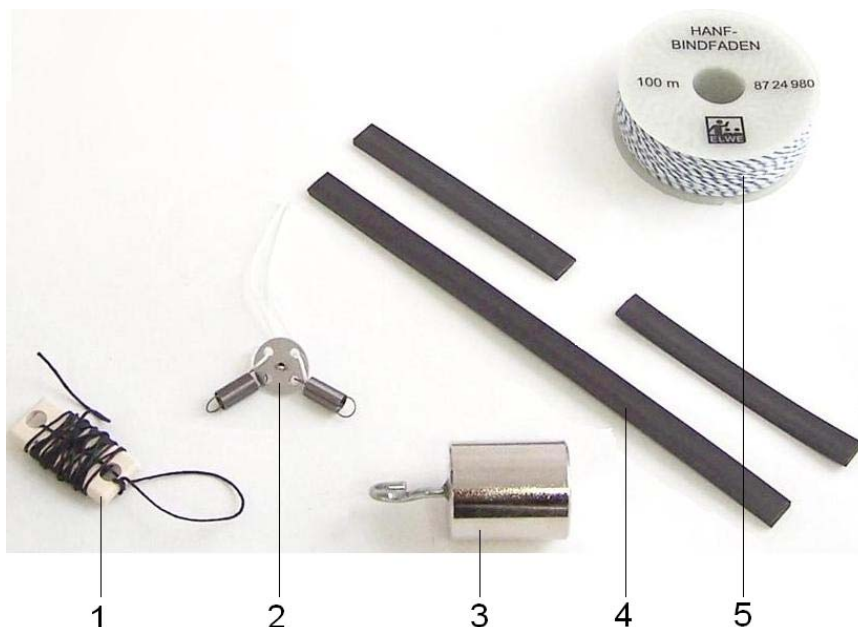


## SW-Paket Fadenpendel 1012854

### Bedienungsanleitung

09/13 TL/ALF



- 1 Faden mit Längensteller
- 2 Federbaugruppe mit Vektorscheibe
- 3 Massestück
- 4 Set Magnetstreifen
- 5 Hanfbindfaden Vorratsrolle

#### 1. Beschreibung

Das Ausstattungspaket SW-Paket Fadenpendel dient zum optimierten Aufbau eines Fadenpendels und zur umfangreichen Untersuchung harmonischer und chaotischer Schwingungen im platzsparenden Tischexperiment.

Es besteht aus einer Rolle Hanfbindfaden, einem Massestück, einem verschiebbaren Längensteller zur Einstellung von Pendellängen und Magnetstreifen zur Erzeugung chaotischer Schwingungen. Eine Federbaugruppe ermöglicht die Ankopplung des Pendels an die dynamischen Kraftsensoren aus dem SW-Paket Sensorik für die Aufzeichnung und Analyse der Schwingungen in zwei Freiheitsgraden mit einem Oszilloskop.

#### 2. Lieferumfang

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

#### 3. Technische Daten

Federkonstante Einzelfeder:	ca. 80 N/m
Maximal zulässige Kraft am Pendelfaden:	10 N
Maximale empfohlene Pendelauslenkung:	25°

#### 4. Funktionsprinzip

An den Haken der Kraftaufnehmer wirken in der Ruhelage nur die statischen Kräfte der jeweils gegenüberliegenden Zugfedern (vergleiche Fig. 2). Alle Bewegungen des Fadenpendels werden an dem quasi stabilen Aufhängepunkt der Öse in zwei Kraftvektoren zerlegt und mit den dynamischen Kraftsensoren erfasst. Bei kleinen Winkeln folgt die Ausgangsspannung am Verstärkerboard annähernd proportional der Auslenkung des Pendels (vergleiche Fig. 5).

Eine kreisförmige Pendelbewegung erzeugt an den beiden Verstärkerausgängen sinusförmige Wechselspannungen, die gegeneinander je nach Drehsinn um  $90^\circ$  bzw.  $-90^\circ$  verschoben sind.

#### 5. Bedienung

##### 5.1 Allgemeine Hinweise

Zur Durchführung der Experimente sind folgende zusätzlichen Geräte erforderlich:

1 SW-Paket Stativmaterial	1012849
1 SW-Paket Sensorik (@230V)	1012850
oder	
1 SW-Paket Sensorik (@115V)	1012851
1 USB-Oszilloskop 2x50 MHz	1017264
1 PC, Betriebssystem Win XP, Vista, Win 7	
oder	
1 Analog Oszilloskop 2x 30 MHz	1002727

**Achtung!** Die dynamischen Kraftsensoren dürfen nicht mechanisch überlastet werden!

- Den Krafthaken in axialer Richtung nicht mit mehr als 5 N und in Querrichtung nicht mit mehr als 1 N belasten.
- Besonders bei der Montage und beim Einhängen von Schlaufen oder Federn am Krafthaken auf die maximal zulässigen Kräfte achten.
- Auf festen Sitz der Stangen in der Bodenplatte sowie der Montageelemente des Stativsystems achten.

##### 5.2 Aufbau des Fadenpendels

- Stativstangen mit Außen- und Innengewinde in die äußeren Gewindebuchsen der Grundplatte schrauben.
- Beide Stativstangen mittels Stativstangen mit Außengewinde verlängern.
- Beidseitig Doppelmuffen am oberen Ende montieren und nach innen ausrichten, so dass die Schlitze senkrecht gegenüber stehen.

- Federn der Federbaugruppe in den Laschen der Traverse (abgewinkelte Seite) einhängen.
- Große Schlaufe über die Lasche der flachen Seite einhängen.

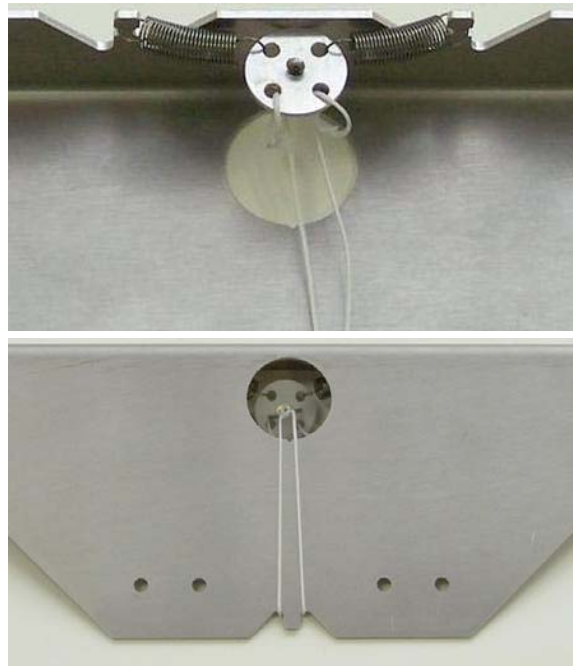


Fig. 1 Montage der Federbaugruppe

- Feder und Vektorscheibe mit dem Haken des Kraftsensors über kleine Schlaufe vorsichtig straffen.
- Kraftsensor mittels Handschraube befestigen.
- Zweiten Kraftsensor auf gleiche Weise einhängen und befestigen.

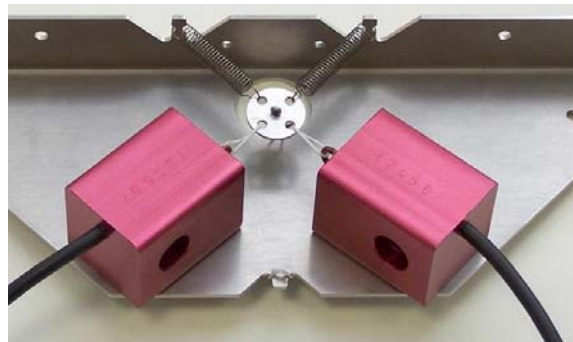


Fig. 2 Befestigung der Kraftsensoren an der Federbaugruppe

- Faden durch die Öse der Federbaugruppe (in der Mitte der kleinen Metallscheibe) ziehen.
- Faden durch die beiden Löcher des Längstellers fädeln.

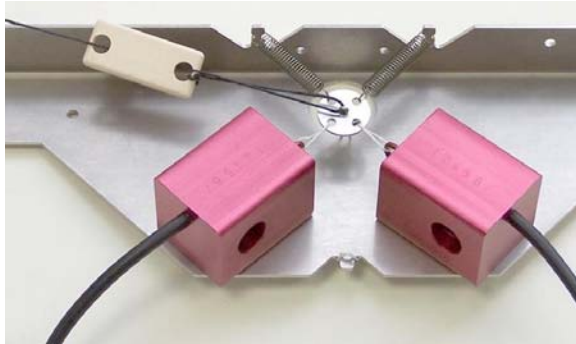


Fig. 3 Montage des Fadens

- Traverse in den Schlitz der beiden Doppelmuffen einspannen, Masse am Faden befestigen und am Längensteller Pendelhöhe angleichen.

