

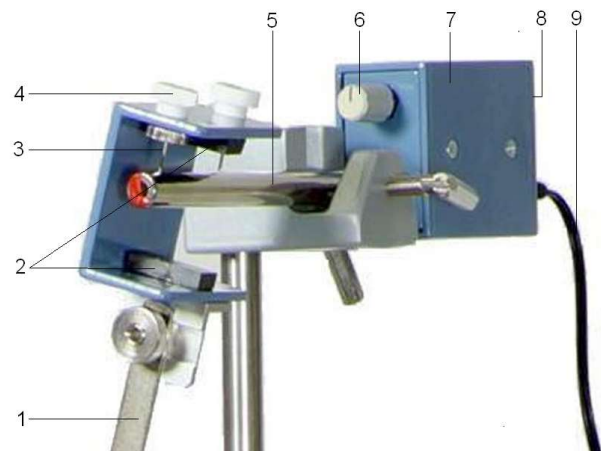
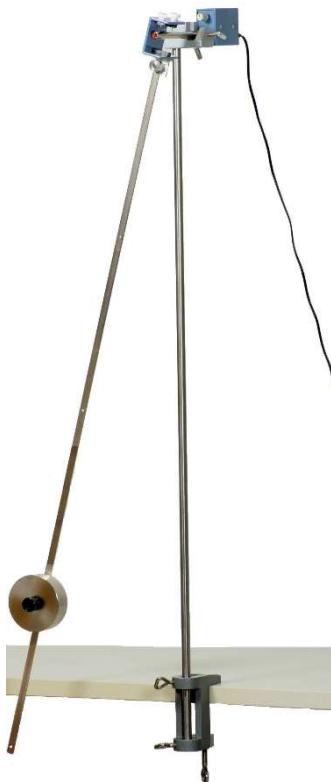
## Stabpendel mit Winkelaufnehmer

1000762 (115 V, 50/60 Hz)

1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Bedienungsanleitung

10/23 ALF/UD



Lagerung des Stabpendels mit Winkelaufnehmer  
(Ausschnittsvergrößerung)

- 1 Pendelstab
- 2 Magnetpaar
- 3 Spitzenlager
- 4 Justierschraube
- 5 Lagerstange mit eingebautem Hallsensor
- 6 Offset-Regler
- 7 Winkelaufnehmer
- 8 BNC-Buchse (nicht sichtbar)
- 9 Verbindungsleitung zum Steckernetzgerät

### 1. Sicherheitshinweise

Vorsicht! Das Pendel ist mit einer großen Masse und zwei spitzen Nadeln zur Lagerung bestückt. Verletzungsgefahr!

- Für sicheren und festen Stand des Pendels sorgen.
- Die Pendelmasse muss mittels der Rändelschraube immer gegen Herunterfallen gesichert sein.
- Beim Aufbau des Pendels darauf achten, dass beide Nadeln korrekt in der Nut stehen.

### 2. Beschreibung

Das Stabpendel mit Winkelaufnehmer dient zur Untersuchung harmonischer Schwingungen eines Schwerependels. Mit einem zusätzlichen zweiten Stabpendel und einer Kopplungsfeder können gekoppelte Schwingungen untersucht werden.

Das Pendel besteht aus einem Pendelflachstab mit einer U-förmigen Halterung, in die zwei Spitzen eingeschraubt sind. An den Schenkelinnen-seiten der Halterung befinden sich zwei Permanentmagnete. Das Pendel wird in einer Lagerstange mit einer V-förmigen Nut gelagert, die mit einer Universalmuffe an einer Stativstange

befestigt wird. Die beiden Auflagepunkte für die Spitzenlagerung des Pendels sind durch Ringmarken gekennzeichnet. Zwischen diesen Markierungen befindet sich, eingebaut in der Lagerstange, ein Hallsensor. Er ist so ausgerichtet, dass die Feldlinien in der Pendelruhelage in der Ebene des Chips verlaufen und keine Hallspannung bewirken. An die Lagerstange angeschraubt ist die Elektronikbaugruppe des Winkelaufnehmers. Der Winkelaufnehmer wandelt den Auslenkwinkel des Pendels in ein proportionales elektrisches Signal. Wird das Pendel um den Winkel  $\delta$  aus der vertikalen Lage ausgelenkt, tritt eine horizontale Feldkomponente auf, die je nach Richtung der Auslenkung eine positive oder negative Ausgangsspannung bewirkt.

Als Masse beim Schwerependel dient die scheibenförmige Pendelmasse.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein im Lieferumfang enthaltenes 12 V AC Steckernetzgerät.

Das Stabpendel 1000762 ist für eine Netzspannung von 115 V ( $\pm 10\%$ ) ausgelegt, 1000763 für 230 V ( $\pm 10\%$ ).

**Hinweis:** Der Winkelaufnehmer ist auf das Magnetpaar der Spitzenlagerung abgestimmt, so dass in Ruhestellung des Pendels die Ausgangsspannung an der BNC-Buchse etwa Null ist. Eine Feinabstimmung erfolgt mit dem Offsetregler. Die Zuordnung von Spitzenlager und Winkelaufnehmer ist durch eine Zahl auf den Gehäusen gekennzeichnet. Bei Verwendung von Komponenten mit unterschiedlicher Zahl kann, bedingt durch Exemplarstreuung der Magnete, eine höhere Offsetspannung auftreten.

### 3. Lieferumfang

- 1 Pendelstab mit U-förmiger Halterung und Spitzenlager
- 1 Pendelmasse
- 1 Lagerstange mit V-förmiger Nut und angeschraubtem Winkelaufnehmer
- 1 Steckernetzgerät 12 V AC

### 4. Technische Daten

Betriebsspannung:	12 V AC
Ausgangsspannung:	$\pm 5$ V
Ausgangswiderstand:	500 Ohm
Maximale Pendellänge:	1 m
Pendelmasse:	1 kg
Masse Winkelaufnehmer:	ca. 0,3 kg
Lagerstange:	10 mm $\varnothing$

## 5. Bedienung

Zum Aufbau des Stabpendels und zur Durchführung der Experimente sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

Zum Aufbau:

1 Tischklemme	1002832
1 Stativstange, 1000 mm	1002936
1 Universalmuffe	1002830

Zur Messwerterfassung:

1 Computer	
1 PC-Oszilloskop 2x25 MHz	1020857
1 HF-Kabel, 1 m	1002746
oder	
1 Spannungssensor 10 V	1021682
1 Adapter BNC-Stecker / 4-mm-Buchsen	1002750

1 Datenlogger

1 Software

Weitere Informationen zum digitalen Messen sind auf der Webseite des Produkts im 3B Webshop zu finden.

### 5.1 Aufbau des Stabpendels

- Zum Aufbau des Stabpendels Stativstange senkrecht mittels der Tischklemme am Arbeitstisch befestigen.
- Lagerstange mittels der Universalhülse in ausreichender Höhe an der Stativstange anbringen.
- Spitzenlager des Pendels in die vorgesehene Position (Ringmarken) einsetzen.
- Befindet sich die Lagerstange nicht in horizontaler Richtung, Pendel mittels der Justierschrauben lotrecht justieren.
- Masse auf den Pendelstab schieben, gewünschte effektive Pendellänge  $L$  einstellen und Masse mit der Rändelschraube fixieren.
- Winkelaufnehmer über Steckernetzgerät mit dem Netz verbinden und über die BNC-Buchse und das HF-Kabel an das Oszilloskop oder mit Hilfe von Adapter und Spannungssensor an den Datenlogger anschließen.

