 302     |
| Cubo de Leslie  | P-1000835  | 134     |
| Cubo de Leslie com aquecimento (115 V, 50/60Hz)             | P-1017729  | 135     |
| Cubo de Leslie com aquecimento (230 V, 50/60Hz)             | P-1017730  | 135     |
| Cubos para a determinação da densidade, conjunto de 7       | P-1000766  | 85      |
| Curva de histerese, conjunto de aparelhos                   | P-1018889  | 215     |



| Descrição  | Nº de cat. | Página         |
|--|------------|----------------|
| Espelho de Fresnel                                       |            | 160            |
| Espelho de Fresnel K                                     | P-1009927  | 150...151      |
| Espelho de Fresnel sobre haste                           | P-1002649  | 160            |
| Espelho deformador 60x130cm <sup>2</sup>                 | P-1003339  | 172            |
| Espelho Fresnel, conjunto de                             | P-1003059  | 160            |
| Espelho K  | P-1003532  | 150...151      |
| Espelho laser  | P-1008638  | 184...187      |
| Espelho laser HT 532 nm                                  | P-1008639  | 184...187      |
| Espelho plano  | P-1003190  | 302            |
| Espelho plano sobre haste                                | P-1003033  | 157            |
| Espelho, convexo/côncavo, $f = \pm 100$ mm               | P-1002985  | 146            |
| Espelhos planos  | P-1002984  | 146            |
| Espintariscópio  | P-1000918  | 260            |
| ESR/NMR  |            | 262            |
| Estação meteorológica sem fio                            | P-1010248  | 123            |
| Estática   |            | 59             |
| Estroboscópio digital 230 V, 50/60 Hz)                   | P-1003331  | 287            |
| Estrutura para sapatas polares D                         | P-1008525  | 230            |
| Excitador do diodo do laser e controlador de temperatura | P-1008632  | 184...187      |
| Experiência "Circuito de corrente elétrica simples"      | P-1013825  | 198...199      |
| Experiência de Franck-Hertz                              |            | 254            |
| Experiência de Millikan                                  |            | 247            |
| Experiências didáticas                                   |            | 6              |
| Experiências didáticas fundamentais                      |            | 34             |
| Experimentos apoiados por computador                     |            | 37             |
| <b>– F –</b>   |            |                |
| Fenda dupla sobre base de vidro                          | P-1003204  | 164            |
| Fenda e ponte sobre base de vidro                        | P-1008665  | 164            |
| Fenda móvel K  | P-1008519  | 150...151      |
| Fenda móvel sobre haste                                  | P-1000856  | 158            |
| Fenda múltipla sobre base de vidro                       | P-1008666  | 164            |
| Fendas únicas, conjunto de 5                             | P-1000846  | 162            |
| Fiação de adaptador US                                   | P-1018750  | 301            |
| Filtro BG40  | P-1017874  | 184...187      |
| Filtro de comprimento de quarto de onda sobre haste      | P-1021353  | 159, 252...253 |
| Filtro de interferência 436 nm                           | P-1008671  | 165            |
| Filtro de interferência 546 nm                           | P-1008670  | 165            |
| Filtro de interferência 578 nm                           | P-1008672  | 165            |
| Filtro de polarização sobre haste                        | P-1008668  | 158            |
| Filtro RG850   | P-1008648  | 184...187      |
| Filtros  |            | 165            |
| Filtros cromáticos, cores primárias, conjunto de 3       | P-1003185  | 165            |
| Filtros cromáticos, cores secundárias, conjunto de 3     | P-1003186  | 165            |
| Filtros de cores, conjunto de 7                          | P-1003084  | 165            |
| Filtros polarizadores K, par de                          | P-1009929  | 150...151      |
| Fio de prumo   | P-1002940  | 59             |
| Fio de ressonância, formato circular                     | P-1000707  | 100            |
| Fio de tungstênio  | P-1009718  | 58             |
| Fio, cobre 0,3 mm / 100 m                                | P-1000949  | 196            |
| Fio, constantin 0,2 mm / 100 m                           | P-1000955  | 196            |
| Fio, constantin 0,3 mm / 100 m                           | P-1000956  | 196            |
| Fio, constantin 0,4 mm / 50 m                            | P-1000957  | 196            |
| Fio, constantin 0,5 mm / 50 m                            | P-1000958  | 196            |
| Fio, cromo-níquel 0,3 mm / 100 m                         | P-1000953  | 196            |
| Fio, cromo-níquel 0,5 mm / 50 m                          | P-1000954  | 196            |
| Fio, ferro 0,3 mm / 100 m                                | P-1000950  | 196            |
| Fio, latão 0,3 mm / 50 m                                 | P-1000959  | 196            |
| Fio, níquel 0,3 mm / 50 m                                | P-1000951  | 196            |
| Fios e pesos com ganchos, conjunto de                    | P-1019180  | 65             |
| Física atômica e nuclear                                 |            | 246            |
| Física com orçamento pequeno                             |            | 68             |
| Física laser para corpos sólidos                         |            | 184            |
| Fita métrica, 2 m  | P-1002603  | 52             |
| Fixador de mesa  | P-1002832  | 297            |
| Fixador universal  | P-1002833  | 297            |
| Flange cega DN 16 KF                                     | P-1002927  | 93             |
| Flange de adaptação DN 16 KF / Eixo 12 mm                | P-1002928  | 93             |
| Flange de adaptação DN 16 KF / NS 19/26                  | P-1002929  | 93             |
| Fluorescência do sódio                                   |            | 258            |
| Flutuação  |            | 83             |
| Fluxo térmico  |            | 133            |
| Folha espelhada  |            | 172            |
| Fonte de alimentação 12 V AC, 2000 mA (115 V, 50/60 Hz)  | P-1012899  | 270            |
| Fonte de alimentação 12 V AC, 2000 mA (230 V, 50/60 Hz)  | P-1012900  | 270            |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| Fonte de alimentação 12 V AC, 500 mA (115 V, 50/60 Hz)               | P-1009545  | 270       |
| Fonte de alimentação 12 V AC, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)               | P-1001014  | 270       |
| Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)                  | P-1000680  | 81, 270   |
| Fonte de alimentação 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)                  | P-1000681  | 81, 270   |
| Fonte de alimentação 3 V DC (100-240 V, 50/60 Hz)                    | P-1008659  | 160       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)           | P-1021092  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)           | P-1021091  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A, stab. (115 V, 50/60 Hz)    | P-1001006  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 12 V, 3 A, stab. (230 V, 50/60 Hz)    | P-1001007  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)       | P-1003562  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 – 30 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)           | P-1002769  | 272       |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 - 30 V, 6 A (115 V, 50/60 Hz)           | P-1008692  | 231, 293  |
| Fonte de alimentação AC/DC 0 - 30 V, 6 A (230 V, 50/60 Hz)           | P-1003593  | 231, 273  |
| Fonte de alimentação AC/DC 1/ 2/ 3/ ... 15 V, 10 A (230 V, 50/60 Hz) | P-1008691  | 273       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 16 V / 0 – 20 A                          | P-1002771  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)          | P-1003311  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)          | P-1003312  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 300 V (230 V, 50/60 Hz)                  | P-1001012  | 275       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)                  | P-1003307  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)                  | P-1003308  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)         | P-1012857  | 274       |
| Fonte de alimentação DC 1,5 – 15 V, 1,5 A (230 V, 50/60 Hz)          | P-1003560  | 273       |
| Fonte de alimentação DC 450 V (115 V, 50/60 Hz)                      | P-1008534  | 273       |
| Fonte de alimentação DC 450 V (230 V, 50/60 Hz)                      | P-1008535  | 273       |
| Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (115 V, 50/60 Hz)           | P-1003309  | 274       |
| Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)           | P-1003310  | 274       |
| Fonte de alimentação p. tubos espectrais (115 V, 50/60 Hz)           | P-1000683  | 176       |
| Fonte de alimentação p. tubos espectrais (230 V, 50/60 Hz)           | P-1000684  | 176       |
| Fonte de alta tensão 10 kV (115 V, 50/60 Hz)                         | P-1020138  | 275       |
| Fonte de alta tensão 10 kV (230 V, 50/60 Hz)                         | P-1019234  | 275       |
| Fonte de alta tensão E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)                        | P-1017725  | 275       |
| Fonte de alta tensão E 5 kV (230 V, 50/60 Hz)                        | P-1013412  | 275       |
| Fonte de carga piezoeletrica   | P-1000923  | 191       |
| Fonte de mesa  | P-1017579  | 136, 271  |
| Fontes de calor  |            | 289       |
| Forno aquecedor (115 V, 50/60 Hz)                                    | P-1006796  | 258       |
| Forno aquecedor (230 V, 50/60 Hz)                                    | P-1012820  | 258       |
| Fotocélula de silício BPY47P, P2W19                                  | P-1018844  | 207       |
| Fotocélula Silicon BPX43, P2W19                                      | P-1018842  | 207       |
| Fotodiodo PIN DET 10 A/M   | P-1008641  | 184...187 |
| Fotodiodo PIN DET 36 A/M   | P-1008640  | 184...187 |
| Fricção  |            | 60        |
| Fundamentos da física atômica  |            | 250       |
| <b>– G –</b>   |            |           |
| Galvanômetro neutro CA 403   | P-1002726  | 280       |
| Garrafa de Mariotte  | P-1002894  | 140       |
| Ge dopado tipo n sobre placa condutora                               | P-1009760  | 264...265 |
| Ge dopado tipo p sobre placa condutora                               | P-1009810  | 264...265 |
| Ge não dopado sobre placa condutora                                  | P-1008522  | 264...265 |
| Gel de contato para ultra-som  | P-1008575  | 116       |
| Gerador de corrente de ar (115 V, 50/60 Hz)                          | P-1000605  | 65, 94    |
| Gerador de corrente de ar (230 V, 50/60 Hz)                          | P-1000606  | 65, 94    |
| Gerador de funções de dois canais 10 mHz...3 MHz                     | P-1020912  | 277       |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| Gerador de funções de dois canais<br>40 mHz...20 MHz              | P-1020913  | 277       |
| Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)                       | P-1009956  | 276       |
| Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)                       | P-1009957  | 276       |
| Gerador de funções SG10 (115 V, 50/60 Hz)                         | P-1017338  | 276       |
| Gerador de funções SG10 (230 V, 50/60 Hz)                         | P-1017337  | 276       |
| Gerador de onda de seno   | P-1001038  | 277       |
| Gerador de Van de Graaff (115 V, 50/60 Hz)                        | P-1002963  | 190       |
| Gerador de Van de Graaff (230 V, 50/60 Hz)                        | P-1002964  | 190       |
| Gerador de vibrações  | P-1000701  | 100       |
| Gerador ultra-sônico cw com sonda                                 | P-1002576  | 112       |
| Geradores de função   |            | 276       |
| Giroscópio  | P-1000695  | 74        |
| Giroscópio S  | P-1013228  | 74        |
| Glicerina, 250 ml   | P-1007027  | 88, 303   |
| Globo com barra de imã  | P-1013123  | 216       |
| Grade de demonstração   | P-1003082  | 162       |
| Grade de difração sobre base de vidro                             | P-1014621  | 164       |
| Grade de linha  | P-1000600  | 163       |
| Grade de linha, 10000 linhas /mm                                  | P-1003181  | 163       |
| Grade de linha, 140 linhas /mm                                    | P-1003178  | 163       |
| Grade de linha, 530 linhas /mm                                    | P-1003179  | 163       |
| Grade de linha, 600 linhas /mm                                    | P-1003180  | 163       |
| Grades de Bravais, conjunto de 14                                 | P-1012837  | 249       |
| Grades de transmissão, 300 linhas /mm                             | P-1003080  | 162       |
| Grades de transmissão, 600 linhas /mm                             | P-1003079  | 162       |
| Grades, conjunto de 4   | P-1003081  | 163       |
| Grânulos de alumínio, 100 g                                       | P-1000832  | 303       |
| Grânulos de cobre, 200 g  | P-1000833  | 303       |
| Grânulos de vidros, 100 g   | P-1000834  | 303       |
| Gravitação / Astronomia   |            | 58        |
| <b>- H -</b>  |            |           |
| Haste de aquecimento K  | P-1017340  | 104...105 |
| Haste de condução de calor de alumínio                            | P-1017331  | 136       |
| Haste de condução de calor de cobre                               | P-1017330  | 136       |
| Hemisfério de Magdeburgo  | P-1003208  | 90        |
| Higrômetro de precisão - fio de cabelo                            | P-1002877  | 122       |
| Higro-termômetro digital  | P-1003011  | 122       |
| Holograma   | P-1003177  | 162       |
| <b>- I -</b>  |            |           |
| Ímã bússola com bacia de plástico                                 | P-1003096  | 215       |
| Ímã em bastão Alnico 70 mm  | P-1003554  | 214       |
| Ímã em bastão redondo 200x10                                      | P-1003112  | 214       |
| Ímã em bastão redondo 50x20                                       | P-1003556  | 214       |
| Ímã ferradura de 130 mm, com culatra                              | P-1003114  | 214       |
| Ímã ferradura de 140 mm, com culatra                              | P-1003088  | 214       |
| Ímã ferradura de 70 mm  | P-1000929  | 214       |
| Ímã flutuante   | P-1000943  | 214       |
| Ímã natural   | P-1003091  | 215       |
| Ímã permanente com distância entre<br>pólos ajustável             | P-1002660  | 223       |
| Ímãs em bastão 80 mm, par de                                      | P-1003085  | 214       |
| Ímãs em bastão de AlNiCo de 60 mm,<br>par com 2 culatras de ferro | P-1003086  | 214       |
| Inclinatório  | P-1003192  | 217       |
| Inclinatório E  | P-1006799  | 217       |
| Indicador de campos magnéticos                                    | P-1003555  | 216       |
| Indicador de carga  | P-1009962  | 191       |
| Indicador de direção de corrente em 3B-Box                        | P-1012697  | 198...199 |
| Indicador de nível de ruídos SPL                                  | P-1012741  | 123       |
| Indicadores para o metro, conjunto                                | P-1006494  | 52        |
| Indução   |            | 224       |
| Instrumento laminar do fluxo                                      | P-1006784  | 95        |
| Instrumentos  |            | 270       |
| Interface de medição biológica                                    | P-1020602  | 267...269 |
| Interfaces laboratoriais  |            | 40        |
| Interferômetro  | P-1002651  | 183       |
| Interferômetro de Mach-Zehnder                                    |            | 182       |
| Interferômetro de Michelson                                       |            | 183       |
| Interferômetro Fabry-Pérot  | P-1020903  | 252...253 |
| Interruptor articulado, um pólo, P2W19                            | P-1012990  | 207       |
| Interruptor com ação de cotovelo sobre base<br>de acrílico        | P-1000960  | 196       |
| Interruptor de arremesso simples sobre base<br>de acrílico        | P-1000961  | 196       |
| Interruptor de contato momentâneo sobre<br>base de acrílico       | P-1000962  | 196       |
| Interuptor de faca sobre 3B-Box                                   | P-1010152  | 198...199 |
| Íris K  | P-1000850  | 150...151 |
| Isolador com fixador  | P-1002970  | 197       |
| Isqueiro pneumático   | P-1003569  | 140       |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| <b>- K -</b>   |            |           |
| Kit básico para o aparelho de raios X                          | P-1000665  | 258c      |
| Kit complementar de "Óptica com o Laserraybox"                 | P-1003050  | 148       |
| Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR<br>(115 V, 50/60 Hz)     | P-1000637  | 262...263 |
| Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR<br>(230 V, 50/60 Hz)     | P-1000638  | 262...263 |
| Kit de aparelhos para a eletroquímica                          | P-1002711  | 213       |
| Kit de demonstração para experiências<br>com campos magnéticos | P-1000925  | 219       |
| <b>- L -</b>   |            |           |
| Laborboy I   | P-1002943  | 296       |
| Laborboy II  | P-1002941  | 296       |
| Laborboy III   | P-1002942  | 296       |
| Lâmpada Cd com acessórios                                      | P-1021366  | 252...253 |
| Lâmpada de álcool  | P-1003565  | 289       |
| Lâmpada de halogêneo 12 V, 20 W                                | P-1003533  | 150...151 |
| Lâmpada de halogênio 500 W (230 V, 50/60 Hz)                   | P-1000894  | 120       |
| Lâmpada de halogênio, 12 V, 35 W                               | P-1003324  | 147       |
| Lâmpada de halogênio, 12 V, 55 W                               | P-1003322  | 146       |
| Lâmpada de mercúrio de alta pressão                            | P-1000852  | 177, 251  |
| Lâmpada de reposto (230 V, 50/60 Hz)                           | P-1003536  | 120       |
| Lâmpada de Stefan-Boltzmann                                    | P-1008523  | 135       |
| Lâmpada espectrais Cd  | P-1003537  | 176       |
| Lâmpada espectrais He  | P-1003539  | 176       |
| Lâmpada espectrais Hg 100                                      | P-1003545  | 176       |
| Lâmpada espectrais Hg/Cd                                       | P-1003546  | 176       |
| Lâmpada espectrais Na  | P-1003541  | 176       |
| Lâmpada espectrais Ne  | P-1003543  | 176       |
| Lâmpada espectrais Ti  | P-1003544  | 176       |
| Lâmpada espectral de alta pressão de Hg<br>(230 V, 50/60 Hz)   | P-1003157  | 177       |
| Lâmpada espectral de baixa pressão de Hg<br>(230 V, 50/60 Hz)  | P-1003158  | 177       |
| Lâmpada espectral de baixa pressão de Na<br>(230 V, 50/60 Hz)  | P-1003159  | 177       |
| Lâmpada incandescente E14, 12 V, 25 W                          | P-1006858  | 204       |
| Lâmpada óptica de cinco feixes                                 | P-1003187  | 149       |
| Lâmpada sobressalente de halogênio,<br>12 V, 50 W              | P-1002837  | 155       |
| Lâmpada sobressalente de sódio                                 | P-1012885  | 175       |
| Lâmpada sobressalente Hg (alta pressão)<br>(230 V, 50/60 Hz)   | P-1003161  | 177       |
| Lâmpada sobressalente Hg (baixa pressão)<br>(230 V, 50/60 Hz)  | P-1003162  | 177       |
| Lâmpada sobressalente Na (baixa pressão)<br>(230 V, 50/60 Hz)  | P-1003163  | 177       |
| Lâmpada sobressalente para caixa de luz                        | P-1003231  | 35        |
| Lâmpada sobressalente para estroboscópio                       | P-1003332  | 287       |
| Lâmpadas E10, 1.3 V, 60 mA, conjunto de 10                     | P-1010199  | 197       |
| Lâmpadas E10, 12 V, 100 mA, conjunto de 10                     | P-1010140  | 197       |
| Lâmpadas E10, 12 V, 500 mA, conjunto de 10                     | P-1010141  | 197       |
| Lâmpadas E10, 3.5 V, 150 mA, conjunto de 10                    | P-1010142  | 197       |
| Lâmpadas E10, 3.5 V, 200 mA, conjunto de 10                    | P-1010143  | 197       |
| Lâmpadas E10, 3.8 V, 300 mA, conjunto de 10                    | P-1010195  | 197       |
| Lâmpadas E10, 4 V, 40 mA, conjunto de 10                       | P-1010196  | 197       |
| Lâmpadas E10, 6 V, 1 A, conjunto de 10                         | P-1010198  | 197       |
| Lâmpadas E10, 6 V, 100 mA, conjunto de 10                      | P-1010145  | 197       |
| Lâmpadas E10, 6 V, 350 mA, conjunto de 10                      | P-1010144  | 197       |
| Lâmpadas E10, 6 V, 50 mA, conjunto de 10                       | P-1010197  | 197       |
| Lâmpadas para óptica sobre haste                               |            | 155       |
| Lançamento horizontal e vertical                               |            | 70        |
| Laser de ajuste  | P-1008634  | 184...187 |
| Laser de He-Ne   | P-1003165  | 156       |
| Laserraybox (115 V, 50/60 Hz)                                  | P-1003051  | 148       |
| Laserraybox (230 V, 50/60 Hz)                                  | P-1003052  | 148       |
| LED amarelo, em cima, P2W19                                    | P-1018837  | 207       |
| LED infravermelho, lateral, P2W19                              | P-1018839  | 207       |
| LED verde sobre 3B-Box   | P-1010191  | 198...199 |
| LED verde, em cima, P2W19                                      | P-1012971  | 207       |
| LED vermelho sobre 3B-Box                                      | P-1010190  | 198...199 |
| LED vermelho, em cima, P2W19                                   | P-1012962  | 207       |
| LED vermelho, lateral, P2W19                                   | P-1012972  | 207       |
| Lei de Ohm sobre 3B-Box  | P-1012698  | 198...199 |
| Lei dos gases  |            | 138       |
| Lente colimadora f = +75 mm                                    | P-1008646  | 184...187 |
| Lente convergente K, f = 100 mm                                | P-1010300  | 150...151 |
| Lente convergente K, f = 150 mm                                | P-1000871  | 150...151 |
| Lente convergente K, f = 200 mm                                | P-1009861  | 150...151 |
| Lente convergente K, f = 300 mm                                | P-1009866  | 150...151 |
| Lente convergente K, f = 50 mm                                 | P-1000869  | 150...151 |
| Lente convergente K, f = 500 mm                                | P-1009863  | 150...151 |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| Lente convergente N, f = 100 mm                      | P-1000842  | 152       |
| Lente convergente N, f = 300 mm                      | P-1000841  | 152       |
| Lente convergente N, f = 50 mm                       | P-1000843  | 152       |
| Lente convergente sobre haste f = 100 mm             | P-1003023  | 157       |
| Lente convergente sobre haste f = 150 mm             | P-1003024  | 157       |
| Lente convergente sobre haste f = 200 mm             | P-1003025  | 157       |
| Lente convergente sobre haste f = 300 mm             | P-1003026  | 157       |
| Lente convergente sobre haste f = 50 mm              | P-1003022  | 157       |
| Lente convergente sobre haste, 75 mm f = 150 mm      | P-1003029  | 157       |
| Lente divergente K, f = -100 mm                      | P-1009864  | 150...151 |
| Lente divergente K, f = -500 mm                      | P-1009865  | 150...151 |
| Lente divergente N, f = -100 mm                      | P-1000844  | 152       |
| Lente divergente sobre haste f = -100 mm             | P-1003027  | 157       |
| Lente divergente sobre haste f = -200 mm             | P-1003028  | 157       |
| Lente plano-côncava, f = -400 mm                     | P-1002986  | 146       |
| Lente plano-convexa, f = +400 mm                     | P-1002987  | 146       |
| Ligação para trilhos com escala                      | P-1003043  | 153       |
| Limalha de ferro                                     | P-1000580  | 218       |
| Linha aérea de modelo, par                           | P-1021347  | 202       |
| Líquido para o efeito Doppler                        | P-1002574  | 116       |
| Luminária óptica K                                   | P-1000863  | 150...151 |
| Luminária óptica N (230 V, 50/60 Hz)                 | P-1009946  | 152       |
| Luminária óptica com lâmpada LED                     | P-1020630  | 155       |
| Luminária ótica com diafragma                        | P-1017284  | 182       |
| Luminária para experiências com lâmpada halogênica   | P-1003038  | 155       |
| Luxímetro digital                                    | P-1002779  | 285       |
| Luz e óptica   |            | 146       |
| Luz paralela luminária óptica N (230 V, 50/60 Hz)    | P-1006791  | 152       |
| <b>– M –</b>   |            |           |
| Mach-Zehnder-Interferômetro                          | P-1014617  | 182       |
| Magnetismo   |            | 214       |
| Magnetismo, conjunto                                 | P-1003089  | 214       |
| Mala para transporte KL                              | P-1008651  | 184...187 |
| Manga com gancho                                     | P-1002828  | 297       |
| Manga dupla  | P-1002827  | 297       |
| Manga dupla regulável                                | P-1017870  | 297       |
| Manga em cruz dupla                                  | P-1002831  | 297       |
| Manga universal                                      | P-1002830  | 297       |
| Mangueira de silicone 6 mm                           | P-1002622  | 303       |
| Mangueira de vácuo, 10 mm                            | P-1002620  | 92, 303   |
| Mangueira de vácuo, 4 mm                             | P-1012831  | 92, 303   |
| Mangueira de vácuo, 6 mm                             | P-1012830  | 92, 303   |
| Mangueira de vácuo, 8 mm                             | P-1002619  | 92, 303   |
| Manômetro de tubo em U, modelo D                     | P-1009714  | 86        |
| Manômetro de tubo em U, modelo S                     | P-1000792  | 86        |
| Máquina a vapor G                                    | P-1002597  | 137       |
| Máquina de ondas de demonstração, conjunto completo  | P-1003491  | 102       |
| Máquina de ondas de demonstração, módulo único       | P-1003492  | 102       |
| Máquina de ondas, aparelho manual                    | P-1003524  | 102       |
| Máquina de vapor B                                   | P-1012801  | 137       |
| Máquina de Wimshurst                                 | P-1002967  | 190       |
| Máquinas simples                                     |            | 61        |
| Martelo duro   | P-1002610  | 109       |
| Martelo macio  | P-1002614  | 109       |
| Material de apoio                                    |            | 296       |
| Material de suporte Oscilações mecânicas"            | P-1012849  | 79, 298   |
| Material sólido de combustão para máquina de vapor B | P-1012886  | 137       |
| Mecânica   |            | 50        |
| Mecânica sobre o quadro branco de parede             | P-1000735  | 51        |
| Mecha  | P-1001048  | 289       |
| Medição de comprimentos                              |            | 52        |
| Medição de tempo                                     |            | 51        |
| Medição de volume                                    |            | 53        |
| Medidor de alturas, 1 m                              | P-1000743  | 52        |
| Medidor de campo E (115 V, 50/60 Hz)                 | P-1021406  | 194       |
| Medidor de campo E (230 V, 50/60 Hz)                 | P-1021405  | 194       |
| Medidor de distâncias a laser                        | P-1020907  | 53        |
| Medidor de nível do som P5055                        | P-1002778  | 285       |
| Medidor de vácuo Pirani (230 V, 50/60 Hz)            | P-1012514  | 93        |
| Medidor infravermelho de temperatura e umidade do ar | P-1002795  | 122       |
| Mergulhador cartesiano                               | P-1002867  | 83        |
| Mesa de ar com discos de jato de tinta               | P-1021623  | 66...67   |
| Mesa de forças                                       | P-1000694  | 59        |
| Mesa prismática sobre haste                          | P-1003019  | 159       |
| Metalofone   | P-1000804  | 110       |
| Metro de madeira, 1 m                                | P-1000742  | 52        |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| Microestruturas sobre base de vidro                     | P-1014620  | 164       |
| Micrômetro de rosca com arco                            | P-1002600  | 52        |
| Micro-motor 1,5 V DC, P2W19                             | P-1012995  | 207       |
| Microondas 10,5 GHz (115 V, 50/60 Hz), conjunto para    | P-1009950  | 96...97   |
| Microondas 9,4 GHz (230 V, 50/60 Hz), conjunto para     | P-1009951  | 96...97   |
| Microscópio binocular BE5                               | P-1020250  | 291       |
| Microscópio monocular didático M100 LED                 | P-1005406  | 291       |
| Microscópios  |            | 291       |
| Mini-multímetro digital                                 | P-1002783  | 282       |
| Misturador magnético                                    | P-1002808  | 289       |
| Misturador magnético com aquecedor (115 V, 50/60 Hz)    | P-1002806  | 289       |
| Misturador magnético com aquecedor (230 V, 50/60 Hz)    | P-1002807  | 289       |
| Misturadores magnéticos                                 |            | 289       |
| Modelo de coração                                       | P-1002590  | 115       |
| Modelo de nônio   | P-1002951  | 53        |
| Modelo de olho para a biometria de ultra-som            | P-1012869  | 116       |
| Modelo de paquímetro                                    | P-1010214  | 53        |
| Modelo de seio único com tumor benigno                  | P-1000345  | 116       |
| Modelo magnético sextavado                              | P-1002975  | 218       |
| Modelo magnético, cúbico                                | P-1002976  | 218       |
| Modelo ocular físico                                    | P-1003806  | 35        |
| Modelos de cristal                                      |            | 248       |
| Módulo Cr:YAG   | P-1008637  | 184...187 |
| Módulo de duplicação de frequência                      | P-1008636  | 184...187 |
| Módulo laser, verde                                     | P-1003202  | 156       |
| Módulo Nd:YAG   | P-1008635  | 184...187 |
| Mola de bobina Slinky                                   | P-1003516  | 99        |
| Mola helicoidais 1,5 N/m                                | P-1000786  | 55        |
| Mola helicoidais 16 N/m                                 | P-1002702  | 55        |
| Mola helicoidais 2,5 N/m                                | P-1003515  | 55        |
| Mola helicoidais 20 N/m, 180 mm                         | P-1002946  | 55        |
| Mola helicoidais 3,0 N/m                                | P-1002945  | 55        |
| Mola helicoidais 43 N/m                                 | P-1002703  | 55        |
| Mola helicoidais 5 N/m                                  | P-1000741  | 55        |
| Mola helicoidais 86 N/m                                 | P-1002704  | 55        |
| Mola helicoidal Snakey                                  | P-1008687  | 99        |
| Molas helicoidais                                       |            | 55        |
| Molas helicoidais para a lei de Hooke, kit de           | P-1003376  | 55        |
| Monocórdio  | P-1000806  | 110       |
| Monocórdio D  | P-1002959  | 110       |
| Motacam 1   | P-1021162  | 247, 292  |
| Motor de acionamento regulável                          | P-1002705  | 170       |
| Motor de baixa tensão sobre 3B-Box                      | P-1010158  | 198...199 |
| Motor de corrente contínua 12 V                         | P-1001041  | 101       |
| Motor de engrenagens com polia                          | P-1017735  | 31        |
| Motor de Lorentz  | P-1002662  | 223       |
| Motor de Stirling D                                     | P-1000817  | 142       |
| Motor de Stirling de baixa temperatura                  | P-1002598  | 143       |
| Motor de Stirling de baixa temperatura, kit de montagem | P-1002599  | 143       |
| Motor de Stirling S                                     | P-1003505  | 143       |
| Motor elétrico e gerador, completo                      | P-1017801  | 224       |
| Motor experimental com transmissão                      | P-1021806  | 73, 227   |
| Motor Stirling G  | P-1002594  | 141       |
| Movimento linear  |            | 63        |
| Movimento plano   |            | 66        |
| Movimentos de rotação                                   |            | 72        |
| Multímetro analógico ESCOLA 100                         | P-1013527  | 281       |
| Multímetro analógico ESCOLA 30                          | P-1013526  | 281       |
| Multímetro de demonstração                              | P-1017895  | 280       |
| Multímetro digital DMM50                                | P-1012817  | 284       |
| Multímetro digital DMM60                                | P-1012816  | 284       |
| Multímetro digital E                                    | P-1018832  | 283       |
| Multímetro digital P1035                                | P-1002781  | 282       |
| Multímetro digital P3320                                | P-1002784  | 283       |
| Multímetro digital P3340                                | P-1002785  | 282       |
| Multímetro digital P3415                                | P-1008631  | 283       |
| Multímetro Iso DMM 1000                                 | P-1012865  | 284       |
| <b>– N –</b>  |            |           |
| Nal(Tl)-Detector de cintilação                          | P-1008707  | 261       |
| Neurofisiologia   |            | 267       |
| Nível de bolha de ar universal, 250 mm                  | P-1002604  | 59        |
| NPN-Transistor BC140, P4W50                             | P-1018845  | 208       |
| Núcleo de transformador D                               | P-1000976  | 228       |
| Núcleo de transformador S                               | P-1001004  | 230       |