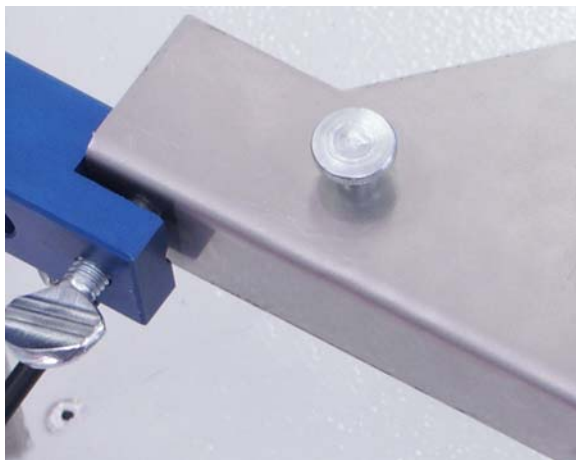


Fig. 4 Befestigung der Traverse in der Doppelmuffe

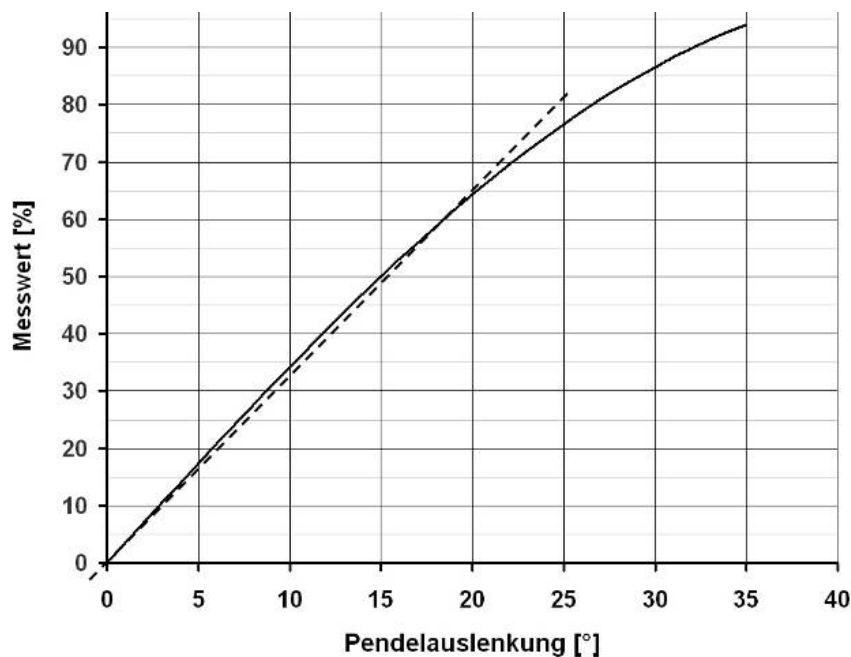


Fig. 5 Messspannung in Abhängigkeit der Pendelauslenkung

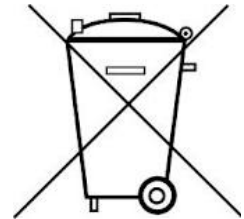
- Kraftsensoren an die Eingänge der Kanäle A und B des Verstärkerboards MEC anschließen.
- Ausgänge mit Oszilloskop verbinden und Experiment starten.

### 5.3. Aufbau eines chaotischen Pendels

- Aufbau des Pendels wie oben beschrieben.
- Zum Aufbau eines chaotischen Pendels Magnetstreifen unter dem Pendelkörper auf der Grundplatte platzieren.

### 6. Entsorgung

- Verpackung und Komponenten bei den örtlichen Recyclingstellen entsorgen.



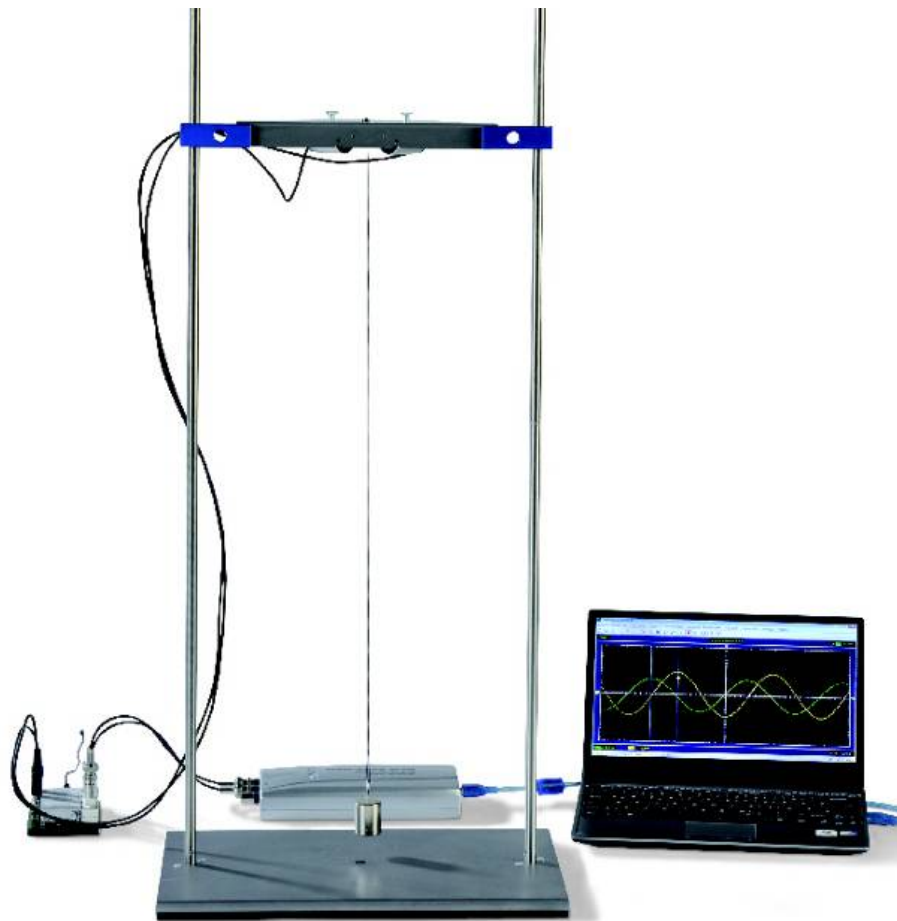
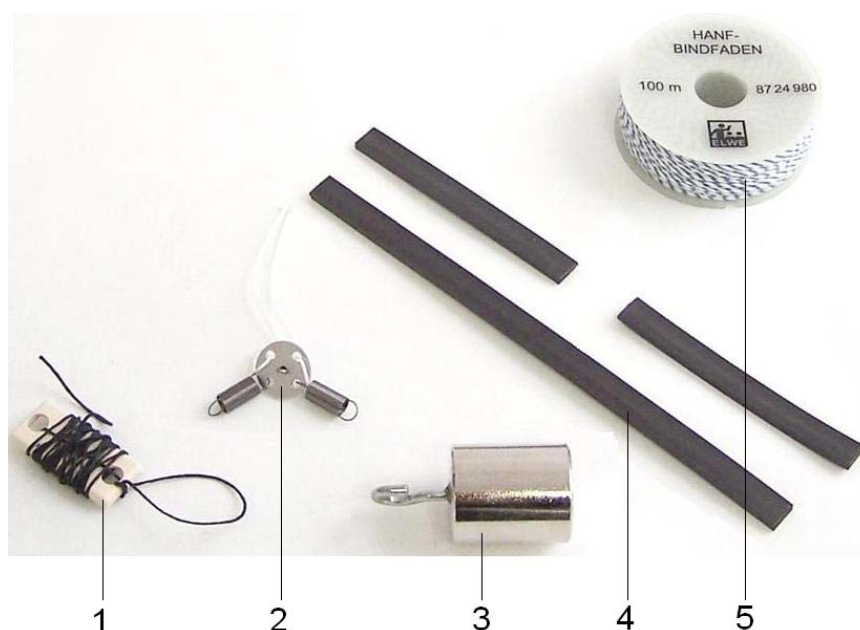


Fig. 6 Fadenpendel mit USB Oszilloskop

## SW Set – String Pendulum 1012854

### Instruction manual

09/13 TL/ALF



- 1 String with length adjustment slider
- 2 Spring module with vector plate
- 3 Weight
- 4 Set of magnetic strips
- 5 Roll of string

### 1. Description

The SW string pendulum set has everything you need to build a string pendulum and carry out extensive experiments on harmonic and chaotic oscillations using a space-saving table-top set-up.

It features a roll of string, a weight, a movable plastic slider for changing the length of the pendulum and magnetic strips for the purpose of creating chaotic oscillations. A spring module makes it possible to connect the pendulum to the dynamic force sensors from the SW sensors set in order to record and analyse oscillations with two degrees of freedom by means of an oscilloscope.

### 2. Equipment

- 1 String, 100 m
- 1 Weight 100 g
- 1 Long magnetic strip
- 2 Short magnetic strips
- 1 Spring module

### 3. Technical data

Spring constant of individual springs:	80 N/m approx.
Maximum force permitted on pendulum string:	10 N
Maximum recommended deflection of pendulum:	25°



#### 4. Functioning principle

In a stationary position, the only forces acting on the hook of the dynamometer are those of the opposing tension springs (cf. Fig. 2). All motion of the string pendulum about the effectively stable eyelet hole from which it is suspended is resolved into two vectors and detected by the dynamic force sensors. For small angles, the output voltage from the amplifier board is almost proportional to the deflection of the pendulum (cf. Fig. 5).

A circular motion of the pendulum creates sinusoidal AC voltages at both amplifier outputs, which are out of phase with one another by 90° or -90° depending on the direction of rotation.

#### 5. Operation

##### 5.1 General information

The following additional equipment is necessary in order to carry out the experiments:

1 SW stand equipment set	1012849
1 SW sensors set (@230V)	1012850
or	
1 SW sensors set (@115V)	1012851
1 USB oscilloscope 2x 50 MHz	1017264
1 PC, operating system Win XP, Vista, Win 7	
or	
1 Analogue oscilloscope 2x 30 MHz	1002727

**Caution:** Dynamic force sensors must not be subjected to mechanical overloading

- Neither sensor hook may be loaded with more than 5N in the axial direction and 1 N in transverse direction.
- Be especially careful with the maximum loading force when assembling the system or suspending loops or springs from the hook.
- Make sure stand rods are firmly fitted into the base and that all other mounting elements are also firmly fitted to the stands.

##### 5.2 Set-up for string pendulum

- Screw the stand rods with both external and internal threads into the outer threaded sockets of the base plate.
- Extend both rods by screwing rods with external thread only onto the ends of them.
- Attach double clamps near the top of both stand rods and turn them to point inwards so that the slots are vertical and facing one another.

- Attach both springs from the spring module to the lugs on the cross bar (angled side).
- Hang the large loop of string from the lug on the flat side.