### 5.2 Einstellung des Offsets

- Oszilloskop bzw. Datenlogger einschalten.
- Tritt in Ruhelage des Pendels eine von Null abweichende Ausgangsspannung auf, diese mit dem Offset-Regler kompensieren.

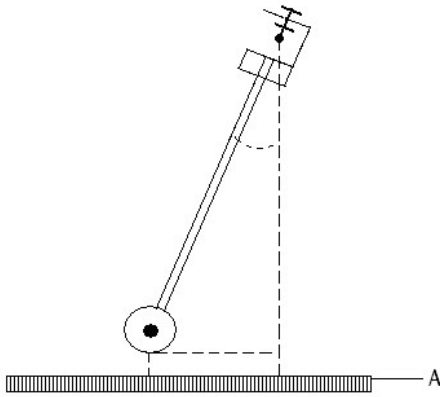


Fig. 1 Kalibrierung der Ausgangsspannung,  
A: Maßstab

### 5.3 Kalibrierung der Ausgangsspannung

Zur quantitativen Auswertung von Experimenten ist es erforderlich, den genauen Zusammenhang von Ausgangsspannung und Auslenkwinkel zu kennen.

- Mit Hilfe eines Maßstabs Auslenkwinkel geometrisch bestimmen (siehe Fig. 1) und der entsprechenden Ausgangsspannung zuordnen.

### 5.4 Gekoppelte Schwerependel

Zum Aufbau der gekoppelten Pendel (Fig. 2) sind ein weiteres Stabpendel, eine Kopplungsfeder und ein weiterer Spannungssensor mit Adapter erforderlich.

Insgesamt werden benötigt:

2 Stabpendel mit Winkelaufnehmer	1000764
1 Schraubenfeder 3,3 N/m	1002945
2 Tischklemmen	1002832
2 Stativstangen, 1000 mm	1002936
1 Stativstange, 470 mm	1002934
4 Universalniffen	1002830
2 Spannungssensoren 10 V	1021682
2 Adapter BNC-Stecker / 4-mm-Buchsen	1002750

1 Datenlogger

1 Software

Weitere Informationen zum digitalen Messen sind auf der Webseite des Produkts im 3B Webshop zu finden.

- Beide Pendel wie unter Punkt 5.1 beschrieben aufbauen.
- Stabilität des Aufbaus durch Montage der kurzen Stativstange zwischen den beiden langen Stativstangen erhöhen.

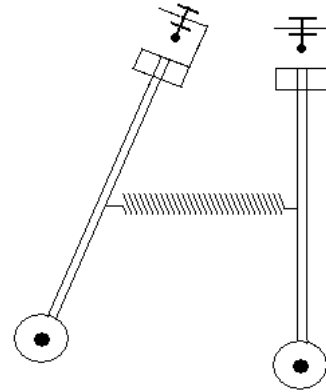
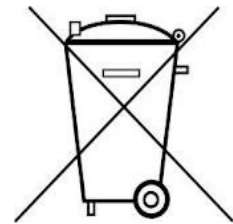


Fig. 2 Gekoppelte Schwerependel

- Schraubenfeder in die Bohrungen der Pendelstäbe einhängen und so die Pendel miteinander koppeln.

## 6. Entsorgung

- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern der Winkelaufnehmer entsorgt werden soll, so gehört dieser nicht in den normalen Hausmüll. Es sind die lokalen Vorschriften zur Entsorgung von Elektroschrott einzuhalten.

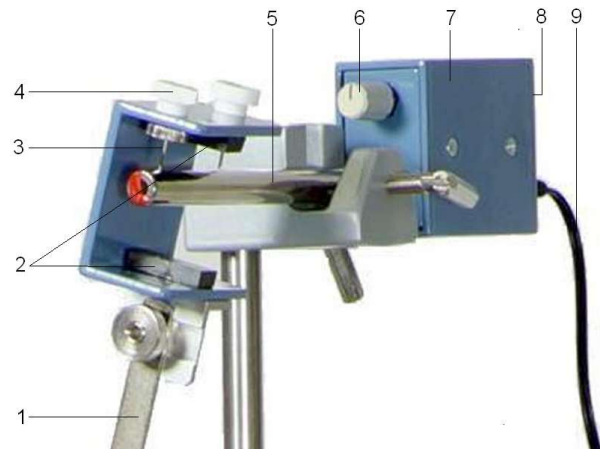
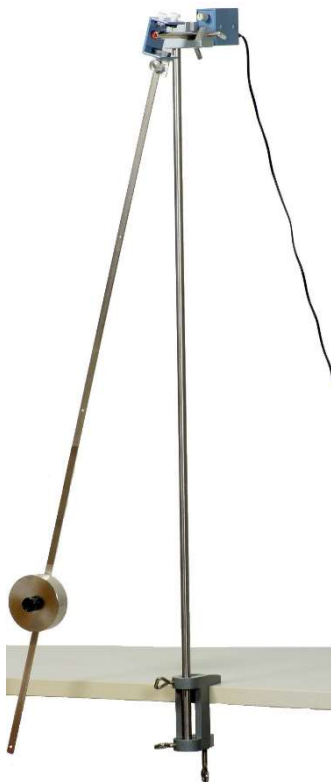


## Pendulum Rod with Angle Sensor

1000762 (115 V, 50/60 Hz)  
1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Instruction manual

10/23 ALF/UD



Bearing arrangement for rod pendulum with angle sensor (magnified detail)

- 1 Rod pendulum
- 2 Pair of magnets
- 3 Needle bearing
- 4 Adjustment screw
- 5 Bearing rod with built-in Hall sensor
- 6 Offset adjustment knob
- 7 Angle sensor
- 8 BNC socket (not visible)
- 9 Power supply lead

### 1. Safety instructions

Caution: The pendulum is equipped with a heavy bob and two sharp needle bearings, meaning there is a risk of injury.

- Make sure the pendulum is resting in a safe and secure location.
- The pendulum bob always needs to be secured against falling by means of the knurled screw.
- When setting up the pendulum, always make sure that both needle bearings are correctly situated in the groove.

### 2. Description

The rod pendulum with angle sensor is designed for investigating simple harmonic oscillations of a weighted pendulum. It is also possible to investigate coupled oscillations with the addition of a second pendulum and a coupling spring.

The pendulum consists of a flat rod with a U-shaped bracket into which two needle bearings are screwed. There are two permanent magnets on the inside of the bracket arms. The pendulum fits into a bearing rod with a V-shaped groove, which is attached to a stand rod by means of a universal clamp. The two points of contact for the needle bearings are indicated by circular

markings. Between these two markings, a Hall sensor is built into the bearing rod. It is aligned in such a way that field lines run in the direction of the chip when the pendulum is at rest, meaning that there is then no Hall effect detectable. An electronic module for sensing angle is screwed onto the bearing rod. This transducer detects the angle of deflection of the pendulum and converts it into an electric signal which is proportional to that angle. If the pendulum is deflected from the vertical by an angle  $\delta$ , a horizontal field component arises, which results in a positive or negative output voltage depending on the direction.