| Núcleo em U modelo D                                    | P-1000979  | 230       |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| <b>- O -</b>  |            |           |
| O bocal de jato (fluxo laminado)                            | P-1000758  | 94        |
| O copo de Pitágoras   | P-1002904  | 87        |
| Objetiva acromática 10x/ 0,25                               | P-1005408  | 156       |
| Objetivo para divergência de feixe                          | P-1000675  | 156       |
| Objetivo para exercícios de medição                         | P-1006889  | 53        |
| Objetos de difração   |            | 162       |
| Objetos de representação, conjunto de 4                     | P-1000886  | 161       |
| Objetos geométricos   |            | 161       |
| Objetos geométricos sobre base de vidro                     | P-1014622  | 161       |
| Óculos de inversão  | P-1000895  | 167       |
| Óculos de proteção laser para Nd:YAG                        | P-1002866  | 184       |
| Óleo de ricino  | P-1002671  | 139       |
| Óleo Millikan   | P-1019304  | 247       |
| Óleo para máquina de vapor                                  | P-1012887  | 137       |
| Ondas e som   |            | 96        |
| Ondas mecânicas   |            | 99        |
| Ondas na água   |            | 98        |
| Óptica com o Laserraybox, conjunto                          | P-1003049  | 148       |
| Óptica de Kröncke em exercícios didáticos e na prática      |            | 32        |
| Óptica de ondas com o laser                                 |            | 169       |
| Óptica geométrica   |            | 149       |
| Óptica laser, kit de aparelhos para                         | P-1003053  | 169       |
| Óptica no banco óptico D                                    |            | 154       |
| Óptica no banco óptico U                                    |            | 153       |
| Óptica no quadro branco de parede                           | P-1000604  | 146       |
| Óptica ondulatoria  |            | 96        |
| Óptica segundo Kröncke                                      |            | 150       |
| Orbit™ telúrica   | P-1008661  | 58        |
| Orifícios de difração sobre base de vidro                   | P-1008664  | 164       |
| Oscilações  |            | 75        |
| Osciloscópio analógico 2x20 MHz (230 V, 50/60 Hz)           | P-1008695  | 279       |
| Osciloscópio digital 2x100 MHz                              | P-1020911  | 279       |
| Osciloscópio digital 2x30 MHz                               | P-1020910  | 279       |
| Osciloscópio digital 4x60 MHz                               | P-1008676  | 278       |
| Osciloscópio para o ensino                                  | P-1000902  | 243       |
| Osciloscópio PC 2x25 MHz                                    | P-1020857  | 278       |
| Osciloscópios digitais                                      |            | 278       |
| <b>- P -</b>  |            |           |
| Pacote de filmes 2  | P-1000669  | 258h      |
| Pacote de filmes 4  | P-1000670  | 258h      |
| Painel de experimentação com fundamentos (115 V, 50/60 Hz)  | P-1000572  | 205       |
| Painel de experimentação com fundamentos (230 V, 50/60 Hz)  | P-1000573  | 205       |
| Paradoxo da densidade, conjunto                             | P-1003498  | 84        |
| Parafuso micrométrico K                                     | P-1000887  | 150...151 |
| Parafusos do ferro de molde, jogo de 10                     | P-1000827  | 130       |
| Paralelepípedo de vidro flint para o efeito de Faraday      | P-1012860  | 173       |
| Pasta para eletroquímica                                    | P-1002719  | 211       |
| Patilhaspatas para trilhos, par de                          | P-1003044  | 153       |
| Pé de apoio em A, 200 mm                                    | P-1001044  | 296       |
| Pé de apoio em A, 280 mm                                    | P-1001043  | 296       |
| Pé de apoio em H  | P-1018874  | 296       |
| Pé óptico D   | P-1009733  | 155       |
| Peça em T DN 16 KF  | P-1002925  | 93        |
| Peças de massa com gancho, conjunto de                      | P-1010168  | 57        |
| Peças em T, BNC   | P-1002752  | 301       |
| Pellets Ecoflam, conjunto de 60                             | P-1010255  | 289       |
| Pêndulo balístico   | P-1002656  | 71        |
| Pêndulo caótico E   | P-1017531  | 76        |
| Pêndulo de Foucault (230 V, 50/60 Hz)                       | P-1000748  | 80        |
| Pêndulo de Foucault 115 V, 50/60 Hz)                        | P-1000747  | 80        |
| Pêndulo de torção segundo Pohl                              | P-1002956  | 81        |
| Pêndulo de vara   | P-1000764  | 75        |
| Pêndulo de vara com registrador de ângulo (115 V, 50/60 Hz) | P-1000762  | 75        |
| Pêndulo de vara com registrador de ângulo (230 V, 50/60 Hz) | P-1000763  | 75        |
| Pêndulo de Waltenhof  | P-1000993  | 226       |
| Pêndulo de Watt   | P-1009695  | 73        |
| Pêndulo g variável  | P-1000755  | 76        |
| Pêndulo reversível de Kater                                 | P-1018466  | 77        |
| Pesos complementares p.balança de labor.                    | P-1014616  | 294       |
| Pesos de 1 g a 500 g, conjunto de                           | P-1010189  | 57        |
| Pesos de 1 g até 1000 g, conjunto de                        | P-1003214  | 56        |
| Pesos de 1 g até 50 g, conjunto de                          | P-1003210  | 56        |
| Pesos de 1 g até 500 g, de entalhe com suporte, conjunto de | P-1018597  | 56        |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| Pesos de 1 mg a 500 mg, conjunto de                                       | P-1010234  | 57        |
| Pesos de 10 g até 1000 g, conjunto de                                     | P-1003212  | 56        |
| Pesos de 100 g a 2000 g, conjunto de                                      | P-1001052  | 56        |
| Pesos de afinação, par de   | P-1002611  | 109       |
| Pesos de balança  |            | 56        |
| Pesos de entalhe 10 x 10 g, conjunto de                                   | P-1003227  | 56        |
| Pesos de entalhe 20 – 100 g, conjunto de                                  | P-1003226  | 56        |
| Pesos de entalhe 5 x 100 g, conjunto de                                   | P-1003228  | 56        |
| Pesos de entalhe 5 x 50 g, conjunto de                                    | P-1003229  | 56        |
| Pesos, 10 g, conjunto de 10   | P-1000770  | 56        |
| Pesos, 20 g, conjunto de 10   | P-1000769  | 56        |
| Pesos, 50 g, conjunto de 10   | P-1000771  | 56        |
| Picnômetro segundo Gay-Lussac   | P-1002874  | 84        |
| Pilha de Daniell  | P-1002898  | 212       |
| Pilha de Volta sobre 3B-Box   | P-1010132  | 198...199 |
| Pinça suporte K   | P-1008518  | 150...151 |
| Pino radiativo 226Ra, 4 kBq   | P-1006797  | 29, 260   |
| Placa base SED  | P-1000789  | 15        |
| Placa de acrílico   | P-1000880  | 195       |
| Placa de alumínio em suporte para amostra com escala angular              | P-1002585  | 114       |
| Placa de Chladni, quadrada  | P-1000706  | 101       |
| Placa de Chladni, redonda   | P-1000705  | 101       |
| Placa de encaixe p. elementos de montag.                                  | P-1012902  | 206       |
| Placa de força  | P-1021677  | 43        |
| Placa de papel rígido   | P-1000936  | 195       |
| Placa de polioximetileno (POM) em suporte para amostra com escala angular | P-1002586  | 114       |
| Placa do centro de gravidade  | P-1008513  | 59        |
| Placa plana paralela  | P-1002988  | 146       |
| Placas de cobre, kit com 10   | P-1002712  | 213       |
| Placas de ferro, kit com 10   | P-1002714  | 213       |
| Placas de Magdeburgo  | P-1003496  | 90        |
| Placas de níquel, kit com 5   | P-1002715  | 213       |
| Placas de reflexão com linha de retardo, par de                           | P-1002587  | 114       |
| Placas de zinco, kit com 10   | P-1002713  | 213       |
| Plano inclinado   | P-1003213  | 62        |
| Plataforma elevatória/hidráulico-pneumática                               | P-1003495  | 86        |
| Platina de reposição para o suporte de tubos S                            | P-4008573  | 241       |
| Plugues de tiras, P2W19, kit de 10  | P-1012985  | 209       |
| Polarímetro   | P-1008696  | 175       |
| Polarímetro com 4 LED (230 V, 50/60 Hz)                                   | P-1001057  | 174       |
| Polarização   |            | 175       |
| Polia com 1 roldana   | P-1003216  | 62        |
| Polia com 2 roldanas  | P-1003217  | 62        |
| Polia com 3 roldanas  | P-1003218  | 62        |
| Ponte de Graetz em 3B-Box   | P-1012695  | 198...199 |
| Ponte LED de Graetz em 3B-Box   | P-1012696  | 198...199 |
| Ponte para a medição de resistência                                       | P-1009885  | 200       |
| Ponto crítico, aparelho   | P-1002670  | 138       |
| Potenciômetro 1 kΩ, 1 W, P4W50  | P-1012936  | 208       |
| Potenciômetro 10 kΩ, 1 W, P4W50   | P-1012937  | 208       |
| Potenciômetro 100 kΩ, 1 W, P4W50  | P-1012939  | 208       |
| Potenciômetro 220 Ω, 3 W, P4W50   | P-1012934  | 208       |
| Potenciômetro 4,7 kΩ, 1 W, P4W50  | P-1012938  | 208       |
| Potenciômetro 470 Ω, 1 W, P4W50   | P-1012935  | 208       |
| Prato para ensaio de vácuo  | P-1003166  | 91        |
| Pregador de jacaré sobre 3B-Box   | P-1010155  | 198...199 |
| Pregadores 4 mm, sem isolamento, conjunto de 10                           | P-1019219  | 299       |
| Pregadores de segurança de 4 mm, conjunto de 6                            | P-1019218  | 300       |
| Pregos para derretimento em experiência, jogo de 20                       | P-1000983  | 229       |
| Pressão   |            | 86        |
| Prisma de parafina  | P-4008112  | 97        |
| Prisma de vidro crown, 60°, 27 mm x 50 mm                                 | P-1002858  | 166       |
| Prisma de vidro crown, 60°, 30 mm x 30 mm                                 | P-1002864  | 166       |
| Prisma de vidro crown, 60°, 45 mm x 50 mm                                 | P-1002859  | 166       |
| Prisma de vidro crown, 90°, 30 mm x 50 mm                                 | P-1002860  | 166       |
| Prisma de vidro crown, 90°, 45 mm x 50 mm                                 | P-1002861  | 166       |
| Prisma de vidro flint, 60°, 30 mm x 30 mm                                 | P-1002865  | 166       |
| Prisma de visão retilínea segundo Amici                                   | P-1002862  | 167       |
| Prisma oco, equilateral   | P-1014618  | 166       |
| Prisma retangular   | P-1002990  | 146       |
| Prismas   |            | 166       |
| Prismas de Doppler e tubos de fluxo, conjunto                             | P-1002572  | 117       |
| Prismas, conjunto de 3  | P-1002863  | 166       |
| Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz)                                       | P-1006769  | 131       |
| Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz)                                       | P-1001049  | 131       |
| Pulsador sobre 3B-Box   | P-1010146  | 198...199 |
| Pulverizador  | P-1000581  | 218       |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| <b>– Q –</b>                                     |            |           |
| Quadro branco de parede 600x900 mm <sup>2</sup>  | P-1002591  | 147       |
| Quadro branco de parede 900x1200 mm <sup>2</sup> | P-1002592  | 147       |
| Quadro para Lasarraybox                          | P-1003056  | 148       |
| Queda livre                                      |            | 69        |
| Queda livre e lançamento horizontal              | P-1000588  | 68        |
| Queimador elétrico LAB2 (230 V, 50 Hz)           | P-1010252  | 289       |
| <b>– R –</b>                                     |            |           |
| Radiação térmica                                 |            | 134       |
| Radioatividade                                   |            | 259       |
| Radiômetro de Crookes                            | P-1002882  | 135       |
| Recipiente com ladrão, transparente              | P-1003518  | 53, 302   |
| Recipiente de nível com dois tubos de vidro      | P-1002891  | 87        |
| Recipiente de saída, metal                       | P-1009715  | 87        |
| Recipiente de vácuo                              | P-1009943  | 91        |
| Recipiente em forma de cunha                     | P-1000794  | 87        |
| Recipiente para amostras, completo               | P-1002578  | 112       |
| Rede de Rowland                                  | P-1002917  | 162       |
| Refletor de feixe único                          | P-1000682  | 147       |
| Refletor de feixes múltiplos magnético           | P-1003321  | 146       |
| Refratômetro manual HRT32                        | P-1021440  | 290       |
| Refratômetro manual HRT62                        | P-1021441  | 290       |
| Refratômetro Abbe analógico ORT 1RS              | P-1021250  | 179, 290  |
| Refratômetro manual HR901                        | P-1021249  | 290       |
| Refratômetros                                    |            | 290       |
| Relê com comutador, P4W50                        | P-1012992  | 208       |
| Relógio de medição com adaptador                 | P-1012862  | 131       |
| Resistor 1 kΩ, 2 W, P2W19                        | P-1012916  | 206       |
| Resistor 1 MΩ, 0,5 W, P2W19                      | P-1012932  | 206       |
| Resistor 1 Ω, 2 W, P2W19                         | P-1012903  | 206       |
| Resistor 1,5 kΩ, 2 W, P2W19                      | P-1012917  | 206       |
| Resistor 10 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012922  | 206       |
| Resistor 10 MΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012933  | 206       |
| Resistor 10 Ω, 10 W, P2W19                       | P-1012905  | 206       |
| Resistor 10 Ω, 2 W, P2W19                        | P-1012904  | 206       |
| Resistor 100 kΩ, 0,5 W, P2W19                    | P-1012928  | 206       |
| Resistor 100 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012910  | 206       |
| Resistor 15 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012923  | 206       |
| Resistor 150 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012911  | 206       |
| Resistor 2,2 kΩ, 2 W, P2W19                      | P-1012918  | 206       |
| Resistor 22 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012924  | 206       |
| Resistor 22 Ω, 2 W, P2W19                        | P-1012907  | 206       |
| Resistor 220 kΩ, 0,5 W, P2W19                    | P-1012929  | 206       |
| Resistor 220 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012912  | 206       |
| Resistor 3,3 kΩ, 2 W, P2W19                      | P-1012919  | 206       |
| Resistor 33 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012925  | 206       |
| Resistor 330 kΩ, 0,5 W, P2W19                    | P-1012930  | 206       |
| Resistor 330 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012913  | 206       |
| Resistor 4,7 kΩ, 2 W, P2W19                      | P-1012920  | 206       |
| Resistor 47 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012926  | 206       |
| Resistor 47 Ω, 2 W, P2W19                        | P-1012908  | 206       |
| Resistor 470 kΩ, 0,5 W, P2W19                    | P-1012931  | 206       |
| Resistor 470 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012914  | 206       |
| Resistor 5,1 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012906  | 206       |
| Resistor 6,8 kΩ, 2 W, P2W19                      | P-1012921  | 206       |
| Resistor 68 kΩ, 0,5 W, P2W19                     | P-1012927  | 206       |
| Resistor 68 Ω, 2 W, P2W19                        | P-1012909  | 206       |
| Resistor 680 Ω, 2 W, P2W19                       | P-1012915  | 206       |
| Resistor ajustável 1 Ω                           | P-1003062  | 201       |
| Resistor ajustável 10 Ω                          | P-1003064  | 201       |
| Resistor ajustável 100 Ω                         | P-1003066  | 201       |
| Resistor ajustável 1000 Ω                        | P-1003068  | 201       |
| Resistor ajustável 3,3 Ω                         | P-1003063  | 201       |
| Resistor ajustável 33 Ω                          | P-1003065  | 201       |
| Resistor ajustável 330 Ω                         | P-1003067  | 201       |
| Resistor ajustável 3300 Ω                        | P-1003069  | 201       |
| Resistor de precisão 1 kΩ                        | P-1009887  | 200       |
| Resistor de precisão 1 MΩ                        | P-1000687  | 200       |
| Resistor de precisão 1 Ω                         | P-1009843  | 200       |
| Resistor de precisão 10 kΩ                       | P-1000685  | 200       |
| Resistor de precisão 10 MΩ                       | P-1000688  | 200       |
| Resistor de precisão 10 Ω                        | P-1009844  | 200       |
| Resistor de precisão 100 kΩ                      | P-1000686  | 200       |
| Resistor de precisão 100 Ω                       | P-1009886  | 200       |
| Resistor de precisão 300 kΩ                      | P-1000690  | 200       |
| Resistor dependente de luz LDR 05, P2W19         | P-1012940  | 207       |
| Resistor NTC 2,2 kΩ, P2W19                       | P-1012941  | 207       |
| Resistor PTC 100 Ω, P2W19                        | P-1012942  | 207       |
| Resistores desconhecidas em 3B-Box               | P-1012699  | 198...199 |
| Ressonador de Helmholtz, 70 mm Ø                 | P-1003523  | 110       |
| Ressonador de Helmholtz, 40 mm Ø                 | P-1003522  | 110       |
| Ressonador de Helmholtz, 52 mm Ø                 | P-1003521  | 110       |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| Ressonador de Helmholtz, 70 mm Ø                               | P-1003520  | 110       |
| Roda de Maxwell  | P-1000790  | 69        |
| Roda de pás  | P-1003101  | 133       |
| Roldana com prensa de mesa                                     | P-1003221  | 62        |
| Roldanas e polipastos, conjunto para experiências              | P-1003224  | 61        |
| Rosca de lâmpada E10 sobre 3B Box                              | P-1010138  | 198...199 |
| Rosca de lâmpada E14 sobre haste                               | P-1000853  | 156       |
| Rosca de lâmpada E27 sobre haste                               | P-1000854  | 156       |
| Roscas de lâmpada E10, conjunto de 10                          | P-1010137  | 197       |
| Ruído  |            | 123       |
| <b>– S –</b>   |            |           |
| Sapatas polares D, par de                                      | P-1000978  | 230       |
| Sapatas polares e tensores para o efeito de Hall, par de       | P-1009935  | 230       |
| SED alimentação elétrica (115 V, 50/60 Hz)                     | P-1021687  | 19        |
| SED alimentação elétrica (230 V, 50/60 Hz)                     | P-1021686  | 19        |
| SED Eletricidade e magnetismo                                  | P-1008532  | 18        |
| SED Eletrônica   | P-1021672  | 20...21   |
| SED Energia solar (115 V, 50/60 Hz)                            | P-1017731  | 30        |
| SED Energia solar (230 V, 50/60 Hz)                            | P-1017732  | 30        |
| SED Mecânica   | P-1008527  | 14        |
| SED ondas ultrassônicas (115 V, 50/60 Hz)                      | P-1014529  | 26...27   |
| SED ondas ultrassônicas (230 V, 50/60 Hz)                      | P-1016651  | 26...27   |
| SED Óptica (115 V, 50/60 Hz)                                   | P-1008530  | 22...23   |
| SED Óptica (230 V, 50/60 Hz)                                   | P-1008531  | 22...23   |
| SED Oscilações e ondas mecânicas (115 V, 50/60 Hz)             | P-1018476  | 24...25   |
| SED Oscilações e ondas mecânicas (230 V, 50/60 Hz)             | P-1016652  | 24...25   |
| SED Radioatividade   | P-1006804  | 28...29   |
| SED Térmica  | P-1008528  | 16...17   |
| Sensor CCD HD  | P-1018820  | 168       |
| Sensor CCD HD  |            | 168       |
| Sensor de alta corrente 10 A                                   | P-1000545  | 45        |
| Sensor de campo magnético                                      | P-1021685  | 45        |
| Sensor de campo magnético FW ± 200 mT                          | P-1021798  | 45        |
| Sensor de campo magnético FW ± 2000 mT                         | P-1021766  | 45        |
| Sensor de carga  | P-1021684  | 44        |
| Sensor de corrente 5 A   | P-1021678  | 44        |
| Sensor de corrente 500 mA                                      | P-1021679  | 44        |
| Sensor de distância FW   | P-1021534  | 42        |
| Sensor de força  | P-1021676  | 43        |
| Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -200 – 1150°C                | P-1002805  | 124       |
| Sensor de imersão NiCr-Ni tipo K, -65 – 550°C                  | P-1002804  | 124       |
| Sensor de luz  | P-1021503  | 48        |
| Sensor de luz, três faixas                                     | P-1021502  | 48        |
| Sensor de pressão  | P-1021511  | 46        |
| Sensor de pressão relativa FW ± 100 hPa                        | P-1021532  | 47        |
| Sensor de pressão relativa FW ± 1000 hPa                       | P-1021533  | 47        |
| Sensor de pressão sonora                                       | P-1021513  | 46        |
| Sensor de reflexão laser                                       | P-1001034  | 51, 286   |
| Sensor de temperatura  | P-1021499  | 46        |
| Sensor de temperatura  | P-1017898  | 128       |
| Sensor de temperatura NTC                                      | P-1021497  | 47        |
| Sensor de temperatura NTC com pregador de medição              | P-1021797  | 47, 144   |
| Sensor de umidade  | P-1021510  | 46        |
| Sensor de voltagem 10 V  | P-1021682  | 44        |
| Sensor de voltagem 10 V, diferencial                           | P-1021680  | 44        |
| Sensor de voltagem 500 mV, diferencial                         | P-1021681  | 44        |
| Sensor UVA   | P-1021504  | 49        |
| Sensor UVB   | P-1021505  | 49        |
| Sensor α, β, γ   | P-1021512  | 48        |
| Sensores   |            | 42        |
| Sensores Oscilações mecânicas" (115 V, 50/60 Hz)               | P-1012851  | 78...79   |
| Sensores Oscilações mecânicas" (230 V, 50/60 Hz)               | P-1012850  | 78...79   |
| Serragem, garrafinha de 10 g                                   | P-1000815  | 103       |
| Síntese aditiva, conjunto de aparelhos                         | P-1003189  | 171       |
| Sistema completo de tubo de raios de feixe estreito            | P-1013843  | 245       |
| Sistema de aparelhos para experimentação didática (SED)        |            | 14        |
| Sistema de demonstração com células combustíveis               | P-1002689  | 36, 121   |
| Sistema óptico NEVA  |            | 152       |
| Sistema periódico dos elementos, com configuração dos elétrons | P-1017655  | 246       |
| Sistema periódico dos elementos, com representação visual      | P-1013907  | 246       |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    | Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|---|------------|-----------|
| Sistema rotativo de apoio pneumático (230 V, 50/60 Hz)     | P-1000782  | 72        | Termômetro de bolso -10 – 110°C   | P-1002881  | 124...125 |
| Sistema rotativo de apoio pneumático (115 V, 50/60 Hz)     | P-1000781  | 72        | Termômetro de bolso digital de segundos                                       | P-1002803  | 125       |
| Software Coach 7   |            | 37        | Termômetro de demonstração -10 – 110°C  | P-1003014  | 124...125 |
| Software HUE Animação                                      | P-1021252  | 293       | Termômetro de espetar   | P-1003334  | 126       |
| Som  |            | 103       | Termômetro de espetar F   | P-1010219  | 126       |
| Sonda de campo magnético flexível                          | P-1012892  | 288       | Termômetro de imersão parcial -10 – 100°C                                     | P-1003526  | 124...125 |
| Sonda de campo magnético, axial/tangencial                 | P-1001040  | 288       | Termômetro digital de bolso   | P-1003335  | 126       |
| Sonda de ionização para o medidor de campo E               | P-1021799  | 194       | Termômetro digital, 1 canal   | P-1002793  | 127       |
| Sonda microfona, curta                                     | P-4008308  | 104...105 | Termômetro digital, 2 canais  | P-1002794  | 127       |
| Sonda microfona, longa                                     | P-1017342  | 104...105 | Termômetro digital, mín./máx.   | P-1003010  | 126       |
| Sonda resistora NTC, 4,7 kΩ                                | P-1021413  | 203       | Termômetro em vara robusto -1 – 101°C   | P-1003013  | 124...125 |
| Sonda resistora PTC, 100 Ω                                 | P-1021435  | 203       | Termômetro em vara, graduado -10 – 110°C                                      | P-1002879  | 124...125 |
| Sonda ultra-sônica 1 MHz GS200                             | P-1018617  | 114       | Termômetro em vara, não graduado  | P-1002880  | 124...125 |
| Sonda ultra-sônica 2 MHz                                   | P-1002582  | 117       | Termômetro infra-vermelho, 380° C D   | P-1020909  | 127       |
| Sonda ultra-sônica 2 MHz GS200                             | P-1018618  | 114       | Termômetro infra-vermelho, 800° C   | P-1002791  | 127       |
| Sonda ultra-sônica 4 MHz GS200                             | P-1018619  | 114       | Termômetro tipo K/IR  | P-1002799  | 126       |
| Soquete de lâmpada E10 sobre base de acrílico              | P-1000946  | 196       | Termômetros   |            | 124       |
| Soquete de lâmpada E14 sobre base de acrílico              | P-1000947  | 196       | Teslâmetro E  | P-1008537  | 288       |
| Sortimento de fusíveis                                     | P-1012873  | 300       | Teslâmetro N (115 V, 50/60 Hz)  | P-1021671  | 288       |
| STUDENT Kit conjunto básico                                | P-1000730  | 6         | Teslâmetro N (230 V, 50/60 Hz)  | P-1021669  | 288       |
| STUDENT Kit elétrica                                       | P-1017213  | 10...11   | Testador de condutibilidade   | P-1012890  | 213       |
| STUDENT Kit eletrostática                                  | P-1009883  | 12        | Timer   | P-1003009  | 51        |
| STUDENT Kit mecânica                                       | P-1000731  | 7         | Tira de borracha  | P-1000702  | 100       |
| STUDENT Kit óptica (115 V, 50/60 Hz)                       | P-1000733  | 9         | Tiras de lata, conjunto de 5  | P-1000982  | 229       |
| STUDENT Kit óptica (230 V, 50/60 Hz)                       | P-1000734  | 9         | Tiristor TYN 1012, P4W50  | P-1012979  | 208       |
| STUDENT Kit térmica  | P-1000732  | 8         | Torneira esférica manual de dois modos  |            |           |
| Suporte combinado para efeito Hall                         | P-1019388  | 266       | DN 16 KF  | P-1002923  | 93        |
| Suporte de barreira luminosa ao pêndulo                    | P-1000756  | 76        | Tranformador de Tesla   | P-1000966  | 231       |
| Suporte de barreira luminosa para o aparelho de lançamento | P-1002657  | 71        | Transformador 12 V, 25 VA (115 V, 50/60 Hz)                                   | P-1000865  | 150, 270  |
| Suporte de bateria na 3B-Box                               | P-1010192  | 198...199 | Transformador 12 V, 25 VA (230 V, 50/60 Hz)                                   | P-1000866  | 150, 270  |
| Suporte de componentes                                     | P-1003203  | 158       | Transformador 12 V, 60 VA (115 V, 50/60 Hz)                                   | P-1006780  | 270       |
| Suporte de contato com tomadas terminais                   | P-1000995  | 197       | Transformador 12 V, 60 VA (230 V, 50/60 Hz)                                   | P-1020595  | 270       |
| Suporte de fotocélula                                      | P-1018448  | 69, 298   | Transformador com retificador 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz) | P-1003557  | 271       |
| Suporte de fusível sobre 3B-Box                            | P-1010154  | 198...199 | Transformador com retificador 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz) | P-1003558  | 271       |
| Suporte de lâmpada E 10, em cima, P2W19                    | P-1012987  | 209       | Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)            | P-1003315  | 271       |
| Suporte de lâmpada E 10, lateral, P2W19                    | P-1012986  | 209       | Transformador com retificador 3/ 6/ 9/ 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)            | P-1003316  | 271       |
| Suporte de objetos N                                       | P-1000845  | 152       | Transformador de tensão 120 V / 230 V   | P-1003649  | 258b      |
| Suporte de objetos sobre haste                             | P-1000855  | 158       | Transformador de tensão p. lâmpada espectral (115 V, 50/60 Hz)                | P-1003195  | 176       |
| Suporte de sensores para o motor de Stirling G             | P-1008500  | 141       | Transformador de tensão p. lâmpada espectral (230 V, 50/60 Hz)                | P-1021409  | 176       |
| Suporte dos tubos D  | P-1008507  | 236       | Transformador desmontável   |            | 228       |
| Suporte dos tubos S  | P-1014525  | 241       | Transformador LF 1:2, P4W50   | P-1012982  | 208       |
| Suporte e filtro para Motacam                              | P-1021367  | 252...253 | Transformador regulador (230 V, 50/60 Hz)                                     | P-1002772  | 271       |
| Suporte fixador com manga                                  | P-1002829  | 297       | Transformador Tesla   |            | 231       |
| Suporte giratório de objetos sobre haste                   | P-1003016  | 158       | Transistor FET BF 244, P4W50  | P-1012978  | 208       |
| Suporte K para laser de diodo                              | P-1000868  | 150...151 | Transistor NPN BC 550, P4W50  | P-1012976  | 208       |
| Suporte magnético para refletor de feixe único             | P-1003323  | 147       | Transistor NPN BD 137, P4W50  | P-1012974  | 208       |
| Suporte monocelular, P4W50                                 | P-1012994  | 209       | Transistor PNP BC 560, P4W50  | P-1012977  | 208       |
| Suporte para bastão com isolador                           | P-1001054  | 197       | Transistor PNP BC160, P4W50   | P-1018846  | 208       |
| Suporte para bobinas cilíndricas                           | P-1000964  | 220       | Transistor PNP BD 138, P4W50  | P-1012975  | 208       |
| Suporte para cubeta sobre vara                             | P-1002721  | 175       | Triac BT 137/800, P4W50   | P-1012980  | 208       |
| Suporte para elementos de encaixe                          | P-1018449  | 298       | Trilho de colchão de ar   | P-1021090  | 64        |
| Suporte para elementos de montagem                         | P-1008524  | 196       | Trilho de rolagem, 1,8m   | P-1018102  | 63        |
| Suporte para o dispositivo de lançamento                   | P-1002655  | 70        | Tríodo a gás D  | P-1000653  | 234       |
| Suporte para sonda de campo magnético                      | P-1019212  | 221       | Tríodo a gás S preenchimento com hélio  | P-1000618  | 239       |
| Suporte para VinciLab                                      | P-1021516  | 49        | Tríodo a gás S preenchimento com néon   | P-1000619  | 239       |
| Suporte sobre barra para lentes sem engaste                | P-1003164  | 159       | Tríodo D  | P-1000647  | 234       |
| Suporte sobre haste para prisma de visão direta            | P-1012863  | 158       | Tríodo S  | P-1000614  | 239       |
| Suporte universal sobre 3B-Box                             | P-1010156  | 198...199 | Tripé 150 mm  | P-1002835  | 296       |
| Suportes com pesos de entalhe, conjunto de 3               | P-1000676  | 57        | Tripé 185 mm  | P-1002836  | 296       |
| Suprimento de tensão ±12 V P4W50 (115 V, 50/60 Hz)         | P-1021622  | 209       | Tubinho de reposto para isqueiro pneumático                                   | P-1003570  | 140       |
| Suprimento de tensão ±12 V P4W50 (230 V, 50/60 Hz)         | P-1021621  | 209       | Tubo ascendente para a medição de pressão S                                   | P-1002573  | 117       |
| - T -  |            |           | Tubo com 6 bobinas de indução   | P-1001005  | 225       |
| Tela de projeção   | P-1000608  | 159       | Tubo contador Geiger-Müller   | P-1001035  | 259       |
| Tela de projeção K, branco                                 | P-1000879  | 150...151 | Tubo de Braun   | P-1000901  | 243       |
| Tela de projeção K, transparente                           | P-1000878  | 150...151 | Tubo de cobre para a lei de Lenz  | P-1009716  | 227       |
| Telecomunicação óptica, conjunto de aparelhos              | P-1008674  | 188       | Tubo de cruz de Malta D   | P-1000649  | 233       |
| Tensão de superfície                                       |            | 88        | Tubo de cruz de Malta S   | P-1000011  | 238       |
| Tensores D, par de   | P-1000977  | 230       | Tubo de descarga de gases   | P-1002905  | 242       |
| Teoria da cor  |            | 170       | Tubo de descarga de gases S   | P-1000624  | 242       |
| Termodinâmica  |            | 124       | Tubo de desvio de elétrons D  | P-1000651  | 232       |
| Termoelemento tipo K                                       | P-1021498  | 47        | Tubo de fluorescência de sódio sobre placa de forno                           | P-1000913  | 258       |
| Termoelementos, conjunto de 3                              | P-1017904  | 124, 202  | Tubo de Franck-Hertz com Hg   | P-1003549  | 254...255 |
| Termômetro +10 – 30°C                                      | P-1003387  | 124...125 | Tubo de Franck-Hertz com Ne   | P-4008614  | 254...255 |
| Termômetro -10 – 150°C                                     | P-1003385  | 124...125 | Tubo de Franck-Hertz com Ne sobre base de conexão                             | P-1000912  | 254...255 |
| Termômetro -10°C ... 200°C                                 | P-1003525  | 124...125 |   |            |           |
| Termômetro -20 – 110°C                                     | P-1003384  | 124...125 |   |            |           |
| Termômetro -20 – 110°C / 0 – 230°F                         | P-1003386  | 124...125 |   |            |           |