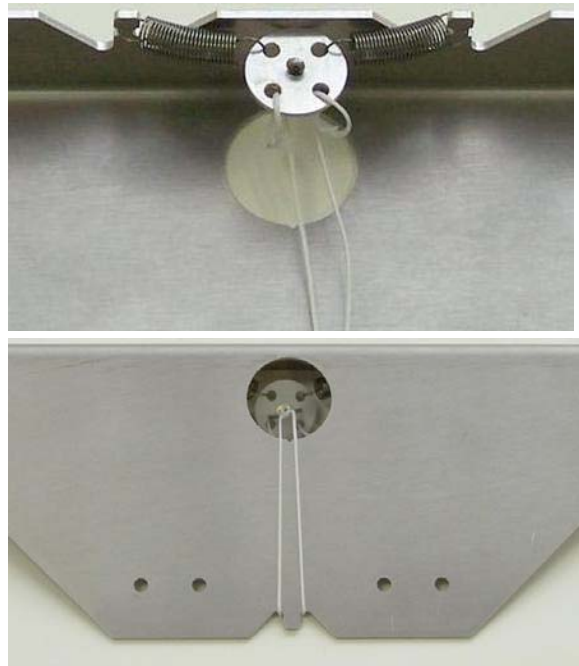


Fig. 1 Assembly of spring module

- Connect the springs and vector plate to the hook of a dynamic force sensor with a small loop of string and carefully pull everything taut.
- Attach the force sensor with the screw tightened by hand.
- Attach the second force sensor in the same way.



Fig. 2 Attachment of dynamic force sensors to spring module

- Pull the string through the eyelet of the spring module (in the middle of the metal disc).
- Thread the end of the string through the two holes of the length adjustment slider.

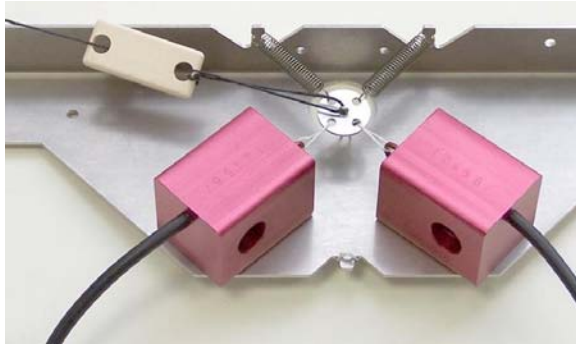


Fig. 3 Set up of string

- Clamp the cross bar into the slots of the two double clamps, suspend a weight from the end of the string and set up the height of the pendulum using the length adjustment slider.

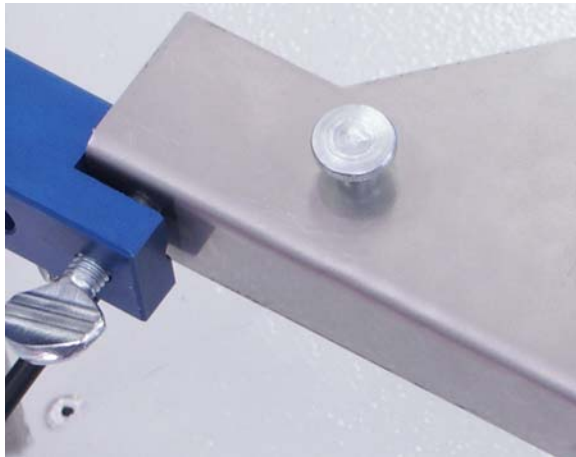


Fig. 4 Attachment of cross bar in double clamp

- Connect the force sensors to the inputs for channels A and B of the MEC amplifier board.
- Connect the outputs to an oscilloscope and start the experiment.

### 5.3. Set up for chaotic pendulum

- Set up the pendulum as previously described.
- In order to make the pendulum chaotic, place magnetic strips on the base plate under the pendulum bob.

## 6. Disposal

- Packaging and components should be disposed of, where necessary, at local recycling centres.

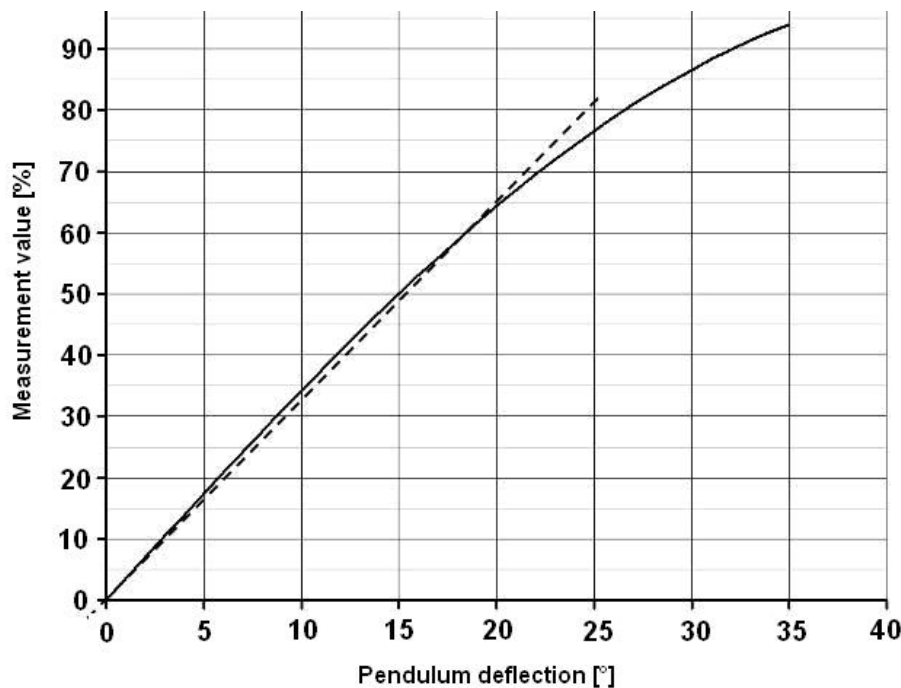
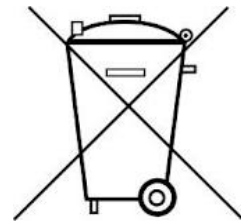


Fig. 5 Measured voltage as a function of pendulum deflection

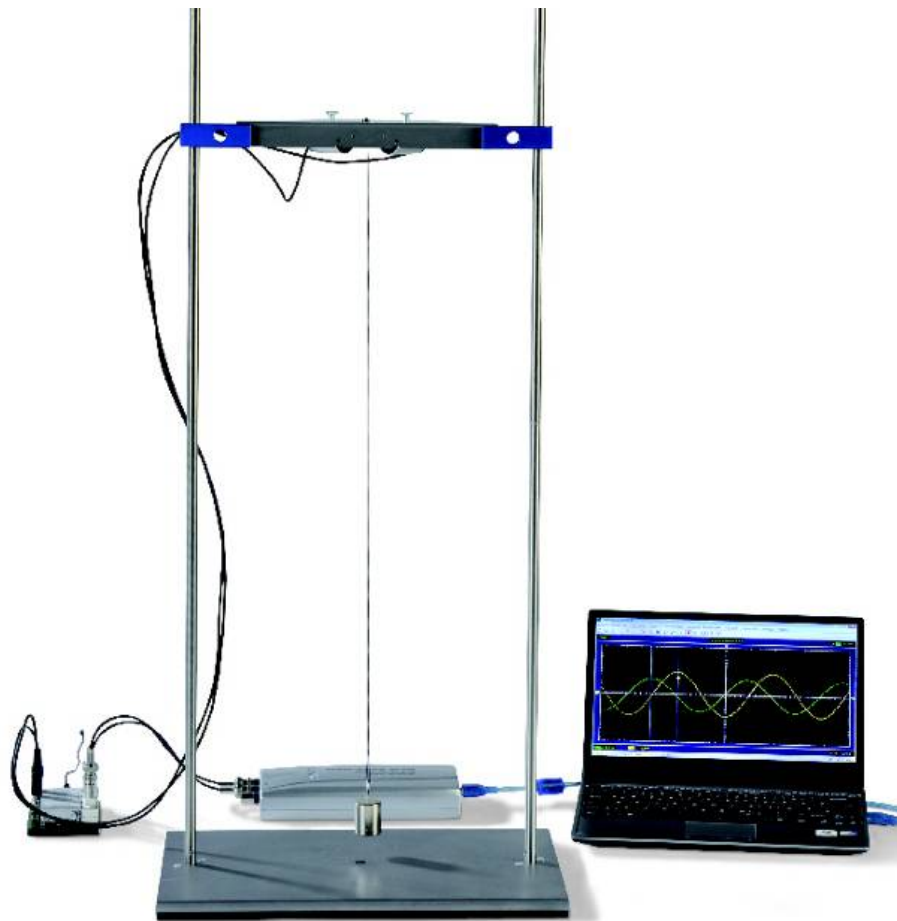


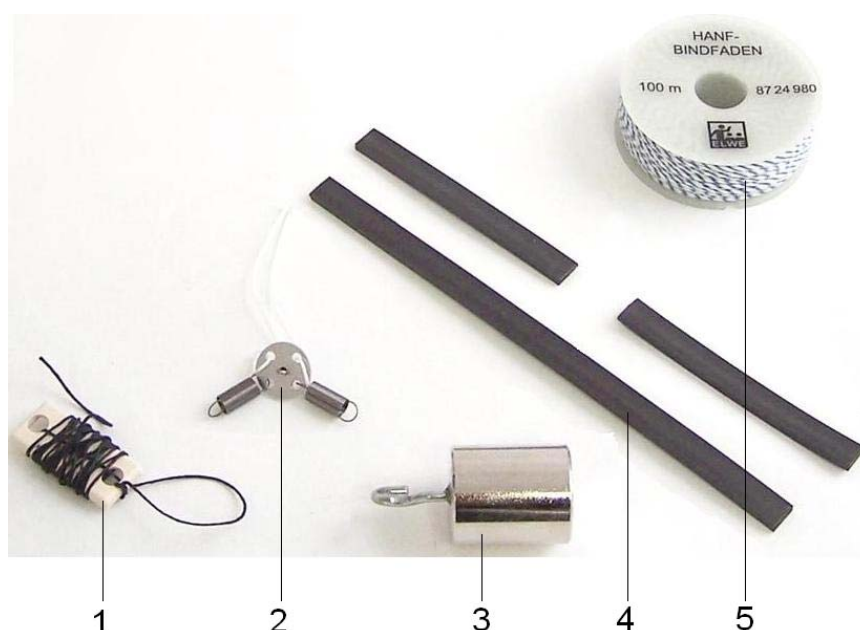
Fig. 6 String pendulum with USB oscilloscope



## Pendule simple SW 1012854

### Manuel d'utilisation

09/13 TL/ALF



- 1 Fil, longueur réglable
- 2 Ensemble de ressorts avec disque vectoriel
- 3 Poids
- 4 Kit de bandes magnétiques
- 5 Rouleau de réserve de fil de chanvre

### 1. Description

Le kit d'équipement Pendule simple SW sert à réaliser un montage optimisé d'un pendule à fil et à examiner les oscillations harmoniques et chaotiques pour expérience sur table peu encombrante.