A disc-shaped weight serves as the pendulum bob.

Power is provided via a 12-V AC plug-in supply which is included with the apparatus.

Rod pendulum 1000762 is designed for a mains voltage of 115 V ( $\pm 10\%$ ), while 1000763 is designed for 230 V ( $\pm 10\%$ ).

**Note:** The angle sensor is matched to the pair of magnets of the needle bearing such that the output voltage from the BNC socket is approximately zero in the rest position. Fine adjustment can be carried out using the offset adjustment knob. The arrangement of the needle bearing and the angle sensor is indicated by a number on the housings. If equipment with differing numbers is used, it may be that high offset voltages occur due to the scattering that results from the specific properties of the magnets.

### 3. Contents

- 1 Pendulum rod with U-shaped bracket and needle bearings
- 1 Pendulum bob
- 1 Bearing rod with V-shaped groove and angle sensor attached
- 1 Plug-in power supply, 12 V AC

### 4. Technical data

Operating voltage:	12 V AC
Output voltage:	$\pm 5$ V
Output resistance:	500 ohms
Maximum length of pendulum:	1 m
Mass of pendulum bob:	1 kg
Weight of angle sensor:	0.3 kg approx.
Bearing rod:	10 mm diam.

## 5. Operation

The following additional equipment is required to set up the rod pendulum in order to carry out experiments:

For set-up:

1 Bench clamp	1002832
1 Stand rod, 1000 mm	1002936
1 Universal clamp	1002830

For measurement:

1 Computer	
1 PC Oscilloscope 2x25 MHz	1020857
1 HF patch cord	1002746

or

1 Voltage Sensor 10 V	1021682
1 Adapter, BNC Plug/4 mm Jacks	1002750

1 Data logger

1 Software

More information about digital measurement can be found on the product's webpage in the 3B Webshop.

### 5.1 Set-up for rod pendulum

- To set up the rod pendulum, attach the stand rod to the bench in an upright position by means of the bench clamp.
- Attach the bearing rod to the stand rod at a suitable height by means of the universal clamp.
- Insert the needle bearings for the pendulum into their intended positions (marked by circles).
- If the bearing rod is not horizontal, then level it with the help of the adjusting screws.
- Move the pendulum bob along the rod to set up the effective length of the pendulum  $L$  and secure the bob with the knurled screw.
- Plug in the power supply to connect the angle sensor to the mains and connect it to the oscilloscope via the BNC socket and the patch cord or to the data logger by means of the adapter and the voltage sensor.

### 5.2 Setting offset

- Turn on the oscilloscope or the data logger.
- If a value other than zero is read when the pendulum is in its rest position, you can use the offset adjustment knob to compensate.

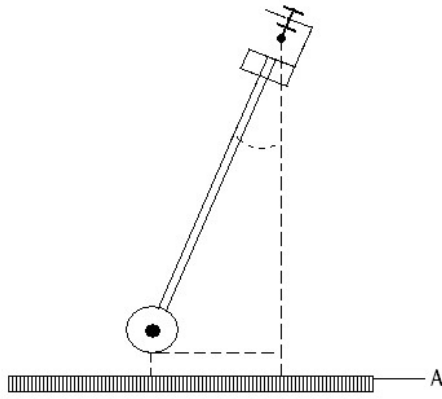


Fig. 1 Calibration of output voltage,  
A: Ruler

### 5.3 Calibration of output voltage

In order to evaluate the experiment results quantitatively, it is necessary to know the precise relationship between the output voltage and the angle of deflection.

- Determine the angle of deflection geometrically with the help of a ruler (see Fig. 1) and match this with the corresponding output voltage.

### 5.4 Coupled pendulums

To set up a coupled pendulum arrangement (see Fig. 2), it is necessary to use a second rod pendulum, a coupling spring and a second voltage sensor with adapter.

The following equipment is needed:

2 Rod pendulums	1000764
1 Coil spring, 3.3 N/m	1002945
2 Bench clamps	1002832
2 Stand rods, 1000 mm	1002936
1 Stand rod, 470 mm	1002934
4 Universal clamps	1002830
2 Voltage Sensors 10 V	1021682
2 Adapters, BNC Plug/4 mm Jacks	1002750
1 Data logger	
1 Software	

More information about digital measurement can be found on the product's webpage in the 3B Webshop.

- Set up both pendulums as described in step 5.1.
- You can increase the stability of the set-up by adding a short stand rod between the two long ones.

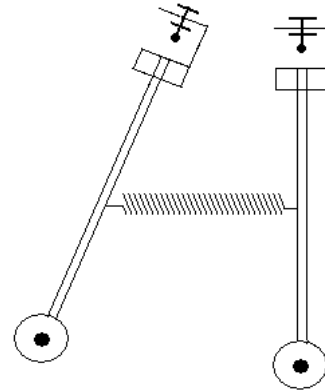
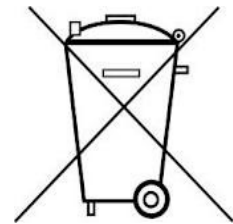


Fig. 2 Coupled pendulums

- Insert the ends of the coil spring into the holes in the pendulum rods to couple the two pendulums together.

## 6. Disposal

- The packaging should be disposed of at local recycling points.
- Should you need to dispose of the angle sensor, never throw it away in normal domestic waste. Local regulations for the disposal of electrical equipment will apply.



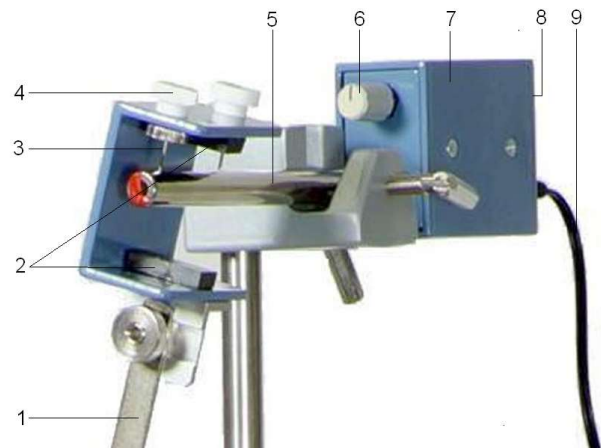
## Péndulo de barra con sensor angular

1000762 (115 V, 50/60 Hz)

1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Instrucciones de uso

10/23 ALF/UD



Soporte del péndulo de barra con sensor angular  
(Aumento de detalle)

- 1 Barra de péndulo
- 2 Par de imanes
- 3 Soporte de puntas
- 4 Tornillo de ajuste
- 5 Barra soporte con sensor de Hall incorporado
- 6 Regulador de desviación
- 7 Captador de ángulo
- 8 Casquillo BNC (no visible)
- 9 Cable de conexión para la fuente de tensión enchufable

### 1. Advertencias de seguridad

¡Cuidado! El péndulo está provisto de una masa grande y de dos agujas afiladas para su soporte.  
¡Riesgo de lesiones!

- Tenga cuidado de tener un puesto seguro y fijo del péndulo.
- La masa del péndulo debe estar siempre asegurada contra caídas por medio del tornillo moleteado.

- Al montar el péndulo se debe tener cuidado de que las dos agujas queden correctamente en la ranura.