| Descrição  | Nº de cat. | Página    |
|--|------------|-----------|
| Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (115 V, 50/60 Hz) | P-1006794  | 254...255 |
| Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (230 V, 50/60 Hz) | P-1006795  | 254...255 |
| Tubo de Kundt  | P-1000814  | 103       |
| Tubo de Kundt E  | P-1017339  | 104...105 |
| Tubo de luminescência D  | P-1000648  | 233       |
| Tubo de luminescência S  | P-1000615  | 238       |
| Tubo de oscilações   | P-1002895  | 140       |
| Tubo de potencial crítico S preenchimento com hélio                                | P-1000620  | 256...257 |
| Tubo de potencial S crítico preenchimento com néon                                 | P-1000621  | 256...257 |
| Tubo de raio duplo D   | P-1000654  | 235       |
| Tubo de raio duplo S   | P-1000622  | 240       |
| Tubo de raios catódicos de feixe estreito sobre base de conexão R                  | P-1019957  | 244       |
| Tubo de raios catódicos de feixe estreito T  | P-1008505  | 245       |
| Tubo de reposto para aparelho de raio X  | P-1000664  | 258a      |
| Tubo de ressonância de Quincke   | P-1018475  | 103       |
| Tubo de Thomson S  | P-1000617  | 237       |
| Tubo espectrais ar   | P-1003402  | 176       |
| Tubo espectrais argônio  | P-1003403  | 176       |
| Tubo espectrais bromo  | P-1003404  | 176       |
| Tubo espectrais dióxido de carbono   | P-1003405  | 176       |
| Tubo espectrais cloro  | P-1003406  | 176       |
| Tubo espectrais criptônio  | P-1003411  | 176       |
| Tubo espectrais deutério   | P-1003407  | 176       |
| Tubo espectrais hélio  | P-1003408  | 176       |
| Tubo espectrais hidrogênio   | P-1003409  | 176       |
| Tubo espectrais iodo   | P-1003410  | 176       |
| Tubo espectrais mercúrio   | P-1003412  | 176       |
| Tubo espectrais néon   | P-1003413  | 176       |
| Tubo espectrais nitrogênio   | P-1003414  | 176       |
| Tubo espectrais oxigênio   | P-1003415  | 176       |
| Tubo espectrais vapor de água  | P-1003416  | 176       |
| Tubo espectrais xenônio  | P-1003417  | 176       |
| Tubo para difração de elétrons D   | P-1013885  | 232       |
| Tubo para difração de elétrons S   | P-1013889  | 240       |
| Tubo para polarímetro de 100 mm  | P-1012883  | 175       |
| Tubo para polarímetro de 200 mm  | P-1012884  | 175       |
| Tubo Perrin D  | P-1000650  | 233       |
| Tubo Perrin S  | P-1000616  | 238       |
| Tubos de queda livre   | P-1000801  | 69        |
| Tubos e lâmpadas espectrais  |            | 176       |