Il est composé d'un rouleau de fil de chanvre, d'un poids, d'un dispositif de réglage de longueur pour régler la longueur du pendule, et de bandes magnétiques pour produire des oscillations chaotiques. Un ensemble de ressorts permet d'associer le pendule aux capteurs de force dynamiques du kit Capteurs SW afin d'enregistrer et d'analyser les oscillations de deux niveaux de liberté au moyen d'un oscilloscope.

### 2. Fournitures

- 1 fil, 100 m
- 1 poids 100 g
- 1 bande magnétique longue
- 2 bandes magnétiques courtes
- 1 ensemble de ressorts

### 3. Caractéristiques techniques

- |   |             |
|---|-------------|
| Constante de chaque ressort :                     | env. 80 N/m |
| Force maximale admissible sur le fil du pendule : | 10 N        |
| Déviation maximale recommandée du pendule :       | 25°         |

#### 4. Principe de fonctionnement

En position de repos, seules les forces statiques de chaque ressort de traction opposé agissent sur le crochet du récepteur de force (cf. figure 2). Tous les mouvements du pendule à fil sont divisés en deux vecteurs de force au niveau du point d'accrochage pratiquement stable de l'œillet, puis détectés par les capteurs de force dynamiques. Pour les petits angles, la tension de sortie suit la déviation du pendule (cf. figure 5) sur l'amplificateur de manière pratiquement proportionnelle.

Un mouvement circulaire du pendule génère sur les deux sorties de l'amplificateur des tensions alternatives sinusoïdales qui sont déplacées dans des sens opposés de  $90^\circ$  ou  $-90^\circ$  en fonction du sens de rotation.

#### 5. Utilisation

##### 5.1 Remarques générales

Pour exécuter les expériences, les appareils supplémentaires suivants sont nécessaires :

- 1 ensemble pour montage SW 1012849
- 1 commande de capteurs SW (@230 V) 1012850 ou
- 1 commande de capteurs SW (@115 V) 1012851
- 1 oscilloscope USB 2x 50 MHz 1017264
- 1 PC, système d'exploitation Win XP, Vista, Win 7 ou
- 1 oscilloscope analogique 2x 30 MHz 1002727

**Attention !** Les capteurs de force dynamiques ne doivent pas être soumis à des surcharges mécaniques.

- Ne pas soumettre le crochet à une force supérieure à 5 N dans le sens axial ni à une force supérieure à 1 N dans le sens transversal.
- Veiller au respect des forces maximales admissibles en particulier lors du montage et lors de l'accrochage de boucles ou de ressorts au crochet de force.
- Veiller à ce que les tiges de la plaque de base et les éléments de montage du système de support statif soient solidement en place.

##### 5.2 Montage du pendule à fil

- Visser les tiges du statif avec filetages intérieur et extérieur dans les orifices filetés extérieurs de la plaque de base.
- Rallonger les deux tiges du statif à l'aide de tiges de statif à filetage extérieur.
- Monter les noix doubles sur les deux côtés, au niveau de l'extrémité supérieure, et les orienter vers l'intérieur, de manière à ce que

les fentes se trouvent à la verticale l'une en face de l'autre.

- Accrocher les ressorts de l'ensemble de ressorts dans les languettes de la traverse (côté recourbé).
- Accrocher la grande boucle dans la languette du côté plat.

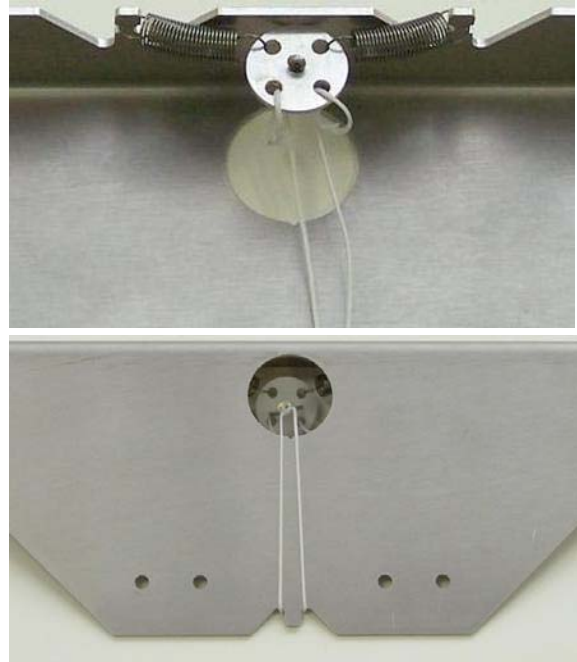


Fig. 1 Montage de l'ensemble de ressorts

- Tendre avec précaution les ressorts et le disque vectoriel avec le crochet du capteur de force par le biais de la petite boucle.
- Fixer le capteur de force à l'aide de la vis moletée.
- Accrocher et fixer le deuxième capteur de force de la même manière.

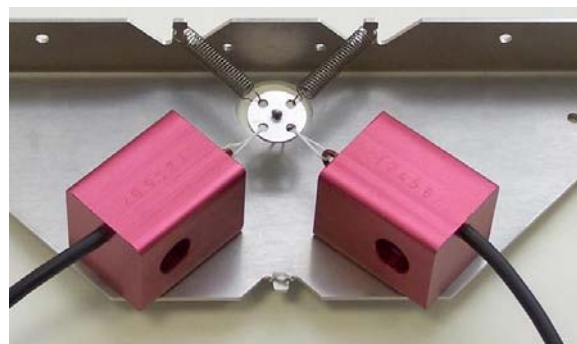


Fig. 2 Fixation des capteurs de force à l'ensemble de ressorts

- Tirer le fil dans l'œillet de l'ensemble de ressorts (au centre du petit disque métallique).
- Enfiler l'extrémité du fil à travers les deux trous du dispositif de réglage de longueur.

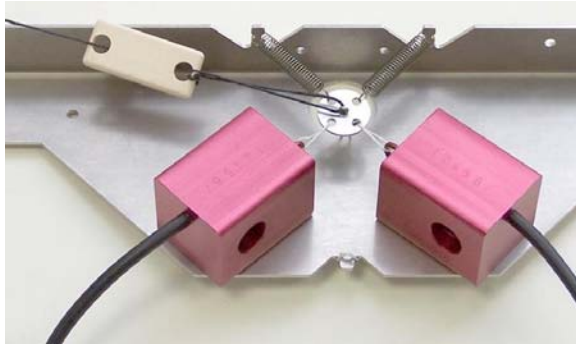


Fig. 3 Montage du fil

- Tendre la traverse dans les fentes des deux noix doubles. Fixer le poids au fil et compenser la longueur du pendule à l'aide du dispositif de réglage de la longueur.

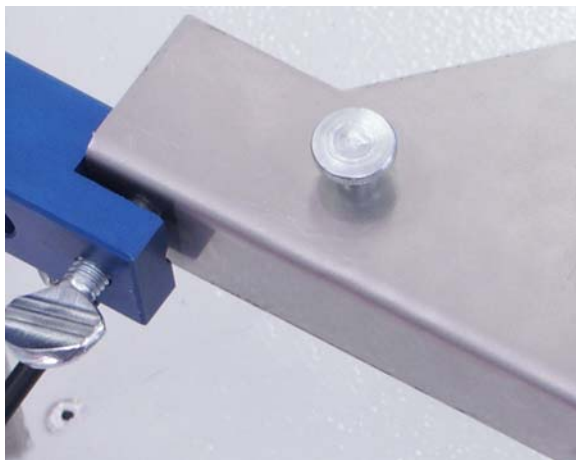


Fig. 4 Fixation de la traverse dans la noix double

- Raccorder les capteurs de force aux entrées des canaux A et B de l'amplificateur MEC.
- Relier les sorties à l'oscilloscope et démarrer l'expérience.

### 5.3. Montage d'un pendule chaotique

- Monter le pendule comme décrit plus haut.
- Pour monter un pendule chaotique, placer des bandes magnétiques sous le corps du pendule, sur la plaque de base.

### 6. Mise au rebut

- L'emballage et les composants doivent être amenés aux centres de recyclage locaux.

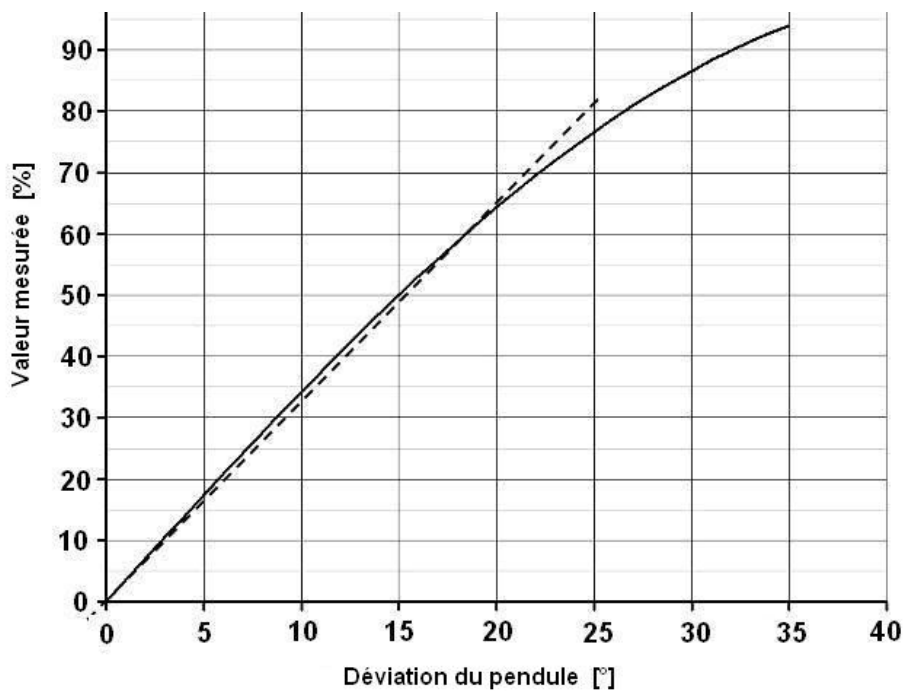
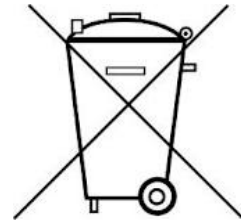