### 2. Descripción

El péndulo de barra con sensor angular sirve para el estudio de las oscilaciones armónicas de un péndulo físico. Con un segundo péndulo de barra adicional y un muelle de acoplamiento se pueden estudiar oscilaciones acopladas.

El péndulo se compone de una barra de péndulo plana con soporte en forma de U en el cual se tienen enroscadas dos agujas puntiagudas. En cada uno de los lados internos de los laterales del soporte en U se encuentra un imán permanente. El péndulo cuelga de una barra soporte, que tiene una ranura en forma de V, la cual se fija en una varilla soporte por medio de una nuez universal. Los puntos de sostenimiento para el soporte de puntas están marcados como ranuras circulares. Entre estas dos marcas se encuentra un sensor de Hall incorporado en la barra soporte. El sensor está orientado de tal forma que cuando el péndulo se encuentra en la posición de reposo, las líneas de campo pasan por el plano del chip y no generan ninguna tensión de Hall. En la barra soporte se encuentra atornillado el grupo modular electrónico para el captador del ángulo. Este último convierte el ángulo de desviación del péndulo en una señal eléctrica proporcional. Si el péndulo se desvía un ángulo  $\alpha$  con respecto a la posición vertical, aparece una componente de campo horizontal, que, dependiendo de la dirección de la desviación, genera una tensión de salida positiva o negativa.

Como masa para el péndulo de barra se tiene una masa pendular en forma de disco.

El suministro de tensión se realiza con la fuente de alimentación enchufable de 12 V CA contenida en el volumen de suministro.

El péndulo de barra 1000762 está diseñado para una tensión de red de 115 V ( $\pm 10\%$ ); el 1000763 para 230 V ( $\pm 10\%$ ).

**Observación:** El captador de ángulo está adaptado al par de imanes en el soporte de puntas, así que en la posición de reposo del péndulo la tensión de salida en el casquillo BNC es más o menos cero. Un ajuste fino se realiza por medio del regulador de desviación. Una asignación entre el soporte de puntas y el captador de ángulo está señalada por un número en cada una de las carcavas. Al usar componentes con un número diferente da por resultado una tensión de desviación mayor debido a la dispersión de ejemplar a ejemplar de los imanes.

### 3. Volumen de suministro

- 1 Barra pendular con soporte en forma de U y soporte en puntas
- 1 Masa pendular
- 1 Barra soporte con ranura axial en forma de V y captador de ángulo atornillado
- 1 Fuente de alimentación enchufable 12 V CA

### 4. Datos técnicos

Tensión de trabajo:	12 V CA
Tensión de salida:	$\pm 5$ V
Resistencia de salida:	500 Ohm
Longitud pendular:	1 m
Masa pendular:	1 kg
Masa del captador del ángulo:	aprox. 0,3 kg
Varilla soporte:	10 mm $\varnothing$

### 5. Manejo

Para el montaje del péndulo de barra y la realización de los experimentos se requieren adicionalmente los siguientes aparatos:

Para el montaje:

1 Pinza de mesa	1002832
1 Varilla soporte, 1000 mm	1002936
1 Nuez universal	1002830

Para el registro de los valores de medida:

1 Ordenador	
1 Osciloscopio de 2x25 MHz para PC	1020857
1 Cable HF	1002746
o	
1 Sensor de tensión de 10 V	1021682
1 Adaptador conector macho BNC/casquillos de 4 mm	1002750
1 Data logger	
1 Software	

Encontrará más información sobre la medición digital en el sitio web del producto, en la tienda virtual de 3B.

#### 5.1 Montaje del péndulo de barra

- Para el montaje del péndulo de barra se fija una varilla soporte perpendicularmente al borde de la mesa de trabajo utilizando una pinza de mesa.
- La barra soporte se fija horizontalmente en la varilla soporte a una altura suficientemente alta, utilizando la nuez universal.
- El soporte de puntas del péndulo se coloca en la posición prevista (marcas anulares).
- Si la barra soporte no se encuentra en posición horizontal, el péndulo se lleva a la vertical por medio de los tornillos de ajuste.
- La masa pendular se desplaza a lo largo de la barra pendular para ajustar la longitud pendular  $L$  efectiva deseada y se fija la masa pendular con los tornillos moleteados.



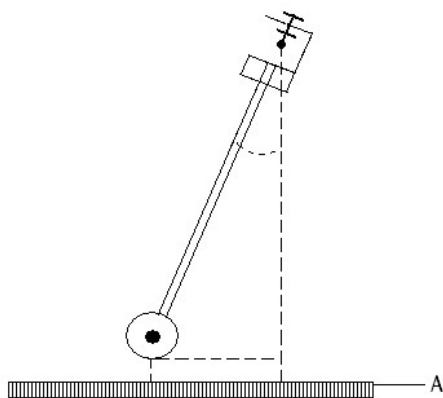


Fig. 1 Calibración de la tensión de salida,  
A: Escala

- Se conecta el captador de ángulo con la red por medio de la fuente de alimentación enchufable y se conecta con el osciloscopio digital por medio del casquillo de BNC y el cable HF o con el data logger con ayuda del adaptador y el sensor de tensión.

### 5.2 Ajuste de la desviación

- Se conecta el osciloscopio resp. el data logger.
- Si en la posición de reposo del péndulo se mide una tensión de salida diferente de cero, ésta se debe compensar con el regulador de desviación.

### 5.3 Calibración de la tensión de salida

Para la evaluación cuantitativa de los experimentos es necesario conocer la relación exacta entre la tensión de salida y el ángulo de desviación.

- Con la ayuda de una escala se determina geoméricamente el ángulo de desviación (ver Fig. 1) y se le asigna correspondientemente la tensión de salida.

### 5.4 Péndulos físicos acoplados

Para el montaje de los péndulos acoplados (ver Fig. 2) se requiere un segundo péndulo de barra, un muelle helicoidal de acoplamiento y un segundo sensor de tensión con adaptador.

En total se requiere.

2 Péndulos de barra	1000764
1 Muelle helicoidal 3,3 N/m	1002945
2 Pinzas de mesa	1002832
2 Varillas soporte, 1000 mm	1002936
1 Varilla soporte, 470 mm	1002934
4 Nueces universales	1002830

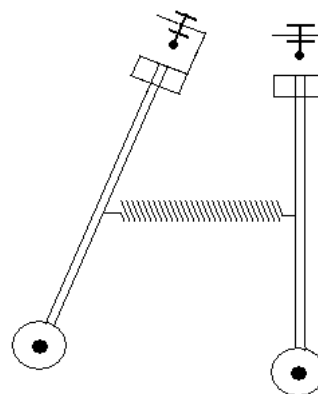


Fig. 2 Péndulos de barra acoplados

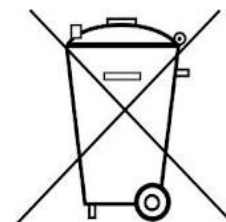
- |   |         |
|---|---------|
| 2 Sensores de tensión de 10 V                       | 1021682 |
| 2 Adaptadores conector macho BNC/casquillos de 4 mm | 1002750 |
| 1 Data logger                                       |         |
| 1 Software  |         |

Encontrará más información sobre la medición digital en el sitio web del producto, en la tienda virtual de 3B.