| Descrição   | Nº de cat. | Página    |
|---|------------|-----------|
| <b>– U –</b>  |            |           |
| Ultra-som   |            | 111       |
| Ultra-som em corpos sólidos, conjunto                                 | P-1002584  | 114       |
| Unidade de controle para tubos de potencial crítico (115 V, 50/60 Hz) | P-1000633  | 256...257 |
| Unidade de controle para tubos de potencial crítico (230 V, 50/60 Hz) | P-1008506  | 256...257 |
| Unidade de operação e avaliação Nal                                   | P-1008708  | 261       |
| Unidade motriz para máquina de onda (115 V, 50/60 Hz)                 | P-1021443  | 102       |
| Unidade motriz para máquina de onda (230 V, 50/60 Hz)                 | P-1021156  | 102       |
| <b>– V –</b>  |            |           |
| Vácuo   |            | 90        |
| Válvula de medição, DN 16 KF  | P-1018822  | 93        |
| Válvula de ventilação DN 16 KF  | P-1002926  | 93        |
| Vara de apoio, 100 mm   | P-1002932  | 298       |
| Vara de apoio, 1000 mm  | P-1002936  | 298       |
| Vara de apoio, 1500 mm  | P-1002937  | 298       |
| Vara de apoio, 250 mm   | P-1002933  | 298       |
| Vara de apoio, 280 mm, 10 mm Ø  | P-1012848  | 298       |
| Vara de apoio, 400 mm, 10 mm Ø  | P-1012847  | 298       |
| Vara de apoio, 470 mm   | P-1002934  | 298       |
| Vara de apoio, 750 mm   | P-1002935  | 298       |
| Varas de ferro doce   | P-1003090  | 215       |
| Varas metro de madeira, 1 m, jogo de 10                               | P-1003233  | 53        |
| Vasilha eletrolítica  | P-1009884  | 193       |
| Vasos comunicantes  | P-1003509  | 87        |
| VDR Resistência, P2W19  | P-1018841  | 207       |
| Velocidade da luz   |            | 172       |
| Velocidade da luz, aparelho de medição (115 V, 50/60 Hz)              | P-1000881  | 172       |
| Velocidade da luz, aparelho de medição (230 V, 50/60 Hz)              | P-1000882  | 172       |
| Vidriarias  |            | 302       |
| Vidros de relógio, 120 mm, conjunto de 10                             | P-1002869  | 302       |
| Vidros de relógio, 80 mm, conjunto de 10                              | P-1002868  | 302       |
| Vidros para anéis de Newton   | P-1008669  | 160       |
| VinciLab  | P-1021477  | 40        |
| Viscosidade   |            | 88        |
| Viscosímetro de queda livre (esfera)                                  | P-1012827  | 88        |
| Vision Viewer   | P-1003436  | 292       |
| Voltâmetro de Hofmann   | P-1002899  | 212       |
| Voltâmetro de Hofmann S   | P-1003507  | 212       |
| <b>– W –</b>  |            |           |
| Webcam  | P-1021517  | 49        |