Fig. 5 Tension de mesure en fonction de la déviation du pendule

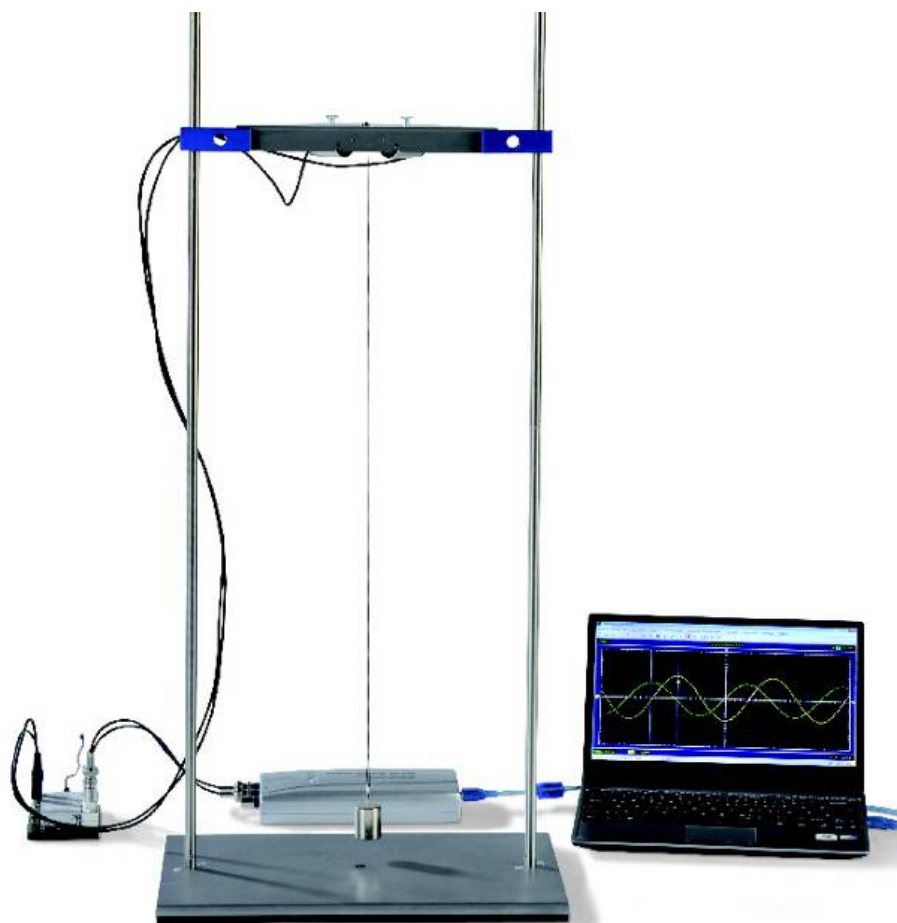
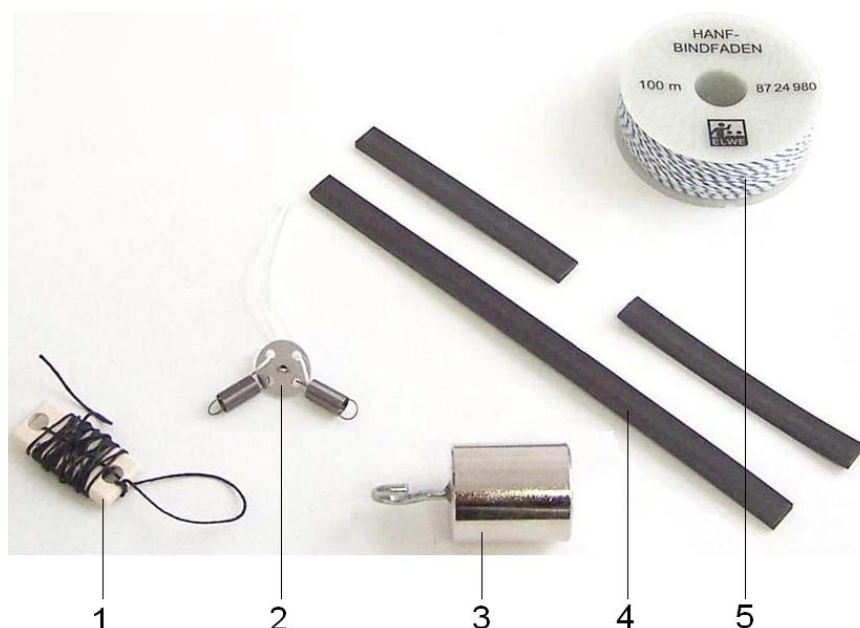


Fig. 6 Pendule à file avec oscilloscope USB

## Pacchetto SW pendolo a filo 1012854

### Istruzioni per l'uso

09/13 TL/ALF



- 1 Filo con regolatore di lunghezza
- 2 Gruppo molla con disco vettore
- 3 Peso
- 4 Set strisce magnetiche
- 5 Rocchetto di filo di canapa per legature

#### 1. Descrizione

Il kit di dotazione pacchetto SW pendolo a filo serve per la realizzazione ottimale di un pendolo a filo e l'analisi approfondita delle oscillazioni armoniche e caotiche in un esperimento da tavolo ad ingombro ridotto.

Si compone di un rotolo di filo di canapa per legature, di un peso, di un regolatore di lunghezza scorrevole per la regolazione della lunghezza del pendolo e di strisce magnetiche per la produzione di oscillazioni caotiche. Un gruppo molla consente l'accoppiamento del pendolo ai sensori di forza dinamici del pacchetto SW sensori per la registrazione e l'analisi delle oscillazioni in due gradi di libertà con un oscilloscopio.

#### 2. Fornitura

- 1 filo, 100 m
- 1 peso da 100 g
- 1 striscia magnetica lunga
- 2 strisce magnetiche corte
- 1 gruppo molla

#### 3. Dati tecnici

Indice di rigidezza molla singola:	ca. 80 N/m
Tensione massima consentita del filo del pendolo:	10 N
Deviazione massima consigliata del pendolo:	25°



#### 4. Principio di funzionamento

In posizione di riposo sul gancio del sensore di forza agiscono soltanto le forze statiche delle rispettive molle di trazione opposte (vedere Fig. 2). Nel punto di sospensione quasi stabile dell'occhiello tutti i movimenti del pendolo a filo vengono scomposti in due vettori di forza e rilevati con i sensori di forza dinamici. Con angoli piccoli la tensione di uscita sulla board di amplificazione è quasi proporzionale alla deviazione del pendolo (vedere Fig. 5).

Un movimento circolare del pendolo a entrambe le uscite amplificatore genera tensioni alternate sinusoidali, spostate rispettivamente di  $90^\circ$  e/o  $-90^\circ$  verso la direzione di rotazione.

#### 5. Uso

##### 5.1 Indicazioni generali

Per l'esecuzione degli esperimenti sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 pacchetto SW materiale stativo	1012849
1 pacchetto SW sensori (@230V)	1012850
oppure	
1 pacchetto SW sensori (@115V)	1012851
1 oscilloscopio USB 2x 50 MHz	1017264
1 PC, sistema operativo Win XP, Vista, Win 7	
oppure	
1 oscilloscopio analogico 2x 30 MHz	1002727

**Attenzione!** Non sovraccaricare meccanicamente i sensori di forza dinamici!

- Evitare di caricare il gancio di forza con oltre 5 N in direzione assiale e con oltre 1 N in direzione trasversale.
- Prestare attenzione alle forze massime consentite in particolare durante il montaggio e l'aggancio di molle od occhielli al gancio di forza.
- Assicurarsi che le aste della piastra di fondo e gli elementi di montaggio del sistema di supporto siano fissati saldamente.

##### 5.2 Costruzione del pendolo a filo

- Avvitare le aste di supporto con filettatura interna ed esterna nella boccola filettata esterna della piastra di base.
- Allungare entrambe le aste di supporto tramite aste di supporto con filettatura esterna.
- Su entrambi i lati montare doppi manicotti all'estremità superiore e orientarli verso l'interno di modo che le fessure siano rispettivamente perpendicolari.

- Agganciare le molle del gruppo molla nelle linguette della traversa (lato angolato).
- Agganciare l'occhiello grande sopra la linguetta del lato piatto.

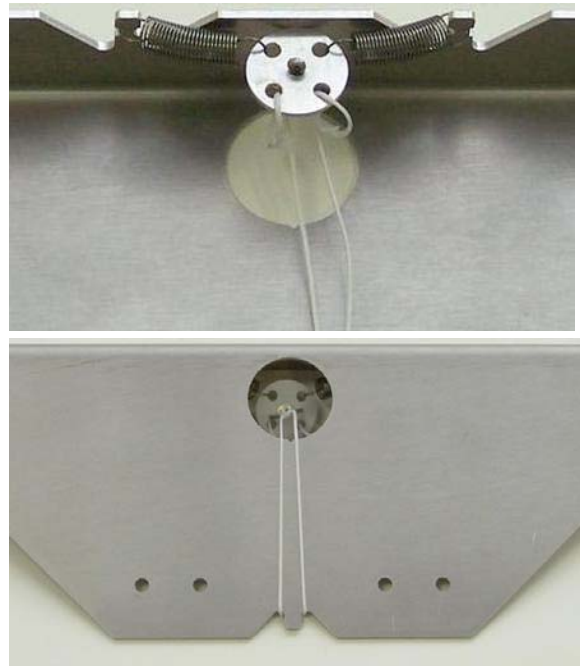


Fig. 1 Montaggio del gruppo molla

- Tendere la molla e il disco vettore con il gancio del sensore di forza sopra all'occhiello piccolo.
- Fissare il sensore di forza con la vite a mano.
- Agganciare e fissare il secondo sensore di forza nello stesso modo.



Fig. 2 Fissaggio dei sensori di forza al gruppo molla

- Fare passare il filo attraverso l'occhiello del gruppo molla (al centro del piccolo disco metallico).
- Fare passare il filo in entrambi i fori del regolatore di lunghezza.