- Se montan los dos péndulos como se describe en el punto 5.1.
- Se mejora la estabilidad del montaje fijando la varilla soporte corta entre las varillas soporte largas.
- Se cuelga el muelle helicoidal en las perforaciones correspondientes de las varillas pendulares para acoplar los péndulos entre sí.

## 6. Desecho

- El embalaje se desecha en los lugares locales para reciclaje.
- Si se ha de desechar el captador de ángulo, esto no se debe hacer en la basura doméstica normal. Se deben cumplir las prescripciones locales para el desecho de chatarra eléctrica.

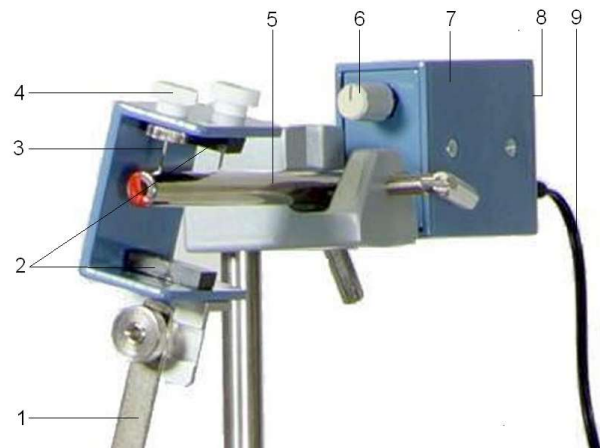


## Pendule avec capteur de déplacement

1000762 (115 V, 50/60 Hz)  
1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Instructions d'utilisation

10/23 ALF/UD



Logement du pendule avec capteur de déplacement (section agrandie)

- 1 Barre de pendule
- 2 Paire d'aimants
- 3 Support en pointe
- 4 Vis d'ajustage
- 5 Barre de support avec capteur Hall intégré
- 6 Régulateur offset
- 7 Capteur d'angles
- 8 Douille BNC (non visible)
- 9 Câble de connexion vers le bloc secteur

### 1. Consignes de sécurité

Prudence ! Le pendule est équipé d'une grande masse et de deux aiguilles de support. Risque de blessure !

- Veillez à une bonne stabilité du pendule.
- Pour éviter qu'elle ne tombe, sécurisez toujours la masse pendulaire avec la vis moletée.
- Lorsque vous montez le pendule, veillez à ce que les deux aiguilles soient correctement insérées dans la rainure.

### 2. Description

Le pendule avec capteur de déplacement permet d'étudier les mouvements harmoniques d'un pendule de torsion. Un second pendule droit et un ressort de couplage permettent d'étudier des oscillations couplées.

Le pendule est constitué d'une barre plate avec un support en U dans lequel sont vissées deux aiguilles. Sur les côtés intérieurs de la branche du support se trouvent deux aimants permanents. Le pendule est monté dans une barre de support avec une rainure en V qui est fixée à une barre de trépied au moyen d'un manchon

universel. Les deux points d'appui pour l'emplacement du pendule sur l'aiguille sont marqués par des cercles. Entre ces repères se trouve un capteur Hall monté dans la barre de support. Il est orienté de manière à ce que les lignes de champs, lorsque le pendule est au repos, suivent le plan de la puce et n'engendrent pas de tension Hall. Sur la barre de support est vissée le module électronique du capteur d'angles. Le capteur d'angles convertit l'angle de déviation du pendule en un signal électrique proportionnel. La déviation du pendule de sa position verticale dans l'angle  $\delta$  engendre une composante de champ horizontale qui, selon la direction de la déviation, provoque une tension de sortie positive ou négative.

La masse du pendule de torsion est une masse pendulaire en forme de disque.

L'alimentation en tension est assurée par un bloc secteur 12 V CA fourni.

Le pendule droit 1000762 est conçu pour une tension secteur de 115 V ( $\pm 10\%$ ), 1000763 pour 230 V ( $\pm 10\%$ ).

**Note :** le capteur d'angles est adapté à la paire d'aimants du support pointu, de sorte que, lorsque le pendule est au repos, la tension de sortie à la douille BNC est pratiquement nulle. Un réglage fin s'effectue avec le régulateur offset. L'assignation du support pointu et du capteur d'angles est caractérisé par un nombre sur les boîtiers. En raison de la dispersion des aimants, l'utilisation de composants de nombres différents peut engendrer une tension offset plus élevée.

### 3. Matériel fourni

- 1 barre avec support en U et support pointu
- 1 masse pendulaire
- 1 barre de support avec rainure en V et capteur d'angles vissé
- 1 bloc secteur 12 V CA

### 4. Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation :	12 V CA
Tension de sortie :	$\pm 5$ V
Résistance de sortie :	500 ohms
Longueur maximale de pendule :	1 m
Masse pendulaire :	1 kg
Masse capteur d'angles :	env. 0,3 kg
Barre de support :	10 mm $\varnothing$

## 5. Manipulation

Les appareils supplémentaires suivants sont nécessaires pour monter le pendule droit et réaliser les expériences :

Pour le montage

1 fixation de table	1002832
1 barre de trépied, 1000 mm	1002936
1 manchon universel	1002830

Pour la saisie des valeurs de mesure :

1 ordinateur	
1 oscilloscope pour PC 2x25 MHz	1020857
1 cordon HF	1002746
ou	
1 Capteur de tension 10 V	1021682
1 Adaptateur BNC / douilles 4 mm	1002750
1 Enregistreur de données	
1 Logiciel	

De plus amples informations sur la mesure numérique sont disponibles sur le site web du produit dans la boutique en ligne 3B.

#### 5.1 Montage du pendule

- Pour monter le pendule, fixez la barre de trépied perpendiculairement au plan de tableau moyen de la fixation de table.
- Placez la barre de support au moyen du manchon universel à une hauteur suffisante sur la barre de trépied.
- Insérez le support pointu du pendule dans la position prévue (cercles).
- Si la barre de support n'est pas en position horizontale, ajustez le pendule au moyen des vis d'ajustage.
- Glissez la masse sur la barre du pendule, réglez la longueur de pendule effective souhaitée  $L$  et fixez la masse avec la vis moletée.
- Reliez le capteur d'angles au secteur à l'aide du bloc secteur et branchez-le à l'oscilloscope via la douille BNC et le cordon HF ou à l'enregistreur de données avec l'adaptateur et le capteur de tension.

#### 5.2 Réglage de l'offset

- Allumez l'oscilloscope ou l'enregistreur de données.
- Si la tension de sortie est différente de zéro lorsque le pendule est au repos, il faudra la compenser à l'aide du régulateur de l'offset.

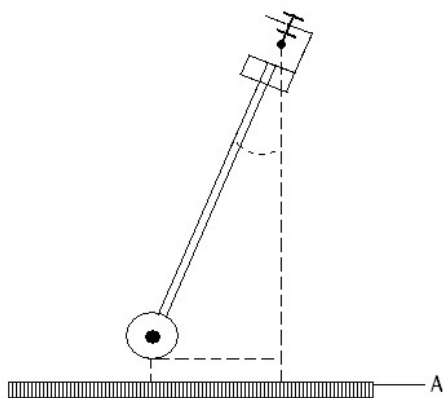


Fig. 1 Calibrage de la tension de sortie,  
A: Graduation

### 5.3 Calibrage de la tension de sortie

L'évaluation quantitative des expériences exige de connaître le rapport précis entre la tension de sortie et l'angle de déviation.