| Nº de cat. | Página | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página  | Nº de cat. | Página |
|------------|--------|------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|------------|--------|
| P-1000011  | 238    | P-1000603  | 163       | P-1000642  | 262...263 | P-1000674  | 217     | P-1000704  | 139    |
| P-1000345  | 116    | P-1000604  | 146       | P-1000644  | 236       | P-1000675  | 156     | P-1000705  | 101    |
| P-1000536  | 250    | P-1000605  | 65, 94    | P-1000645  | 236       | P-1000676  | 57      | P-1000706  | 101    |
| P-1000537  | 250    | P-1000606  | 65, 94    | P-1000646  | 234       | P-1000680  | 81, 270 | P-1000707  | 100    |
| P-1000545  | 45     | P-1000607  | 161       | P-1000647  | 234       | P-1000681  | 81, 270 | P-1000730  | 6      |
| P-1000563  | 42, 51 | P-1000608  | 159       | P-1000648  | 233       | P-1000682  | 147     | P-1000731  | 7      |
| P-1000564  | 42     | P-1000611  | 241       | P-1000649  | 233       | P-1000683  | 176     | P-1000732  | 8      |
| P-1000572  | 205    | P-1000613  | 239       | P-1000650  | 233       | P-1000684  | 176     | P-1000733  | 9      |
| P-1000573  | 205    | P-1000614  | 239       | P-1000651  | 232       | P-1000685  | 200     | P-1000734  | 9      |
| P-1000580  | 218    | P-1000615  | 238       | P-1000653  | 234       | P-1000686  | 200     | P-1000735  | 51     |
| P-1000581  | 218    | P-1000616  | 238       | P-1000654  | 235       | P-1000687  | 200     | P-1000738  | 69     |
| P-1000588  | 68     | P-1000617  | 237       | P-1000656  | 236       | P-1000688  | 200     | P-1000740  | 71     |
| P-1000590  | 226    | P-1000618  | 239       | P-1000657  | 258a      | P-1000689  | 200     | P-1000741  | 55     |
| P-1000591  | 220    | P-1000619  | 239       | P-1000660  | 258a      | P-1000690  | 200     | P-1000742  | 52     |
| P-1000592  | 220    | P-1000620  | 256...257 | P-1000661  | 258c      | P-1000694  | 59      | P-1000743  | 52     |
| P-1000596  | 163    | P-1000621  | 256...257 | P-1000664  | 258a      | P-1000695  | 74      | P-1000747  | 80     |
| P-1000597  | 163    | P-1000622  | 240       | P-1000665  | 258c      | P-1000698  | 74      | P-1000748  | 80     |
| P-1000598  | 163    | P-1000624  | 242       | P-1000666  | 258b      | P-1000699  | 59      | P-1000752  | 84     |
| P-1000599  | 163    | P-1000633  | 256...257 | P-1000667  | 258b      | P-1000700  | 108     | P-1000754  | 84     |
| P-1000600  | 163    | P-1000637  | 262...263 | P-1000668  | 258h      | P-1000701  | 100     | P-1000755  | 76     |
| P-1000601  | 163    | P-1000638  | 262...263 | P-1000669  | 258h      | P-1000702  | 100     | P-1000756  | 76     |
| P-1000602  | 162    | P-1000640  | 262...263 | P-1000670  | 258h      | P-1000703  | 100     | P-1000758  | 94     |

| Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página  | Nº de cat. | Página  | Nº de cat. | Página    |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|------------|---------|------------|-----------|
| P-1000760  | 94        | P-1000902  | 243       | P-1001044  | 296     | P-1002712  | 213     | P-1002871  | 302       |
| P-1000761  | 94        | P-1000906  | 225       | P-1001045  | 296     | P-1002713  | 213     | P-1002872  | 302       |
| P-1000762  | 75        | P-1000912  | 254...255 | P-1001046  | 296     | P-1002714  | 213     | P-1002873  | 302       |
| P-1000763  | 75        | P-1000913  | 258       | P-1001048  | 289     | P-1002715  | 213     | P-1002874  | 84        |
| P-1000764  | 75        | P-1000915  | 251       | P-1001049  | 131     | P-1002719  | 211     | P-1002875  | 84        |
| P-1000765  | 95        | P-1000916  | 251       | P-1001052  | 56      | P-1002721  | 175     | P-1002876  | 84        |
| P-1000766  | 85        | P-1000917  | 250       | P-1001054  | 197     | P-1002722  | 29, 259 | P-1002877  | 122       |
| P-1000768  | 83        | P-1000918  | 260       | P-1001055  | 303     | P-1002726  | 280     | P-1002879  | 124...125 |
| P-1000769  | 56        | P-1000920  | 261       | P-1001057  | 174     | P-1002730  | 201     | P-1002880  | 124...125 |
| P-1000770  | 56        | P-1000921  | 260       | P-1002571  | 117     | P-1002731  | 201     | P-1002881  | 124...125 |
| P-1000771  | 56        | P-1000923  | 191       | P-1002572  | 117     | P-1002732  | 201     | P-1002882  | 135       |
| P-1000781  | 72        | P-1000925  | 219       | P-1002573  | 117     | P-1002733  | 201     | P-1002884  | 175       |
| P-1000782  | 72        | P-1000926  | 219       | P-1002574  | 116     | P-1002734  | 201     | P-1002885  | 175       |
| P-1000783  | 72        | P-1000927  | 219       | P-1002575  | 118     | P-1002735  | 201     | P-1002889  | 132       |
| P-1000786  | 55        | P-1000928  | 219       | P-1002576  | 112     | P-1002736  | 201     | P-1002891  | 87        |
| P-1000789  | 15        | P-1000929  | 214       | P-1002577  | 112     | P-1002737  | 201     | P-1002892  | 86        |
| P-1000790  | 69        | P-1000936  | 195       | P-1002578  | 112     | P-1002746  | 301     | P-1002894  | 140       |
| P-1000791  | 83        | P-1000938  | 192       | P-1002579  | 112     | P-1002748  | 301     | P-1002895  | 140       |
| P-1000792  | 86        | P-1000942  | 218       | P-1002582  | 117     | P-1002749  | 301     | P-1002897  | 213       |
| P-1000793  | 87, 303   | P-1000943  | 214       | P-1002584  | 114     | P-1002750  | 301     | P-1002898  | 212       |
| P-1000794  | 87        | P-1000946  | 196       | P-1002585  | 114     | P-1002751  | 301     | P-1002899  | 212       |
| P-1000796  | 85        | P-1000947  | 196       | P-1002586  | 114     | P-1002752  | 301     | P-1002903  | 133       |
| P-1000797  | 88        | P-1000948  | 197       | P-1002587  | 114     | P-1002769  | 272     | P-1002904  | 87        |
| P-1000798  | 92        | P-1000949  | 196       | P-1002588  | 115     | P-1002771  | 274     | P-1002905  | 242       |
| P-1000801  | 69        | P-1000950  | 196       | P-1002589  | 115     | P-1002772  | 271     | P-1002911  | 179       |
| P-1000804  | 110       | P-1000951  | 196       | P-1002590  | 115     | P-1002778  | 285     | P-1002917  | 162       |
| P-1000805  | 108       | P-1000953  | 196       | P-1002591  | 147     | P-1002779  | 285     | P-1002919  | 93        |
| P-1000806  | 110       | P-1000954  | 196       | P-1002592  | 147     | P-1002780  | 285     | P-1002923  | 93        |
| P-1000807  | 99        | P-1000955  | 196       | P-1002594  | 141     | P-1002781  | 282     | P-1002924  | 93        |
| P-1000808  | 101       | P-1000956  | 196       | P-1002597  | 137     | P-1002783  | 282     | P-1002925  | 93        |
| P-1000811  | 111       | P-1000957  | 196       | P-1002598  | 143     | P-1002784  | 283     | P-1002926  | 93        |
| P-1000812  | 111       | P-1000958  | 196       | P-1002599  | 143     | P-1002785  | 282     | P-1002927  | 93        |
| P-1000814  | 103       | P-1000959  | 196       | P-1002600  | 52      | P-1002786  | 280     | P-1002928  | 93        |
| P-1000815  | 103       | P-1000960  | 196       | P-1002601  | 52      | P-1002787  | 280     | P-1002929  | 93        |
| P-1000816  | 13        | P-1000961  | 196       | P-1002602  | 52      | P-1002788  | 280     | P-1002930  | 93        |
| P-1000817  | 142       | P-1000962  | 196       | P-1002603  | 52      | P-1002789  | 280     | P-1002931  | 93        |
| P-1000819  | 144       | P-1000964  | 220       | P-1002604  | 59      | P-1002790  | 280     | P-1002932  | 298       |
| P-1000820  | 144       | P-1000965  | 220       | P-1002605  | 109     | P-1002791  | 127     | P-1002933  | 298       |
| P-1000822  | 129       | P-1000966  | 231       | P-1002606  | 108     | P-1002793  | 127     | P-1002934  | 298       |
| P-1000823  | 128       | P-1000967  | 231       | P-1002607  | 108     | P-1002794  | 127     | P-1002935  | 298       |
| P-1000824  | 134       | P-1000968  | 224       | P-1002608  | 108     | P-1002795  | 122     | P-1002936  | 298       |
| P-1000827  | 130       | P-1000972  | 192       | P-1002609  | 108     | P-1002799  | 126     | P-1002937  | 298       |
| P-1000828  | 130       | P-1000976  | 228       | P-1002610  | 109     | P-1002802  | 285     | P-1002939  | 68        |
| P-1000829  | 130       | P-1000977  | 230       | P-1002611  | 109     | P-1002803  | 125     | P-1002940  | 59        |
| P-1000830  | 131       | P-1000978  | 230       | P-1002612  | 109     | P-1002804  | 124     | P-1002941  | 296       |
| P-1000831  | 130       | P-1000979  | 230       | P-1002613  | 108     | P-1002805  | 124     | P-1002942  | 296       |
| P-1000832  | 303       | P-1000980  | 229       | P-1002614  | 109     | P-1002806  | 289     | P-1002943  | 296       |
| P-1000833  | 303       | P-1000981  | 229       | P-1002615  | 109     | P-1002807  | 289     | P-1002944  | 60        |
| P-1000834  | 303       | P-1000982  | 229       | P-1002619  | 92, 303 | P-1002808  | 289     | P-1002945  | 55        |
| P-1000835  | 134       | P-1000983  | 229       | P-1002620  | 92, 303 | P-1002809  | 51      | P-1002946  | 55        |
| P-1000837  | 121       | P-1000984  | 228       | P-1002622  | 303     | P-1002810  | 51      | P-1002947  | 52        |
| P-1000839  | 120       | P-1000985  | 228       | P-1002628  | 154     | P-1002811  | 51      | P-1002950  | 59        |
| P-1000841  | 152       | P-1000986  | 228       | P-1002629  | 154     | P-1002827  | 297     | P-1002951  | 53        |
| P-1000842  | 152       | P-1000987  | 228       | P-1002630  | 154     | P-1002828  | 297     | P-1002952  | 84        |
| P-1000843  | 152       | P-1000988  | 228       | P-1002632  | 155     | P-1002829  | 297     | P-1002953  | 84        |
| P-1000844  | 152       | P-1000989  | 228       | P-1002635  | 154     | P-1002830  | 297     | P-1002954  | 84        |
| P-1000845  | 152       | P-1000990  | 228       | P-1002637  | 154     | P-1002831  | 297     | P-1002955  | 84        |
| P-1000846  | 162       | P-1000991  | 228       | P-1002639  | 154     | P-1002832  | 297     | P-1002956  | 81        |
| P-1000848  | 161       | P-1000992  | 229       | P-1002644  | 154     | P-1002833  | 297     | P-1002957  | 86        |
| P-1000850  | 150...151 | P-1000993  | 226       | P-1002646  | 155     | P-1002834  | 296     | P-1002959  | 110       |
| P-1000852  | 177, 251  | P-1000994  | 204       | P-1002649  | 160     | P-1002835  | 296     | P-1002960  | 110       |
| P-1000853  | 156       | P-1000995  | 197       | P-1002651  | 183     | P-1002836  | 296     | P-1002963  | 190       |
| P-1000854  | 156       | P-1000999  | 230       | P-1002652  | 183     | P-1002837  | 155     | P-1002964  | 190       |
| P-1000855  | 158       | P-1001000  | 230       | P-1002653  | 86      | P-1002838  | 299     | P-1002965  | 190       |
| P-1000856  | 158       | P-1001001  | 230       | P-1002654  | 70      | P-1002839  | 299     | P-1002967  | 190       |
| P-1000857  | 157       | P-1001002  | 230       | P-1002655  | 70      | P-1002840  | 299     | P-1002970  | 197       |
| P-1000862  | 150...151 | P-1001003  | 230       | P-1002656  | 71      | P-1002841  | 299     | P-1002975  | 218       |
| P-1000863  | 150...151 | P-1001004  | 230       | P-1002657  | 71      | P-1002843  | 300     | P-1002976  | 218       |
| P-1000865  | 150, 270  | P-1001005  | 225       | P-1002658  | 128     | P-1002847  | 299     | P-1002977  | 131       |
| P-1000866  | 150, 270  | P-1001006  | 272       | P-1002659  | 128     | P-1002848  | 300     | P-1002978  | 131       |
| P-1000868  | 150...151 | P-1001007  | 272       | P-1002660  | 223     | P-1002849  | 300     | P-1002983  | 170       |
| P-1000869  | 150...151 | P-1001012  | 275       | P-1002661  | 223     | P-1002850  | 299     | P-1002984  | 146       |
| P-1000871  | 150...151 | P-1001014  | 270       | P-1002662  | 223     | P-1002851  | 300     | P-1002985  | 146       |
| P-1000878  | 150...151 | P-1001024  | 192       | P-1002670  | 138     | P-1002858  | 166     | P-1002986  | 146       |
| P-1000879  | 150...151 | P-1001025  | 192       | P-1002671  | 139     | P-1002859  | 166     | P-1002987  | 146       |
| P-1000880  | 195       | P-1001026  | 192       | P-1002672  | 139     | P-1002860  | 166     | P-1002988  | 146       |
| P-1000881  | 172       | P-1001027  | 191       | P-1002689  | 36, 121 | P-1002861  | 166     | P-1002989  | 146       |
| P-1000882  | 172       | P-1001028  | 287       | P-1002702  | 55      | P-1002862  | 167     | P-1002990  | 146       |
| P-1000885  | 162       | P-1001032  | 51, 259   | P-1002703  | 55      | P-1002863  | 166     | P-1002992  | 146       |
| P-1000886  | 161       | P-1001033  | 51, 259   | P-1002704  | 55      | P-1002864  | 166     | P-1002993  | 149       |
| P-1000887  | 150...151 | P-1001034  | 51, 286   | P-1002705  | 170     | P-1002865  | 166     | P-1003009  | 51        |
| P-1000889  | 163       | P-1001035  | 259       | P-1002707  | 192     | P-1002866  | 184     | P-1003010  | 126       |
| P-1000891  | 163       | P-1001038  | 277       | P-1002708  | 192     | P-1002867  | 83      | P-1003011  | 122       |
| P-1000894  | 120       | P-1001040  | 288       | P-1002709  | 192     | P-1002868  | 302     | P-1003012  | 84        |
| P-1000895  | 167       | P-1001041  | 101       | P-1002710  | 298     | P-1002869  | 302     | P-1003013  | 124...125 |
| P-1000901  | 243       | P-1001043  | 296       | P-1002711  | 213     | P-1002870  | 302     | P-1003014  | 124...125 |