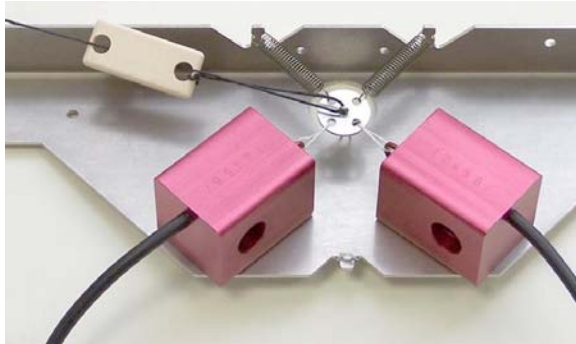


Fig. 3 Montaggio del filo

- Bloccare la traversa nelle fessure di entrambi i manicotti, fissare il peso al filo e livellare l'altezza del pendolo al regolatore di lunghezza.

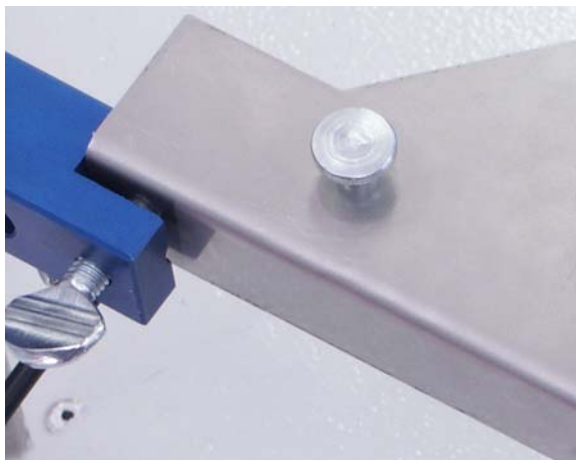


Fig. 4 Fissaggio della traversa nel doppio manicotto

- Collegare i sensori di forza agli ingressi dei canali A e B della board di amplificazione MEC.
- Collegare le uscite con l'oscilloscopio e avviare l'esperimento.

### 5.3. Costruzione di un pendolo caotico

- Realizzare il pendolo come descritto sopra.
- Per realizzare un pendolo caotico collocare le strisce magnetiche sulla piastra di base sotto al corpo del pendolo.

### 6. Smaltimento

- Smaltire l'imballo e le componenti presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.

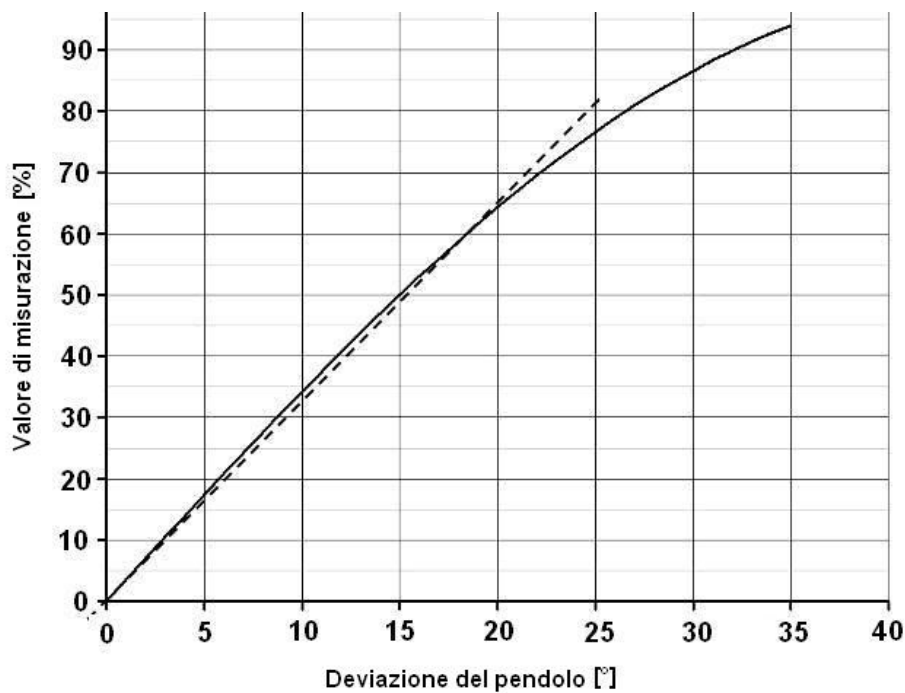
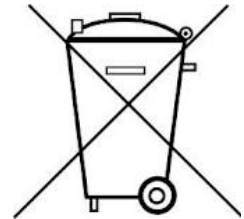


Fig. 5 Tensione misurata in funzione della deviazione del pendolo

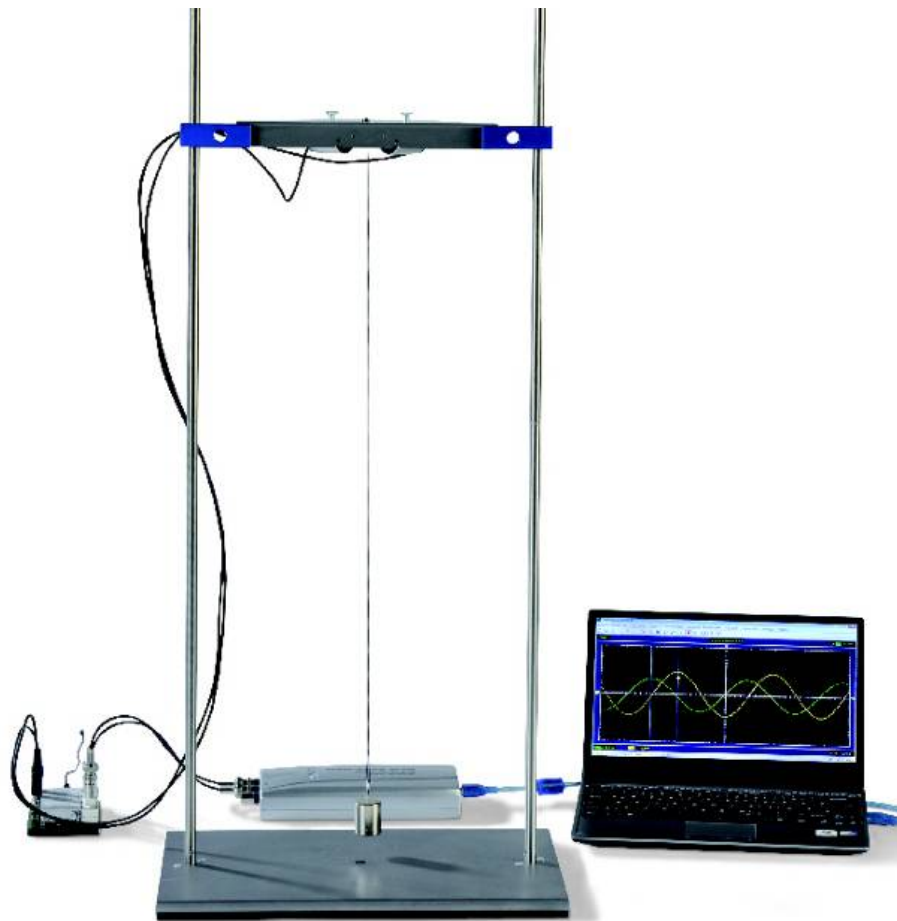
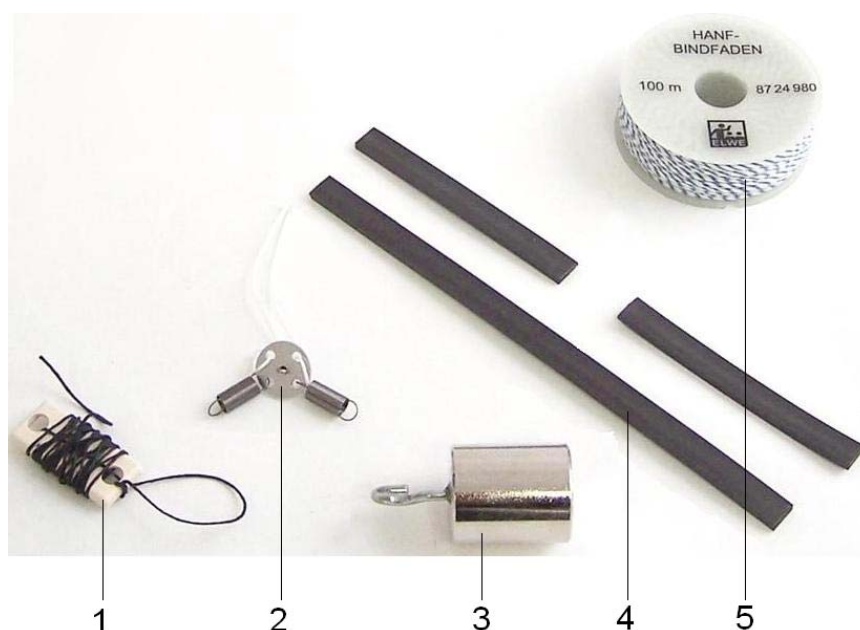


Fig. 6 Pendolo a filo con oscilloscopio USB

## Paquete-SW - Péndulo de hilo 1012854

### Instrucciones de uso

09/13 TL/ALF



- 1 Hilo con ajuste de longitud
- 2 Grupo constructivo de muelle con disco vectorial
- 3 Pieza masiva
- 4 Juego de bandas magnéticas
- 5 Hilo de cáñamo, rollo de reserva

#### 1. Descripción

El paquete de equipamiento SW - Péndulo de hilo sirve para optimar el montaje de un péndulo simple sencillo y para el estudio de oscilaciones armónicas y caóticas en un experimento de sobremesa en espacio reducido.

Se compone de un rollo de hilo de cáñamo, una pieza masiva un ajuste de longitud desplazable para ajustar la longitud del péndulo y bandas magnéticas para producir oscilaciones caóticas. Un grupo constructivo de muelle hace posible el acoplamiento del péndulo a los sensores de fuerza dinámicos que conforman el paquete-SW - Sensores, para el registro y el análisis de oscilaciones con dos grados de libertad, por medio de un osciloscopio.