- Déterminez l'angle de déviation à l'aide d'une graduation (voir la Fig. 1) et assignez-le à la tension de sortie correspondante.

### 5.4 Pendule de torsion couplé

Le montage du pendule couplé (voir la Fig. 2) nécessite un autre pendule droit, un ressort de couplage et un autre capteur de tension avec adaptateur.

Matériel complet requis :

2 pendules droits	1000764
1 ressort hélicoïdal 3,3 N/m	1002945
2 fixations de table	1002832
2 barres de trépied, 1000 mm	1002936
1 barre de trépied, 470 mm	1002934
4 manchons universels	1002830
2 Capteurs de tension 10 V	1021682
2 Adaptateurs BNC / douilles 4 mm	1002750
1 Enregistreur de données	
1 Logiciel	

De plus amples informations sur la mesure numérique sont disponibles sur le site web du produit dans la boutique en ligne 3B.

- Montez les deux pendules droits comme le décrit le point 5.1.
- Augmentez la stabilité de l'ensemble en montant la barre de trépied courte entre les deux barres de trépied longues.
- Accrochez le ressort hélicoïdal dans les alésages des barres pendulaires et coupez ainsi les pendules entre eux.

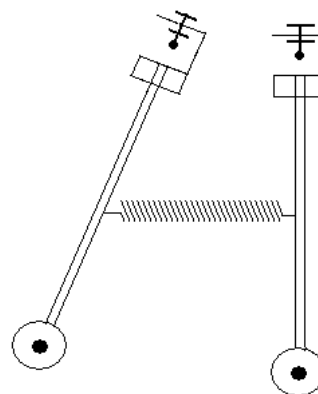
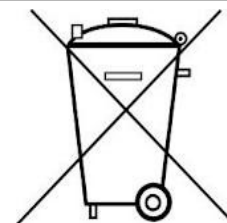


Fig. 2 Pendule de torsion couple

## 6. Traitement des déchets

- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si le capteur d'angles doit être éliminé, ne pas le jeter avec les ordures ménagères. Il est important de respecter les consignes locales relatives au traitement des déchets électriques.



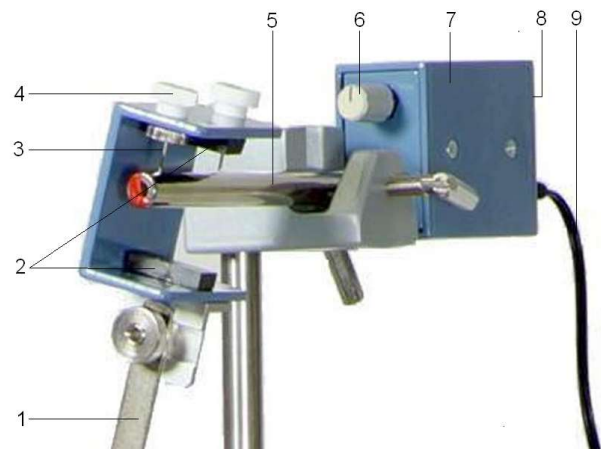
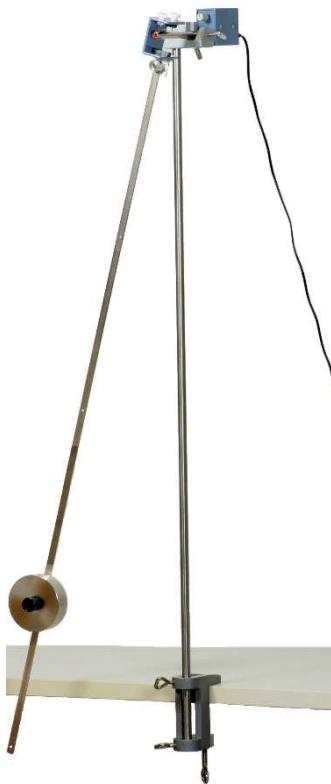
## Pendolo ad asta con rivelatore d'angolo

1000762 (115 V, 50/60 Hz)

1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Istruzioni per l'uso

10/23 ALF/UD



Sospensione del pendolo ad asta con rivelatore d'angolo (ingrandimento sezione)

- 1 asta del pendolo
- 2 coppia di magneti
- 3 elemento di sospensione su punta
- 4 vite di registro
- 5 asta di appoggio con sensore Hall integrato
- 6 regolatore di offset
- 7 rivelatore d'angolo
- 8 presa BNC (non visibile)
- 9 cavi di collegamento all'alimentatore a spina

### 1. Norme di sicurezza

Attenzione! Il pendolo è dotato di un grande peso e di due punte per la sospensione. Pericolo di lesioni!

- Garantire un posizionamento saldo e sicuro del pendolo.
- Il peso del pendolo deve essere sempre fissato mediante la vite a testa zigrinata per evitarne la caduta.
- Durante il montaggio del pendolo, assicurarsi che entrambe le punte siano correttamente posizionate nella scanalatura.

### 2. Descrizione

Il pendolo ad asta con rivelatore d'angolo serve per l'analisi delle oscillazioni armoniche di un pendolo pesante. Con un secondo pendolo ad asta ed una molla di accoppiamento è possibile analizzare oscillazioni accoppiate.

Il pendolo è costituito da un'asta piatta del pendolo con un supporto a U avvitato nelle due punte. Sui lati interni della gamba del supporto sono posizionati due magneti permanenti. Il pendolo è alloggiato su un'asta di appoggio con una scanalatura a V, fissata con un manicotto univernale sull'asta di supporto. I due punti di appoggio

per la sospensione del pendolo sono evidenziati da contrassegni ad anello. Tra questi contrassegni si trova un sensore Hall integrato nell'asta di appoggio, orientato in modo che le linee di forza nella posizione di riposo del pendolo attraversino il piano del chip e non provochino una tensione di Hall. Sull'asta di appoggio è fissato il gruppo dell'elettronica del rivelatore d'angolo. Il rivelatore d'angolo trasforma l'angolo di deviazione del pendolo in un segnale elettrico proporzionale. Se il pendolo viene deviato dell'angolo  $\delta$  rispetto alla posizione verticale, si instaura una componente di campo orizzontale che provoca, a seconda della direzione della deviazione, una tensione di uscita positiva o negativa.

Nel pendolo gravitazionale, come peso viene usato il peso a forma di disco del pendolo.

L'alimentazione di tensione è effettuata mediante un alimentatore a spina 12 V CA compreso nella fornitura.

Il kit di dotazione 1000762 è progettato per una tensione di rete di 115 V ( $\pm 10\%$ ), il 1000763 per 230 V ( $\pm 10\%$ ).

**Nota:** Il rivelatore d'angolo è regolato rispetto alla coppia di magneti della sospensione su punte in modo che, nella posizione di riposo del pendolo, la tensione di uscita sul jack BNC sia all'incirca pari a zero. Con il regolatore di offset si effettua una regolazione fine. L'associazione tra sospensione su punte e rivelatore d'angolo è contrassegnata da un numero sull'alloggiamento. In caso di impiego di componenti con numero diverso per via della dispersione esemplare dei magneti, è possibile che si verifichi una tensione di offset più elevata.