| Nº de cat. | Página | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    |
|------------|--------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| P-1003016  | 158    | P-1003180  | 163       | P-1003406  | 176       | P-1006791  | 152       | P-1009714  | 86        |
| P-1003017  | 159    | P-1003181  | 163       | P-1003407  | 176       | P-1006794  | 254...255 | P-1009715  | 87        |
| P-1003019  | 159    | P-1003183  | 178       | P-1003408  | 176       | P-1006795  | 254...255 | P-1009716  | 227       |
| P-1003022  | 157    | P-1003184  | 178       | P-1003409  | 176       | P-1006796  | 258       | P-1009718  | 58        |
| P-1003023  | 157    | P-1003185  | 165       | P-1003410  | 176       | P-1006797  | 29, 260   | P-1009733  | 155       |
| P-1003024  | 157    | P-1003186  | 165       | P-1003411  | 176       | P-1006798  | 195       | P-1009738  | 54        |
| P-1003025  | 157    | P-1003187  | 149       | P-1003412  | 176       | P-1006799  | 217       | P-1009739  | 54        |
| P-1003026  | 157    | P-1003189  | 171       | P-1003413  | 176       | P-1006804  | 28...29   | P-1009740  | 54        |
| P-1003027  | 157    | P-1003190  | 302       | P-1003414  | 176       | P-1006813  | 192       | P-1009741  | 54        |
| P-1003028  | 157    | P-1003191  | 149       | P-1003415  | 176       | P-1006858  | 204       | P-1009760  | 264...265 |
| P-1003029  | 157    | P-1003192  | 217       | P-1003416  | 176       | P-1006889  | 53        | P-1009764  | 121       |
| P-1003031  | 157    | P-1003193  | 220       | P-1003417  | 176       | P-1007027  | 88, 303   | P-1009765  | 218       |
| P-1003032  | 157    | P-1003194  | 226       | P-1003419  | 294       | P-1007112  | 63, 303   | P-1009810  | 264...265 |
| P-1003033  | 157    | P-1003195  | 176       | P-1003421  | 294       | P-1008500  | 141       | P-1009843  | 200       |
| P-1003034  | 159    | P-1003197  | 176       | P-1003433  | 295       | P-1008505  | 245       | P-1009844  | 200       |
| P-1003036  | 153    | P-1003201  | 156       | P-1003434  | 295       | P-1008506  | 256...257 | P-1009861  | 150...151 |
| P-1003038  | 155    | P-1003202  | 156       | P-1003436  | 292       | P-1008507  | 236       | P-1009863  | 150...151 |
| P-1003039  | 153    | P-1003203  | 158       | P-1003491  | 102       | P-1008508  | 258c      | P-1009864  | 150...151 |
| P-1003040  | 153    | P-1003204  | 164       | P-1003492  | 102       | P-1008513  | 59        | P-1009865  | 150...151 |
| P-1003041  | 153    | P-1003208  | 90        | P-1003494  | 34        | P-1008516  | 142       | P-1009866  | 150...151 |
| P-1003042  | 153    | P-1003210  | 56        | P-1003495  | 86        | P-1008518  | 150...151 | P-1009883  | 12        |
| P-1003043  | 153    | P-1003212  | 56        | P-1003496  | 90        | P-1008519  | 150...151 | P-1009884  | 193       |
| P-1003044  | 153    | P-1003213  | 62        | P-1003497  | 133       | P-1008522  | 264...265 | P-1009885  | 200       |
| P-1003048  | 191    | P-1003214  | 56        | P-1003498  | 84        | P-1008523  | 135       | P-1009886  | 200       |
| P-1003049  | 148    | P-1003216  | 62        | P-1003499  | 85        | P-1008524  | 196       | P-1009887  | 200       |
| P-1003050  | 148    | P-1003217  | 62        | P-1003500  | 85        | P-1008525  | 230       | P-1009888  | 111       |
| P-1003051  | 148    | P-1003218  | 62        | P-1003501  | 85        | P-1008527  | 14        | P-1009924  | 110       |
| P-1003052  | 148    | P-1003221  | 62        | P-1003502  | 34        | P-1008528  | 16...17   | P-1009925  | 150...151 |
| P-1003053  | 169    | P-1003222  | 62        | P-1003505  | 143       | P-1008530  | 22...23   | P-1009926  | 150...151 |
| P-1003054  | 189    | P-1003223  | 62        | P-1003507  | 212       | P-1008531  | 22...23   | P-1009927  | 150...151 |
| P-1003055  | 189    | P-1003224  | 61        | P-1003508  | 212       | P-1008532  | 18        | P-1009929  | 150...151 |
| P-1003056  | 148    | P-1003226  | 56        | P-1003509  | 87        | P-1008534  | 273       | P-1009931  | 32        |
| P-1003057  | 149    | P-1003227  | 56        | P-1003510  | 87        | P-1008535  | 273       | P-1009932  | 32        |
| P-1003058  | 149    | P-1003228  | 56        | P-1003511  | 132       | P-1008537  | 288       | P-1009934  | 264...265 |
| P-1003059  | 160    | P-1003229  | 56        | P-1003512  | 133       | P-1008539  | 62        | P-1009935  | 230       |
| P-1003061  | 181    | P-1003230  | 75        | P-1003515  | 55        | P-1008540  | 100       | P-1009942  | 60        |
| P-1003062  | 201    | P-1003231  | 35        | P-1003516  | 99        | P-1008575  | 116       | P-1009943  | 91        |
| P-1003063  | 201    | P-1003232  | 195       | P-1003518  | 53, 302   | P-1008629  | 258f...g  | P-1009946  | 152       |
| P-1003064  | 201    | P-1003233  | 53        | P-1003519  | 85        | P-1008631  | 283       | P-1009948  | 245       |
| P-1003065  | 201    | P-1003235  | 77        | P-1003520  | 110       | P-1008632  | 184...187 | P-1009949  | 200       |
| P-1003066  | 201    | P-1003237  | 220       | P-1003521  | 110       | P-1008634  | 184...187 | P-1009950  | 96...97   |
| P-1003067  | 201    | P-1003251  | 222       | P-1003522  | 110       | P-1008635  | 184...187 | P-1009951  | 96...97   |
| P-1003068  | 201    | P-1003253  | 129       | P-1003523  | 110       | P-1008636  | 184...187 | P-1009956  | 276       |
| P-1003069  | 201    | P-1003254  | 129       | P-1003524  | 102       | P-1008637  | 184...187 | P-1009957  | 276       |
| P-1003078  | 178    | P-1003255  | 129       | P-1003525  | 124...125 | P-1008638  | 184...187 | P-1009959  | 227       |
| P-1003079  | 162    | P-1003256  | 129       | P-1003526  | 124...125 | P-1008639  | 184...187 | P-1009960  | 236       |
| P-1003080  | 162    | P-1003257  | 129       | P-1003528  | 124       | P-1008640  | 184...187 | P-1009961  | 236       |
| P-1003081  | 163    | P-1003258  | 129       | P-1003531  | 178       | P-1008641  | 184...187 | P-1009962  | 191       |
| P-1003082  | 162    | P-1003307  | 274       | P-1003532  | 150...151 | P-1008642  | 184...187 | P-1009963  | 191       |
| P-1003084  | 165    | P-1003308  | 274       | P-1003533  | 150...151 | P-1008646  | 184...187 | P-1009964  | 191       |
| P-1003085  | 214    | P-1003309  | 274       | P-1003534  | 302       | P-1008648  | 184...187 | P-1010114  | 302       |
| P-1003086  | 214    | P-1003310  | 274       | P-1003536  | 120       | P-1008651  | 184...187 | P-1010125  | 90        |
| P-1003088  | 214    | P-1003311  | 274       | P-1003537  | 176       | P-1008652  | 167       | P-1010126  | 90        |
| P-1003089  | 214    | P-1003312  | 274       | P-1003539  | 176       | P-1008653  | 139       | P-1010132  | 198...199 |
| P-1003090  | 215    | P-1003315  | 271       | P-1003541  | 176       | P-1008654  | 139       | P-1010137  | 197       |
| P-1003091  | 215    | P-1003316  | 271       | P-1003543  | 176       | P-1008659  | 160       | P-1010138  | 198...199 |
| P-1003092  | 218    | P-1003317  | 92        | P-1003544  | 176       | P-1008661  | 58        | P-1010139  | 198...199 |
| P-1003093  | 217    | P-1003321  | 146       | P-1003545  | 176       | P-1008662  | 82        | P-1010140  | 197       |
| P-1003095  | 217    | P-1003322  | 146       | P-1003546  | 176       | P-1008663  | 82        | P-1010141  | 197       |
| P-1003096  | 215    | P-1003323  | 147       | P-1003549  | 254...255 | P-1008664  | 164       | P-1010142  | 197       |
| P-1003101  | 133    | P-1003324  | 147       | P-1003554  | 214       | P-1008665  | 164       | P-1010143  | 197       |
| P-1003102  | 54     | P-1003331  | 287       | P-1003555  | 216       | P-1008666  | 164       | P-1010144  | 197       |
| P-1003103  | 54     | P-1003332  | 287       | P-1003556  | 214       | P-1008668  | 158       | P-1010145  | 197       |
| P-1003104  | 54, 60 | P-1003334  | 126       | P-1003557  | 271       | P-1008669  | 160       | P-1010146  | 198...199 |
| P-1003105  | 54, 60 | P-1003335  | 126       | P-1003558  | 271       | P-1008670  | 165       | P-1010152  | 198...199 |
| P-1003106  | 54     | P-1003337  | 58        | P-1003560  | 273       | P-1008671  | 165       | P-1010154  | 198...199 |
| P-1003107  | 54, 60 | P-1003339  | 172       | P-1003562  | 272       | P-1008672  | 165       | P-1010155  | 198...199 |
| P-1003108  | 54     | P-1003368  | 51        | P-1003565  | 289       | P-1008673  | 179       | P-1010156  | 198...199 |
| P-1003109  | 55     | P-1003369  | 51        | P-1003566  | 289       | P-1008674  | 188       | P-1010157  | 198...199 |
| P-1003110  | 54     | P-1003370  | 54        | P-1003569  | 140       | P-1008675  | 188       | P-1010158  | 198...199 |
| P-1003112  | 214    | P-1003371  | 54        | P-1003570  | 140       | P-1008676  | 278       | P-1010168  | 57        |
| P-1003114  | 214    | P-1003372  | 54        | P-1003571  | 150...151 | P-1008687  | 99        | P-1010175  | 170       |
| P-1003157  | 177    | P-1003373  | 54        | P-1003593  | 231, 273  | P-1008691  | 273       | P-1010181  | 301       |
| P-1003158  | 177    | P-1003374  | 54        | P-1003649  | 258b      | P-1008692  | 231, 293  | P-1010189  | 57        |
| P-1003159  | 177    | P-1003375  | 54        | P-1003806  | 35        | P-1008695  | 279       | P-1010190  | 198...199 |
| P-1003161  | 177    | P-1003376  | 55        | P-1005278  | 249       | P-1008696  | 175       | P-1010191  | 198...199 |
| P-1003162  | 177    | P-1003382  | 130       | P-1005279  | 248       | P-1008707  | 261       | P-1010192  | 198...199 |
| P-1003163  | 177    | P-1003383  | 133       | P-1005290  | 248       | P-1008708  | 261       | P-1010194  | 170       |
| P-1003164  | 159    | P-1003384  | 124...125 | P-1005291  | 249       | P-1009497  | 184...187 | P-1010195  | 197       |
| P-1003165  | 156    | P-1003385  | 124...125 | P-1005406  | 291       | P-1009545  | 270       | P-1010196  | 197       |
| P-1003166  | 91     | P-1003386  | 124...125 | P-1005408  | 156       | P-1009695  | 73        | P-1010197  | 197       |
| P-1003169  | 91     | P-1003387  | 124...125 | P-1006494  | 52        | P-1009696  | 150...151 | P-1010198  | 197       |
| P-1003170  | 91     | P-1003402  | 176       | P-1006769  | 131       | P-1009699  | 150...151 | P-1010199  | 197       |
| P-1003177  | 162    | P-1003403  | 176       | P-1006780  | 270       | P-1009700  | 33        | P-1010214  | 53        |
| P-1003178  | 163    | P-1003404  | 176       | P-1006784  | 95        | P-1009701  | 33        | P-1010217  | 52        |
| P-1003179  | 163    | P-1003405  | 176       | P-1006785  | 73        | P-1009710  | 215       | P-1010219  | 126       |

| Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    | Nº de cat. | Página    |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| P-1010234  | 57        | P-1012920  | 206       | P-1013889  | 240       | P-1018617  | 114       | P-1021441  | 290       |
| P-1010248  | 123       | P-1012921  | 206       | P-1013905  | 204       | P-1018618  | 114       | P-1021443  | 102       |
| P-1010250  | 122       | P-1012922  | 206       | P-1013906  | 204       | P-1018619  | 114       | P-1021477  | 40        |
| P-1010252  | 289       | P-1012923  | 206       | P-1013907  | 246       | P-1018624  | 34        | P-1021478  | 41        |
| P-1010255  | 289       | P-1012924  | 206       | P-1014520  | 106       | P-1018750  | 301       | P-1021497  | 47        |
| P-1010300  | 150...151 | P-1012925  | 206       | P-1014521  | 106       | P-1018751  | 266       | P-1021498  | 47        |
| P-1011346  | 198...199 | P-1012926  | 206       | P-1014525  | 241       | P-1018752  | 266       | P-1021499  | 46        |
| P-1011739  | 289       | P-1012927  | 206       | P-1014529  | 26...27   | P-1018787  | 89        | P-1021500  | 49        |
| P-1012399  | 155       | P-1012928  | 206       | P-1014616  | 294       | P-1018820  | 168       | P-1021502  | 48        |
| P-1012400  | 154       | P-1012929  | 206       | P-1014617  | 182       | P-1018822  | 93        | P-1021503  | 48        |
| P-1012401  | 154       | P-1012930  | 206       | P-1014618  | 166       | P-1018832  | 283       | P-1021504  | 49        |
| P-1012467  | 154       | P-1012931  | 206       | P-1014620  | 164       | P-1018837  | 207       | P-1021505  | 49        |
| P-1012514  | 93        | P-1012932  | 206       | P-1014621  | 164       | P-1018839  | 207       | P-1021510  | 46        |
| P-1012694  | 198...199 | P-1012933  | 206       | P-1014622  | 161       | P-1018841  | 207       | P-1021511  | 46        |
| P-1012695  | 198...199 | P-1012934  | 208       | P-1016651  | 26...27   | P-1018842  | 207       | P-1021512  | 48        |
| P-1012696  | 198...199 | P-1012935  | 208       | P-1016652  | 24...25   | P-1018844  | 207       | P-1021513  | 46        |
| P-1012697  | 198...199 | P-1012936  | 208       | P-1017213  | 10...11   | P-1018845  | 208       | P-1021514  | 48        |
| P-1012698  | 198...199 | P-1012937  | 208       | P-1017284  | 182       | P-1018846  | 208       | P-1021515  | 48        |
| P-1012699  | 198...199 | P-1012938  | 208       | P-1017329  | 136       | P-1018847  | 208       | P-1021516  | 49        |
| P-1012741  | 123       | P-1012939  | 208       | P-1017330  | 136       | P-1018874  | 296       | P-1021517  | 49        |
| P-1012801  | 137       | P-1012940  | 207       | P-1017331  | 136       | P-1018882  | 247       | P-1021518  | 37        |
| P-1012816  | 284       | P-1012941  | 207       | P-1017332  | 68        | P-1018884  | 247       | P-1021522  | 37        |
| P-1012817  | 284       | P-1012942  | 207       | P-1017333  | 106       | P-1018889  | 215       | P-1021524  | 37        |
| P-1012818  | 254...255 | P-1012943  | 206       | P-1017334  | 106       | P-1019180  | 65        | P-1021532  | 47        |
| P-1012819  | 254...255 | P-1012944  | 206       | P-1017337  | 276       | P-1019196  | 180...181 | P-1021533  | 47        |
| P-1012820  | 258       | P-1012945  | 206       | P-1017338  | 276       | P-1019212  | 221       | P-1021534  | 42        |
| P-1012827  | 88        | P-1012946  | 206       | P-1017339  | 104...105 | P-1019216  | 258b      | P-1021536  | 247       |
| P-1012830  | 92, 303   | P-1012947  | 206       | P-1017340  | 104...105 | P-1019218  | 300       | P-1021621  | 209       |
| P-1012831  | 92, 303   | P-1012948  | 206       | P-1017341  | 106       | P-1019219  | 299       | P-1021622  | 209       |
| P-1012832  | 286       | P-1012949  | 206       | P-1017342  | 104...105 | P-1019234  | 275       | P-1021623  | 66...67   |
| P-1012833  | 286       | P-1012950  | 206       | P-1017344  | 106       | P-1019300  | 65        | P-1021624  | 67        |
| P-1012836  | 248       | P-1012951  | 206       | P-1017366  | 140       | P-1019301  | 65        | P-1021626  | 67        |
| P-1012837  | 249       | P-1012952  | 206       | P-1017531  | 76        | P-1019304  | 247       | P-1021628  | 67        |
| P-1012844  | 78...79   | P-1012953  | 206       | P-1017579  | 136, 271  | P-1019388  | 266       | P-1021630  | 67        |
| P-1012847  | 298       | P-1012954  | 206       | P-1017591  | 98        | P-1019957  | 244       | P-1021647  | 83        |
| P-1012848  | 298       | P-1012955  | 206       | P-1017655  | 246       | P-1020138  | 275       | P-1021669  | 288       |
| P-1012849  | 79, 298   | P-1012956  | 206       | P-1017716  | 300       | P-1020250  | 291       | P-1021671  | 288       |
| P-1012850  | 78...79   | P-1012957  | 206       | P-1017718  | 300       | P-1020595  | 270       | P-1021672  | 20...21   |
| P-1012851  | 78...79   | P-1012958  | 206       | P-1017725  | 275       | P-1020599  | 267...269 | P-1021673  | 41        |
| P-1012853  | 78...79   | P-1012959  | 206       | P-1017729  | 135       | P-1020600  | 267...269 | P-1021674  | 43        |
| P-1012854  | 78...79   | P-1012960  | 206       | P-1017730  | 135       | P-1020601  | 267...269 | P-1021675  | 43        |
| P-1012855  | 92        | P-1012961  | 207       | P-1017731  | 30        | P-1020602  | 267...269 | P-1021676  | 43        |
| P-1012856  | 92        | P-1012962  | 207       | P-1017732  | 30        | P-1020603  | 267...269 | P-1021677  | 43        |
| P-1012857  | 274       | P-1012963  | 207       | P-1017734  | 31        | P-1020605  | 267...269 | P-1021678  | 44        |
| P-1012859  | 229       | P-1012964  | 207       | P-1017735  | 31        | P-1020630  | 155       | P-1021679  | 44        |
| P-1012860  | 173       | P-1012965  | 207       | P-1017780  | 210       | P-1020742  | 266, 287  | P-1021680  | 44        |
| P-1012861  | 173       | P-1012966  | 207       | P-1017781  | 210       | P-1020744  | 266, 287  | P-1021681  | 44        |
| P-1012862  | 131       | P-1012967  | 207       | P-1017782  | 119       | P-1020769  | 145       | P-1021682  | 44        |
| P-1012863  | 158       | P-1012968  | 207       | P-1017783  | 119       | P-1020809  | 91        | P-1021683  | 42        |
| P-1012865  | 284       | P-1012969  | 207       | P-1017784  | 119       | P-1020857  | 278       | P-1021684  | 44        |
| P-1012868  | 258h      | P-1012970  | 207       | P-1017785  | 119       | P-1020859  | 295       | P-1021685  | 45        |
| P-1012869  | 116       | P-1012971  | 207       | P-1017801  | 224       | P-1020860  | 295       | P-1021686  | 19        |
| P-1012870  | 140       | P-1012972  | 207       | P-1017806  | 206       | P-1020903  | 252...253 | P-1021687  | 19        |
| P-1012871  | 258d...e  | P-1012973  | 207       | P-1017870  | 297       | P-1020907  | 53        | P-1021688  | 48        |
| P-1012872  | 57        | P-1012974  | 208       | P-1017874  | 184...187 | P-1020908  | 127       | P-1021719  | 171       |
| P-1012873  | 300       | P-1012975  | 208       | P-1017875  | 134       | P-1020909  | 127       | P-1021766  | 45        |
| P-1012880  | 118       | P-1012976  | 208       | P-1017879  | 184       | P-1020910  | 279       | P-1021790  | 36        |
| P-1012883  | 175       | P-1012977  | 208       | P-1017895  | 280       | P-1020911  | 279       | P-1021797  | 47, 144   |
| P-1012884  | 175       | P-1012978  | 208       | P-1017897  | 128       | P-1020912  | 277       | P-1021798  | 45        |
| P-1012885  | 175       | P-1012979  | 208       | P-1017898  | 128       | P-1020913  | 277       | P-1021799  | 194       |
| P-1012886  | 137       | P-1012980  | 208       | P-1017899  | 128       | P-1021079  | 295       | P-1021806  | 73, 227   |
| P-1012887  | 137       | P-1012981  | 208       | P-1017904  | 124, 202  | P-1021090  | 64        | P-1021822  | 222       |
| P-1012889  | 213       | P-1012982  | 208       | P-1018001  | 132       | P-1021091  | 272       | P-1021824  | 57, 83    |
| P-1012890  | 213       | P-1012983  | 207       | P-1018065  | 193, 302  | P-1021092  | 272       | P-4000036  | 132, 302  |
| P-1012892  | 288       | P-1012984  | 207       | P-1018075  | 69        | P-1021155  | 129       | P-4003748  | 71        |
| P-1012894  | 260       | P-1012985  | 209       | P-1018102  | 63        | P-1021156  | 102       | P-4003876  | 60        |
| P-1012899  | 270       | P-1012986  | 209       | P-1018103  | 180...181 | P-1021162  | 247, 292  | P-4003987  | 152       |
| P-1012900  | 270       | P-1012987  | 209       | P-1018104  | 180...181 | P-1021164  | 292       | P-4004002  | 152       |
| P-1012902  | 206       | P-1012988  | 207       | P-1018106  | 181       | P-1021167  | 293       | P-4004057  | 152       |
| P-1012903  | 206       | P-1012989  | 207       | P-1018347  | 294       | P-1021249  | 290       | P-4008112  | 97        |
| P-1012904  | 206       | P-1012990  | 207       | P-1018439  | 197       | P-1021250  | 179, 290  | P-4008308  | 104...105 |
| P-1012905  | 206       | P-1012991  | 208       | P-1018448  | 69, 298   | P-1021252  | 293       | P-4008573  | 241       |
| P-1012906  | 206       | P-1012992  | 208       | P-1018449  | 298       | P-1021347  | 202       | P-4008614  | 254...255 |
| P-1012907  | 206       | P-1012993  | 208       | P-1018466  | 77        | P-1021353  | 252...253 | P-5006578  | 269       |
| P-1012908  | 206       | P-1012994  | 209       | P-1018468  | 107       | P-1021364  | 252...253 | P-5006663  | 167       |
| P-1012909  | 206       | P-1012995  | 207       | P-1018469  | 107       | P-1021365  | 252...253 |            |           |
| P-1012910  | 206       | P-1013123  | 216       | P-1018471  | 35        | P-1021366  | 252...253 |            |           |
| P-1012911  | 206       | P-1013131  | 225       | P-1018475  | 103       | P-1021367  | 252...253 |            |           |
| P-1012912  | 206       | P-1013228  | 74        | P-1018476  | 24...25   | P-1021369  | 190       |            |           |
| P-1012913  | 206       | P-1013393  | 174       | P-1018478  | 221       | P-1021376  | 293       |            |           |
| P-1012914  | 206       | P-1013412  | 275       | P-1018527  | 89        | P-1021405  | 194       |            |           |
| P-1012915  | 206       | P-1013526  | 281       | P-1018528  | 89        | P-1021406  | 194       |            |           |
| P-1012916  | 206       | P-1013527  | 281       | P-1018550  | 89        | P-1021409  | 176       |            |           |
| P-1012917  | 206       | P-1013825  | 198...199 | P-1018551  | 107       | P-1021413  | 203       |            |           |
| P-1012918  | 206       | P-1013843  | 245       | P-1018597  | 56        | P-1021435  | 203       |            |           |
| P-1012919  | 206       | P-1013885  | 232       | P-1018616  | 113       | P-1021440  | 290       |            |           |

## Vantagens dos preparados animais 3B Scientific®

- Preparados animais reais e completos
- Não foram criados ou mortos seres vivos para finalidade da preparação
- Utilização exclusiva de animais adultos com fugas de epífise fechadas
- A origem e a preparação do animal estão sujeitas às determinações legais
- Fabricação europeia fiel, preparação profissional e ausência de gorduras
- Ausência de perigo de infecção por patologias infecciosas zoonóticas (certificada)
- Representação da anatomia animal natural
- O menor osso foi montado
- Sem amarelamento
- Perfeito para anatomia comparada na aula, por exemplo, animal – ser humano

### Observação:

Forma, dimensões, peso e número de ossos podem variar.

#### Cavalo (*Equus ferus caballus*)

##### Sistemática:

Classe: Mamíferos

Ordem: Perissodátilos

Família: Cavalos

Alimentação: Herbívoro

Tamanho: aprox. 50 – 200 cm

Peso: aprox. 100 – 1200 kg

Idade: aprox. 20 – 50 anos

Esqueleto: aprox. 252 ossos individuais

##### Fórmula dentária:

Número: 36 – 44

Incisivos (I): 3/3

Caninos (C): 0-1/0-1

Pré-molares (P): 3-4/3-4

Molares (M): 3/3



#### Esqueleto de cavalo (*Equus ferus caballus*)

O preparado ósseo real de um cavalo adulto é composto de aprox. 252 ossos individuais. Ele ilustra um representante típico da ordem dos perissodátilos. Entre as raças de cavalos individuais criadas há somente diferenças mínimas na estrutura do corpo. Pode ser optado entre um exemplar feminino e um masculino. O esqueleto tem rodas e é montado sobre uma placa de base.