#### 2. Volumen de suministro

- 1 Hilo, 100 m
- 1 Masa 100 g
- 1 Banda magnética larga
- 2 Bandas magnéticas cortas
- 1 Grupo constructivo de muelle

#### 3. Datos técnicos

Constante de muelle separado:	aprox. 80 N/m
Fuerza máxima permitida en el hilo del péndulo:	10 N
Desviación del péndulo máxima recomendada:	25°

#### 4. Principio funcional

En posición de reposo, en los ganchos de los captadores de fuerza actúan sólo las fuerzas de los muelles de tracción opuestos (compare la Fig. 2). Todos los movimientos del péndulo de hilo se descomponen en dos vectores de fuerza en el punto casi estable del ojal y son captados con los sensores de fuerza dinámicos. En caso de ángulos pequeños, la tensión de salida en la placa de amplificación sigue proporcionalmente la desviación del péndulo (compare la Fig. 5).

Un movimiento circular del péndulo genera tensiones senoidales en ambas salidas del amplificador, las cuales están desfasadas una con respecto a la otra en  $90^\circ$  resp.  $-90^\circ$  dependiendo del sentido de la rotación.

#### 5. Manejo

##### 5.1 Observaciones generales

Para la realización de los experimentos se requieren adicionalmente los siguientes aparatos:

1 Paquete-SW - Material de soporte	1012849
1 Paquete-SW - Sensores (@230V)	1012850
1 Paquete-SW - Sensores (@115V)	1012851
1 Osciloscopio USB 2x 50 MHz	1017264
1 PC, sistema operativo Win XP, Vista, Win 7	
1 Osciloscopio analógico de 2x 30 MHz	1002727

**¡Atención!** ¡Los sensores de fuerza dinámicos no se deben sobrecargar mecánicamente!

- El gancho de fuerza no se debe cargar con más de 5N en dirección axial y tampoco con más de 1 N en dirección transversal.
- Especialmente durante el montaje y al colgar lazos o muelles en el gancho de fuerza, es necesario tener en cuenta las fuerzas máximas permitidas.
- Se debe prestar atención a un asiento fijo de las varillas en la placa de fondo así como de los elementos de montaje del sistema de soporte.

##### 5.2 Montaje del péndulo de hilo

- Las varillas con rosca interna y externa se atornilla en los casquillos roscados externos de la placa base.
- Ambas varillas soporte se alargan utilizando varillas con rosca externa.
- Se monta una nuez doble en cada uno de los extremos superiores y se orientan hacia adentro, así que las ranuras queden perpendiculares una enfrente de la otra.

- Los muelles del grupo constructivo de muelle se cuelgan en las lengüetas del travesaño (lado acodado).
- El lazo grande se cuelga sobre la lengüeta del lado plano.

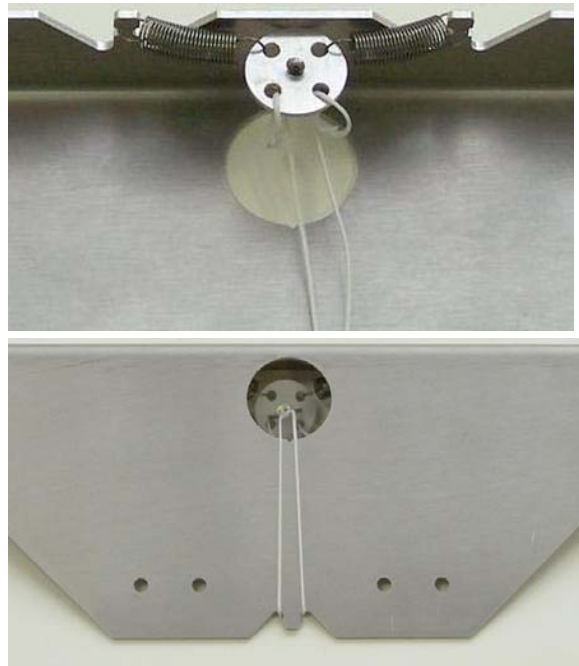


Fig. 1 Montaje del grupo constructivo de muelle

- El muelle y el disco vectorial se tensan con cuidado con el gancho del sensor de fuerza por medio de un lazo pequeño.
- Se fija el sensor de fuerza por medio de un tornillo de apriete manual.
- El segundo sensor de fuerza se cuelga y se fija en la misma forma.



Fig. 2 Fijación de los sensores de fuerza en el grupo constructivo del muelle

- El hilo se tira por el ojal del grupo constructivo del muelle (en el centro del pequeño disco metálico).
- El extremo del hilo se enhebra en ambos orificios del ajuste de longitud.



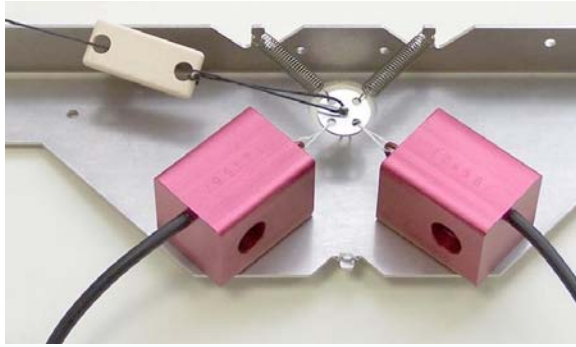


Fig. 3 Montaje del hilo

- Se sujeta el travesaño en las ranuras de las dos nueces dobles, se fija la masa en el hilo, y se ajusta la altura del péndulo en el regulador de longitud.

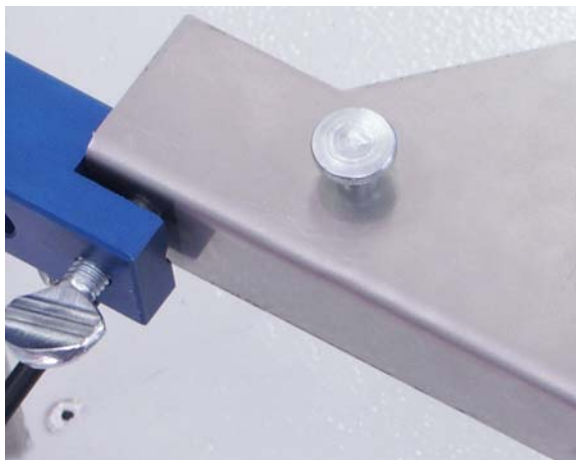


Fig. 4 Fijación del travesaño en la nuez doble

- Se conectan los sensores de fuerza en las entradas A y B de la placa de amplificador MEC.
- Las salidas se conectan con el osciloscopio y se inicia el experimento.

### 5.3. Montaje del péndulo caótico

- Se monta el péndulo como se describe arriba.
- Para montar un péndulo caótico se colocan bandas magnéticas sobre la placa base, por debajo del cuerpo pendular.

### 6. Desecho

- El embalaje y las componentes se desechan en los sitios de reciclaje del lugar.

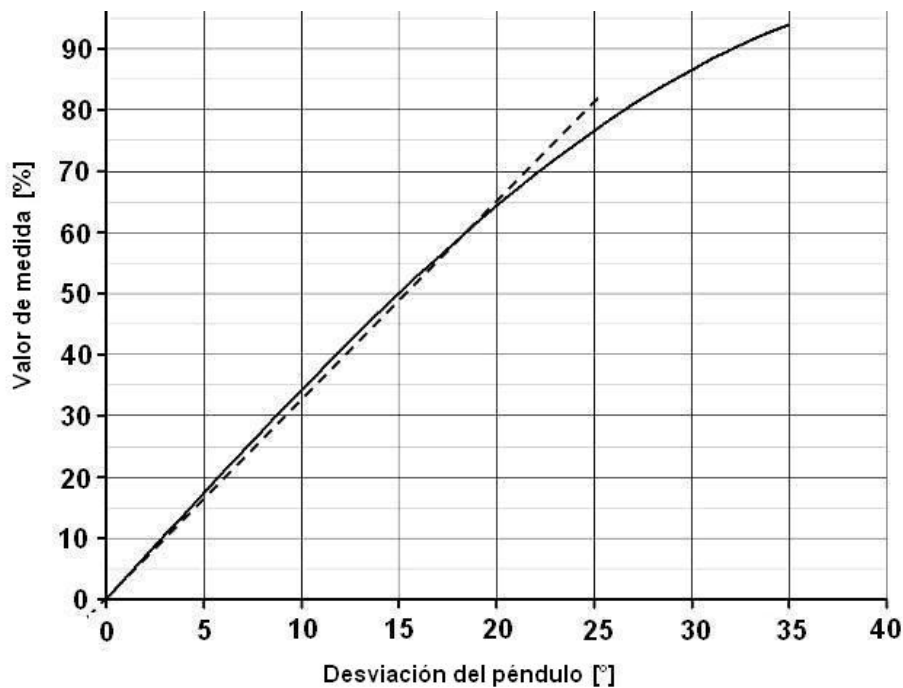
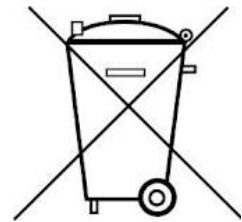