### 3. Fornitura

- 1 Asta del pendolo con supporto a U e sospensione su punte
- 1 Peso del pendolo
- 1 Asta di appoggio con scanalatura a V con rivelatore di angolo
- 1 Alimentatore a spina 12 V CA

### 4. Dati tecnici

Tensione di esercizio:	12 V CA
Tensione di uscita:	$\pm 5$ V
Resistenza in uscita:	500 Ohm
Lunghezza massima del pendolo:	1 m
Peso del pendolo:	1 kg
Peso del rivelatore d'angolo:	ca. 0,3 kg
Asta di appoggio:	10 mm $\varnothing$

## 5. Comandi

Per preparare il pendolo ad asta e per l'esecuzione degli esperimenti sono necessari i seguenti apparecchi:

Per la costruzione:

1 Morsetto da tavolo	1002832
1 Asta di supporto, 1000 mm	1002936
1 Manicotto universale	1002830

Per il rilevamento dei valori misurati:

1 Computer	
1 Oscilloscopio PC 2x25 MHz	1020857
1 Cavo ad alta frequenza	1002746
o	
1 Sensore di tensione 10 V	1021682
1 Adattatore connettore BNC / jack 4 mm	1002750

1 Data logger

1 Software

Ulteriori informazioni sulla misurazione digitale sono disponibili sul sito web del prodotto, nel webshop 3B.

### 5.1 Preparazione del pendolo ad asta

- Per preparare il pendolo ad asta, fissare l'asta di supporto tramite il morsetto da tavolo verticalmente al tavolo da lavoro.
- Applicare l'asta di appoggio tramite il manicotto universale all'asta di supporto ad altezza sufficiente.
- Inserire la sospensione su punte del pendolo nell'apposita posizione (contrassegni ad anello).
- Se l'asta di appoggio non si trova in posizione orizzontale, regolare a piombo il pendolo tramite le viti di regolazione.
- Spingere il peso sull'asta del pendolo, regolare la lunghezza effettiva del pendolo desiderata  $L$  e fissare il peso con la vite zigrinata.
- Collegare il rivelatore d'angolo alla rete attraverso l'alimentatore a spina e collegarlo all'oscilloscopio tramite la presa BNC e il cavo ad alta frequenza o al data logger con l'ausilio dell'adattatore e del sensore di tensione.

### 5.2 Impostazione dell'offset

- Inserire l'oscilloscopio o il data logger.
- Se con il pendolo in posizione di riposo si instaura una tensione di uscita diversa da zero, compensarla con il regolatore di offset.

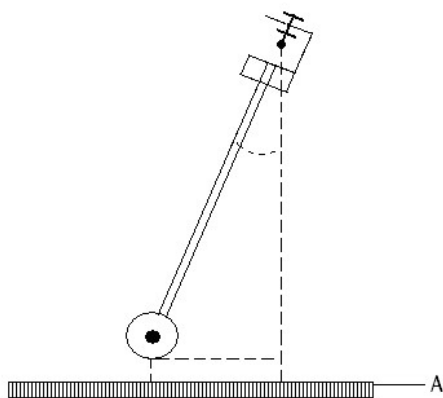


Fig. 1 Calibrazione della tensione di uscita,  
A: Scala

### 5.3 Calibrazione della tensione di uscita

Per la valutazione quantitativa degli esperimenti è necessario conoscere l'esatto rapporto tra tensione di uscita e angolo di deviazione.

- Mediante una scala determinare geometricamente l'angolo di deviazione (vedere Fig. 1) e assegnare la rispettiva tensione d'uscita.

### 5.4 Pendolo pesante accoppiato

Per preparare il pendolo accoppiato (vedere Fig. 2) sono necessari un altro pendolo ad asta, una molla di accoppiamento e un altro sensore di tensione con adattatore.

Occorrente in totale.

2 Pendoli ad asta	1000764
1 Molla a elica 3,3 N/m	1002945
2 Morsetti da tavolo	1002832
2 Aste di supporto, 1.000 mm	1002936
1 Asta di supporto, 470 mm	1002934
4 Manicotti universali	1002830
2 Sensori di tensione 10 V	1021682
2 Adattatori connettore BNC / jack 4 mm	1002750

1 Data logger

1 Software

Ulteriori informazioni sulla misurazione digitale sono disponibili sul sito web del prodotto, nel webshop 3B.

- Preparare entrambi i pendoli come descritto al punto 5.1.
- Aumentare la stabilità della preparazione montando l'asta di supporto corta tra le due aste di supporto lunghe.
- Agganciare la molla ad elica nei fori delle aste dei pendoli e quindi accoppiarli.

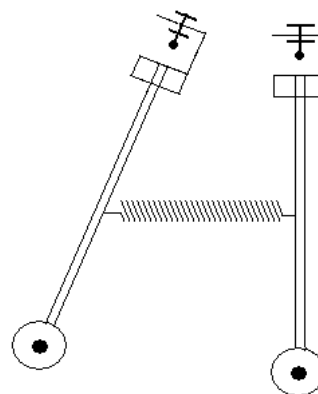
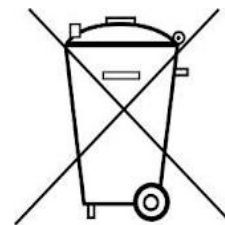


Fig. 2 Pendolo pesante accoppiato

## 6. Smaltimento

- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Non gettare il rivelatore d'angolo nei rifiuti domestici. Per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.



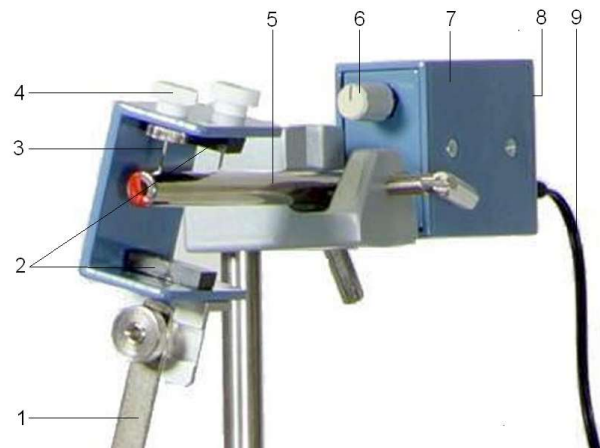
## Pêndulo de vara com registrador de ângulo

1000762 (115 V, 50/60 Hz)

1000763 (230 V, 50/60 Hz)

### Instruções de uso

10/23 ALF/UD



Suporte do pêndulo de vara com registrador de ângulo (ampliação do detalhe)

- 1 Pêndulo de vara
- 2 Par de ímãs
- 3 Agulhas de suporte
- 4 Parafuso de ajuste
- 5 Haste de suporte com sensor Hall embutido
- 6 Regulador offset
- 7 Registrador de ângulo
- 8 Conector BNC (não visível)
- 9 Linha de conexão com a fonte de alimentação

### 1. Orientações de segurança

Cuidado! O pêndulo é equipado com uma massa grande e duas agulhas pontiagudas para o suporte. Perigo de ferimento!

- Atente para que o pêndulo tenha apoio seguro e firme.
- A massa do pêndulo precisa sempre estar fixada contra a queda por meio da porca borboleta.

- Na montagem do pêndulo, atente para que as duas agulhas estejam corretamente na ranhura.