Comprimento: aprox. 250 – 300 cm

Largura: aprox. 60 – 70 cm

Altura: aprox. 140 – 170 cm

Peso: aprox. 170 – 200 kg



Esqueleto de cavalo (*Equus ferus caballus*), feminino, preparado P-1021002



Esqueleto de cavalo (*Equus ferus caballus*), masculino, preparado P-1021003

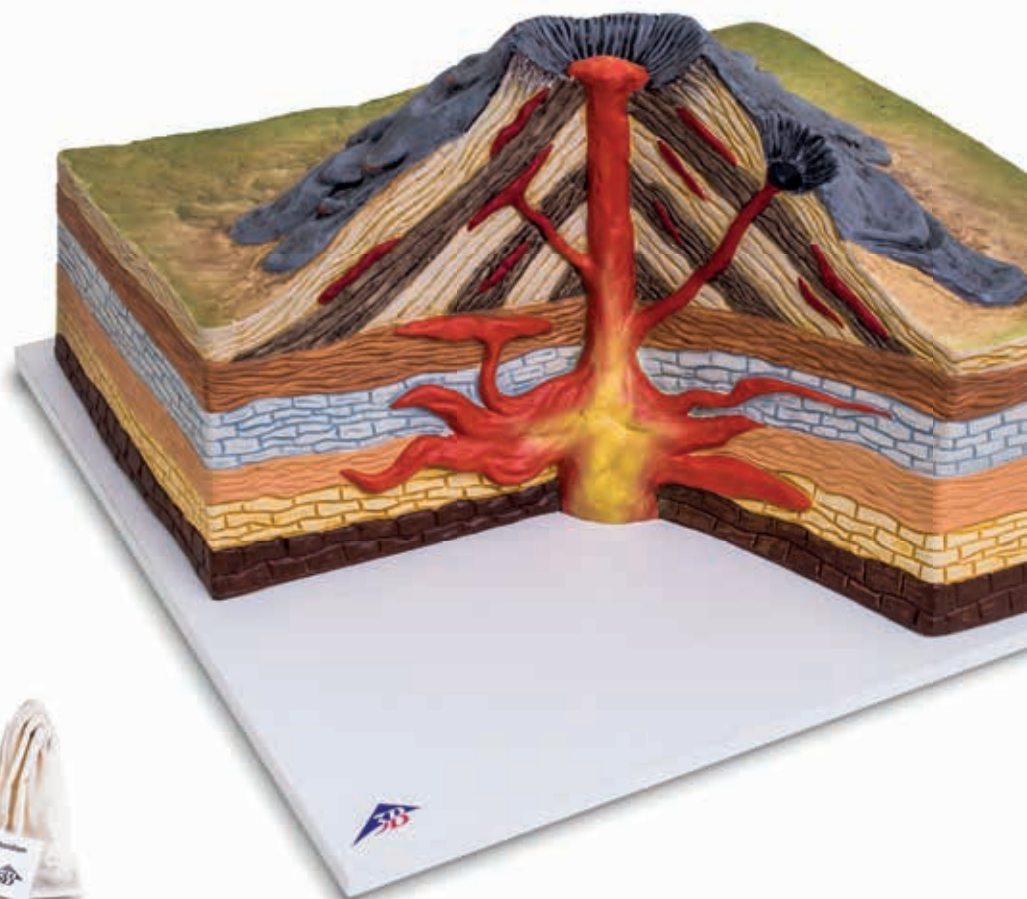


### Vulcão composto, modelo

O modelo pintado à mão de um estratovulcão apresenta uma vista do percurso do magma líquido, desde o interior ao exterior da Terra.

Material: PVC  
Dimensões: aprox. 470x350x190 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 2,4 kg

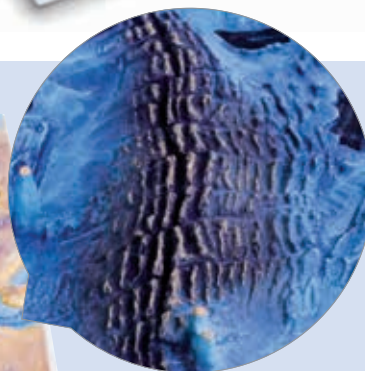
**P-1017595**



### Conjunto de três rochas vulcânicas

Conjunto de três rochas vulcânicas composto por três bolsas com dez pedras do tamanho de uma noz de lava, obsidiana e pedra-pomes.

**P-1018462**



### Dorsal atlântica, modelo

O modelo apresenta, de forma tridimensional, a curva em forma de S das montanhas vulcânicas do oceano Atlântico geradas pelo deslocamento das placas tectônicas.

Escala na linha do Equador: 1:320.000.000  
Material: PVC  
Dimensões: aprox. 640x480x80 mm<sup>3</sup>  
Peso: aprox. 6,5 kg

**P-1017594**



#### Instrumentos para preparação DS14

Instrumentos em aço inox em estojo. Plenamente autoclavável.

**P-1021245**

##### Fornecimento:

- |   |  |
|---|--|
| 1 cabo de bisturi nº 3  | 1 agulha de lanceta, metal, reta, 15 cm      |
| 5 lâminas de bisturi nº 10 para cabo nº 3                               | 1 agulha de preparação, metal, reta, cega    |
| 1 tesoura cirúrgica, pontiaguda / cega, reta, 14 cm                     | 1 agulha de preparação, metal, curvada, cega |
| 1 tesoura de preparação, pontiaguda / pontiaguda, cabo fechado, 11,5 cm | 1 espátula, 16 cm                            |
| 1 pinça de preparação, pontiaguda / reta, canelada 12,5 cm              | 2 ganchos Farabeuf, cegos, 12 cm             |
| 1 pinça anatômica, cega / reta, 11,5 cm                                 | 1 grampo de artéria, reto, 14 cm             |
|   | 1 grampo de artéria, curvado, 14 cm          |
|   | 1 régua, metal, 15 cm                        |



#### Instrumentos para preparação DS6

Instrumentos em aço inox em estojo.

**P-1021246**

##### Fornecimento:

- |   |  |
|---|--|
| 1 cabo de bisturi nº 4  | 1 agulha de preparação com cabo de plástico, reta, pontiaguda    |
| 5 lâminas de bisturi nº 22 para cabo nº 4                               | 1 agulha de preparação com cabo de plástico, curvada, pontiaguda |
| 1 tesoura de preparação, pontiaguda / pontiaguda, cabo fechado, 11,5 cm |  |
| 1 pinça de preparação, pontiaguda / reta, canelada 12,5 cm              |  |



#### Instrumentos para preparação DS8

Instrumentos em aço inox em estojo.

**P-1005964**

##### Fornecimento:

- |   |  |
|---|--|
| 1 cabo de bisturi nº 4                              | 1 agulha de preparação com cabo de plástico, reta, pontiaguda    |
| 5 lâminas de bisturi nº 22 para cabo nº 4           | 1 agulha de preparação com cabo de plástico, curvada, pontiaguda |
| 1 tesoura cirúrgica, pontiaguda / cega, reta, 14 cm | 1 pipeta 2 ml, 11 cm   |
| 1 pinça anatômica, cega / reta, 11,5 cm             | 1 régua, plástico, 15 cm   |



#### Instrumentos para preparação DS9

Instrumentos em aço inox em estojo. Plenamente autoclavável.

**P-1003771**

##### Fornecimento:

- |   |   |
|---|---|
| 1 cabo de bisturi nº 4  | 1 pinça anatômica, cega / reta, 11,5 cm         |
| 5 lâminas de bisturi nº 22 para cabo nº 4                               | 1 pinça de mola, 11 cm                          |
| 1 bisturi com lâmina de 4 cm  | 1 agulha de lanceta, metal, reta, 15 cm         |
| 1 tesoura de preparação, pontiaguda / pontiaguda, cabo fechado, 11,5 cm | 1 agulha de preparação, metal, reta, pontiaguda |
| 1 pinça de preparação, pontiaguda / reta, canelada 12,5 cm              |   |

#### Bacia de preparação, aço inox

Bacia de preparação de alta qualidade de aço inoxidável. Ideal para a preparação em sala de aula e em laboratórios. Inclui esteira separada, lavável e durável de preparação. Empilhável. Autoclavável.

Dimensões: aprox. 30,5x20x4 cm<sup>3</sup>

**P-1021248**



#### Bacia de preparação, plástico

Bacia robusta, resistente à quebra e ao vazamento para preparação de polietileno (HDPE). Inclui esteira separada, lavável e durável de preparação com superfície lisa. Empilhável. Não adequada para utilização com cera. Não autoclavável.

Dimensões: aprox. 32x23x4 cm<sup>3</sup>

**P-1021247**



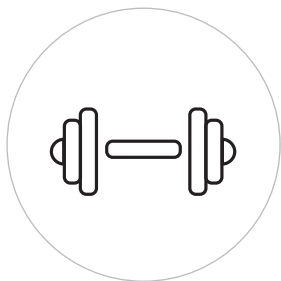


### FORMAÇÃO MÉDICA

Modelos anatômicos são ferramentas essenciais de ensino na formação de médicos, tanto para os estudantes quanto para os pacientes. Eles possibilitam uma demonstração visual e prática que auxilia eficientemente a compreensão da anatomia humana. A maioria de nossos principais produtos foi elaborada a partir de espécimes reais. É por isto que os modelos da 3B Scientific® são tão realistas quanto possível, feitos com materiais da mais alta qualidade e sua durabilidade é líder de mercado.

### SIMULADORES

No treinamento médico, simuladores são usados para ensinar aos estudantes as habilidades que precisam ter para estarem preparados para situações reais. Estes simuladores precisam ser o mais realistas possível, ser de alta qualidade, higiênicos e também econômicos no uso no longo prazo. Você encontra simuladores para todas as suas necessidades de treinamento, fabricados para atender a todas as suas exigências em [3bscientific.com](http://3bscientific.com).

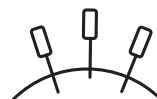


### TERAPIA E BOA FORMA

Equipamentos de alta qualidade para práticas tornam o cotidiano do trabalho de profissionais terapeutas mais fácil e econômico. Encontrar os produtos certos é mais rápido agora do que jamais foi. Visite: [3bscientific.com](http://3bscientific.com) para conhecer a completa gama de equipamentos e acessórios terapêuticos e para a boa forma.

### ACUPUNTURA

A Medicina Tradicional Chinesa (MTC) trata o corpo como um todo. Atualmente, a integração da medicina oriental e ocidental está crescendo rapidamente e clínicas e hospitais estão oferecendo tratamentos de acupuntura. A qualidade das ferramentas e agulhas necessárias para o tratamento é da mais alta importância para o conforto dos pacientes. A 3B Scientific® oferece agulhas e ferramentas de acupuntura da mais alta qualidade com baixo custo.

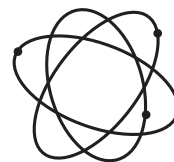


### BIOLOGIA

Aulas de Biologia empolgantes são a forma mais eficiente de se criar uma experiência de aprendizado longa duradoura. Os modelos da 3B Scientific® são as ferramentas perfeitas para aulas fascinantes e práticas, sendo elaborados a partir de moldes reais e feitos de materiais da mais alta qualidade.

### FÍSICA

A formação prática e baseada em questionamentos está no centro do ensino da Física. Na 3B Scientific, você encontrará produtos empolgantes, simples e entusiasmante para despertar o interesse ativo de seus estudantes.

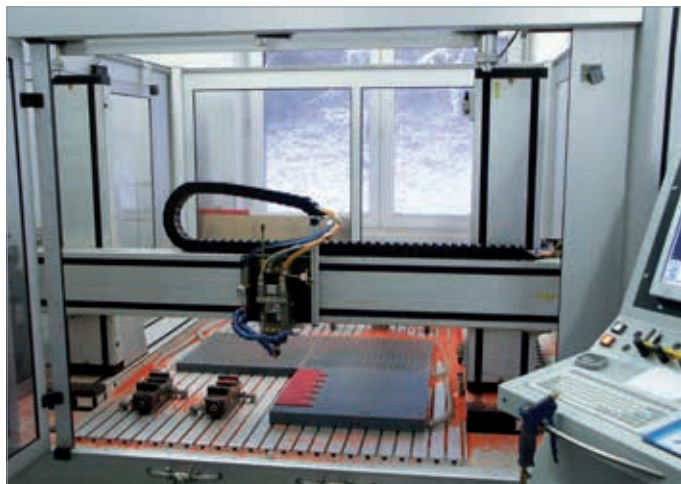


## A 3B Scientific® Física produzido na Alemanha, Klingenthal



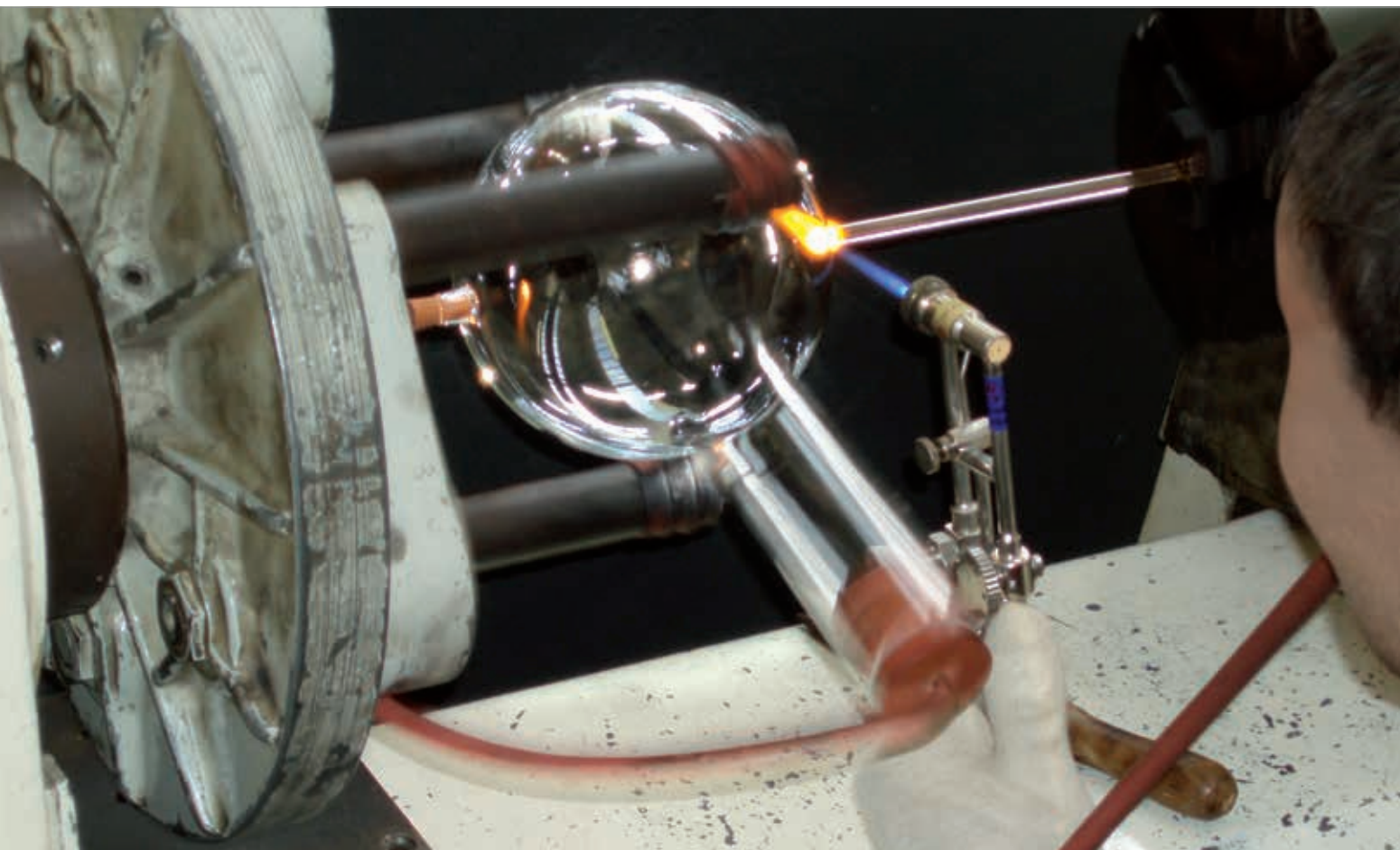
### Fabricação de grupos de montagem no centro de tratamento CNC

Os conhecidos aparelhos didáticos de qualidade resultam de uma conjunção de novos procedimentos técnicos e a antiga tradição artesanal. O centro de tratamento CNC em Klingenthal garante, além da precisão mecânica necessária para a fabricação de aparelhos de física, também a produção com alta eficiência de custos mantendo sempre a mesma qualidade.



### Posto de trabalho CAD/CAM

A partir do programa CAD (Computer Aided Design) segue imediatamente o controle por CAM (Computer Aided Manufacturing) da fresa para placas. Assim podem ser rapidamente realizadas demandas de projetos especiais com a precisão habitual.



### Fabricação de um tubo de elétrons TELTRON® na 3B Scientific

Os tubos de elétrons são fabricados em muito poucos lugares no mundo. Só uma mão-de-obra especialmente formada com anos de experiência pode do-

minar o processo de grande exigência técnica que é necessário para que sempre possamos proporcionar a mesma qualidade aos os tubos de elétron TELTRON®.