### 2. Descrição

O pêndulo de vara com registrador de ângulo se destina à análise das oscilações harmônicas de um pêndulo gravitacional. Com um segundo pêndulo de vara adicional, podem ser analisadas oscilações acopladas.



O pêndulo é constituído de uma vara chata de pêndulo e de um suporte em forma de U, em que estão parafusadas duas agulhas. Nas partes internas das abas do suporte, encontram-se dois ímãs permanentes. O pêndulo é sustentado em uma haste de suporte com uma ranhura em forma de V, fixada com uma manga universal em uma haste de suporte. Os dois pontos de apoio para as agulhas de suporte do pêndulo estão marcadas com marcas em forma de anel. Entre estas marcações, encontra-se, embutido na haste de suporte, um sensor Hall. Ele está disposto de forma que as linhas de campo no repouso do pêndulo transcorram no plano do chip e não causem tensão Hall. Parafusado à haste de suporte, está o conjunto eletrônico do registrador de ângulos. O registrador de ângulos transforma o ângulo de deslocamento do pêndulo em um sinal elétrico proporcional. Se o pêndulo for deslocado da situação vertical pelo ângulo  $\delta$ , surge um componente de campo horizontal que causa, conforme a direção do deslocamento, uma tensão de saída positiva ou negativa.

A massa do pêndulo em forma de disco é a massa do pêndulo gravitacional.

A alimentação da tensão ocorre por uma fonte incluída no fornecimento de 12 V AC.

O pêndulo de vara 1000762 é projetado para uma tensão de rede de 115 V ( $\pm 10\%$ ), 1000763 para 230 V ( $\pm 10\%$ ).

Observação: O registrador de ângulos está ajustado para o par de ímãs no suporte da ponta de tal forma que, no repouso do pêndulo, a tensão de saída de aproximadamente zero no conector BNC. O ajuste fino ocorre com o regulador offset. A atribuição de suporte de ponta e registrador de ângulos é marcada por um número nos invólucros. No caso de utilização de componentes com números diferentes, pode surgir uma tensão offset mais alta, condicionada pela tolerância de produção dos ímãs.

### 3. Fornecimento

1 Vara de pêndulo com suporte em forma de U e agulhas de suporte

1 Massa de pêndulo

1 Barra de suporte com ranhura em V e registrador de Ângulo parafusado

1 Fonte de alimentação 12 V AC

### 4. Dados técnicos

Tensão de operação: 12 V AC

Tensão de saída:  $\pm 5$  V

Impedância de saída: 500 W  
 Comprimento máximo do pêndulo: 1 m  
 Massa de pêndulo: 1 kg  
 Massa do registrador de ângulos: aprox. 0,3 kg  
 Barra de suporte: 10 mm Ø

### 5. Operação

Para a montagem do pêndulo de vara e para a execução das experiências, os aparelhos abaixo são adicionalmente necessários:

Para a montagem:

1 Fixador de mesa 1002832  
 1 Haste de suporte, 1000 mm 1002936  
 1 Manga universal 1002830

Para o registro de valores de medição:

1 Computer  
 1 Osciloscópio PC 2x25 MHz 1020857  
 1 Cabo HF 1002746

ou

1 Sensor de voltagem 10 V 1021682  
 1 Adaptador com plugue BNC/tomadas de 4 mm 1002750

1 Data logger

1 Software

Mais informações sobre a medição digital podem ser encontradas no site do produto na loja virtual da 3B.

#### 5.1 Montagem do pêndulo de vara

- Para a montagem do pêndulo de vara, fixar a haste de suporte por meio do fixador de mesa.
- Fixar a barra de suporte por meio da manga universal em altura suficiente na haste de suporte.
- Colocar as agulhas de suporte do pêndulo na posição prevista (marcas em forma de anel).
- Se a barra de suporte não estiver na posição horizontal, ajustar o pêndulo para a posição perpendicular por meio dos parafusos de ajuste.
- Empurrar a massa sobre a vara do pêndulo, ajustar o comprimento efetivo desejado  $L$  do pêndulo e fixar a massa com a porca borboleta.
- Conectar o registrador de ângulos à rede através da fonte de alimentação plug-in e conecte-o ao osciloscópio através do soquete BNC e do cabo HF ou ao data logger com o auxílio do adaptador e do sensor de voltagem.

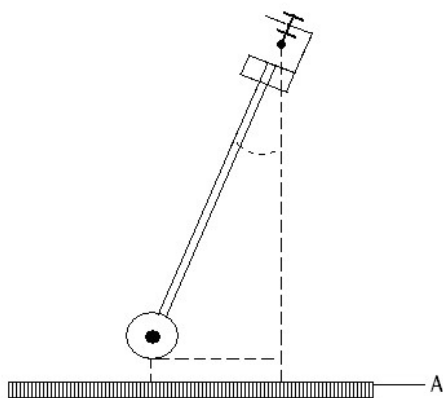


Fig. 1 Calibragem da tensão de saída  
A: Escala

## 5.2 Ajuste do offset

- Ligar o osciloscópio ou o data logger.
- Se, com repouso do pêndulo, surgir uma tensão de saída diferente de zero, compensá-la com o regulador offset.

## 5.3 Calibragem da tensão de saída

Para a avaliação quantitativa de experiências, é necessário conhecer a relação exata entre tensão de saída e ângulo de deslocamento.

- Com auxílio de uma escala, determinar o ângulo de deslocamento geometricamente (vide Fig. 1) e atribuí-lo à tensão de saída correspondente.

## 5.4 Pêndulos gravitacionais acoplados

Para a montagem dos pêndulos acoplados (vide Fig. 2), outro pêndulo de vara, uma mola de acoplamento e outro sensor de voltagem com adaptador são necessários.

No total, são necessários.

2 Pêndulos de vara	1000764
1 Mola helicoidal 3,3 N/m	1002945
2 Fixadores de mesa	1002832
2 Hastes de suporte, 1000 mm	1002936
1 Haste de suporte, 470 mm	1002934
4 Mangas universais	1002830
2 Sensores de voltagem 10 V	1021682
2 Adaptadores com plugue BNC/tomadas de 4 mm	1002750
1 Data logger	
1 Software	

Mais informações sobre a medição digital podem ser encontradas no site do produto na loja virtual da 3B.

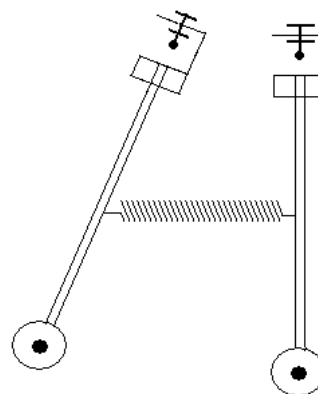


Fig. 2 Pêndulos gravitacionais acoplados

- Montar ambos os pêndulos conforme descrito na etapa 5.1.
- Aumentar a estabilidade da montagem através da colocação da haste curta de suporte entre as duas hastes longas de suporte.
- Pendurar a mola helicoidal nas perfurações das varas dos pêndulos e, assim, acoplar os pêndulos um ao outro.

## 6. Eliminação

- A embalagem deve ser eliminada nas dependências locais de reciclagem.
- Se o registrador de ângulos tiver que ser descartado, isto não deve ocorrer no lixo doméstico normal. É necessário cumprir com a regulamentação local para a eliminação de descarte eletrônico.