Fig. 5 Tensión de medida en dependencia con la desviación del péndulo

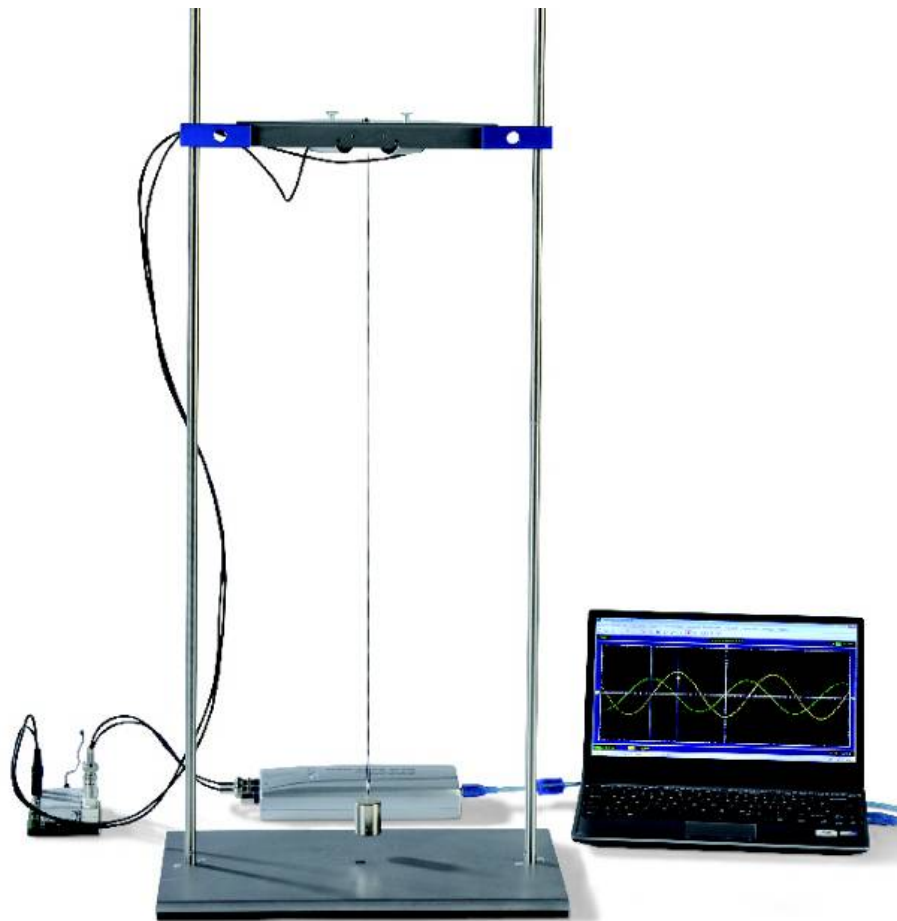
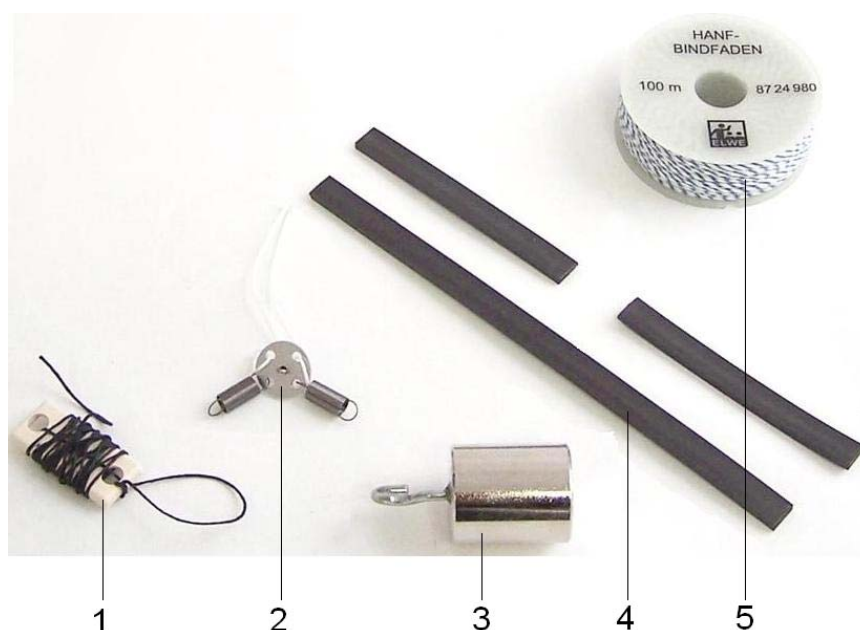


Fig. 6 Péndulo de hilo con osciloscopio USB

## Pacote SW Pêndulo de fio 1012854

### Instruções de operação

09/13 TL/ALF



- 1 Fio com ajuste de comprimento
- 2 Conjunto de molas de montagem com disco de vetores
- 3 Peça de massa
- 4 Conjunto de tiras magnéticas
- 5 Rolo de abastecimento de fio de cânhamo

#### 1. Descrição

O pacote de fornecimento pacote SW pêndulo de fio serve para a montagem otimizada de um pêndulo de fio e para a análise abrangente de oscilações harmônicas e caóticas.

Ele consiste de um rolo de fio de cânhamo, uma peça de massa, um ajustador de comprimento modificável para ajuste de comprimentos do pêndulo e das tiras magnéticas para a criação de oscilações caóticas. Um grupo de montagem de molas de permite o acoplamento do pêndulo aos sensores dinâmicos de força do pacote SW Sensorik para o registro e análise das oscilações em dois níveis livres com um osciloscópio.

#### 2. Fornecimento

- 1 Fio, 100 m
- 1 Massa 100 g
- 1 Tira magnética comprida
- 2 Tiras magnéticas curtas
- 1 Grupo de montagem de mola

#### 3. Dados técnicos

Constante de mola da mola individual:	aprox. 80 N/m
Força máxima permitida no fio do pêndulo:	10 N
Deflexão de pêndulo máxima permitida:	25°

#### 4. Princípio funcional

Nos ganchos do sensor de força em posição de equilíbrio somente atuam as forças estáticas das molas de tração respectivamente opostas (compara na Fig. 2). Todos os movimentos do pêndulo de fio são descompostos em dos vetores de força no ponto de pendura do olhal quase estável e são captados com os sensores dinâmicos de força. No caso de ângulos pequenos a tensão de saída no painel amplificador segue aproximadamente proporcional à deflexão do pêndulo (comparar na Fig. 5).

Um movimento de pêndulo em forma circular produz nas duas saídas de amplificação tensões alternadas em forma de seno, que são deslocadas uma da outra em cada sentido de giro em  $90^\circ$ , respectivamente em  $-90^\circ$ .

#### 5. Operação

##### 5.1 Indicações gerais

Para a execução das experiências os seguintes aparelhos adicionais são necessários:

1 Pacote SW material de suporte	1012849
1 Pacote SW Sensorik (@230V)	1012850
ou	
1 Pacote SW Sensorik (@115V)	1012851
1 Osciloscópio USB 2x 50 MHz	1017264
1 PC, sistema operacional Win XP, Vista, Win 7	
ou	
1 Osciloscópio analógico 2x 30 MHz	1002727

**Atenção!** Os sensores dinâmicos de força não devem ser sobrecarregados mecanicamente!

- Não carregar os ganchos de força na direção axial com mais de 5 N e na direção transversal com mais de 1 N.
- Prestar atenção, especialmente na montagem e no enganche de laços ou molas do gancho de força nas forças máximas permitidas.
- Cuidar do assentamento apertado das varas da placa base, assim como os elementos de montagem do sistema de suporte.

##### 5.2 Montagem do pêndulo de fio

- Parafusar as varas de apoio com rosca exterior e interior nas roscas exteriores da placa base.
- Alongar ambas as varas de apoio através de varas com rosca exterior das varas de suporte.
- Montar em ambos os lados às mangas duplas no extremo superior e alinhar para o interior, de forma que as fendas estejam perpendiculares um em relação à outra.

- Pendurar as molas do grupo de montagem de molas nos encaixes da travessa (lado angulado).
- Pendurar o laço grande por sobre o encaixe do lado achatado.

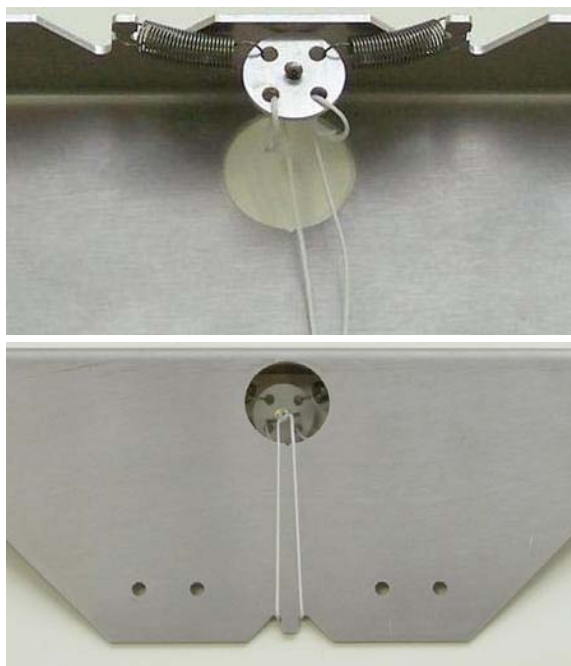


Fig. 1 Montagem do grupo de montagem de molas

- Esticar com cuidado a mola e o disco de vetor sobre o laço pequeno com o gancho do sensor de força.
- Fixar através do parafuso manual o sensor de força.
- Enganchar e fixar da mesma maneira o segundo sensor de força.

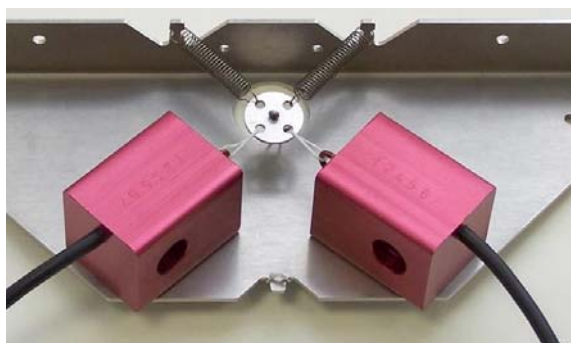


Fig. 2 Fixação dos sensores de força no grupo de montagem de molas

- Puxar o fio através do olhal do grupo de montagem de molas (no centro do pequeno disco de metal).
- Enfiar a extremidade do fio através dos dois furos do ajuste de comprimento.

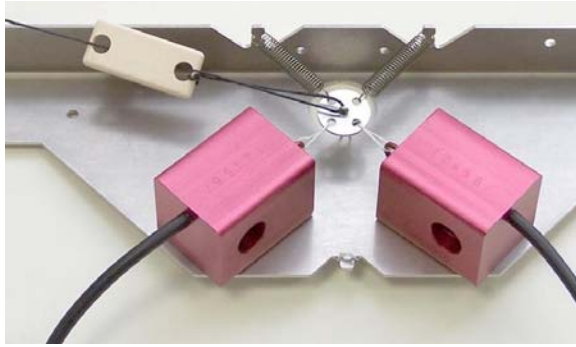


Fig. 3 Montagem do fio

- Engatar a travessa nas fendas das duas mangas duplas, fixar a massa no fio e emparelha-la no ajuste de comprimento a altura do pêndulo.

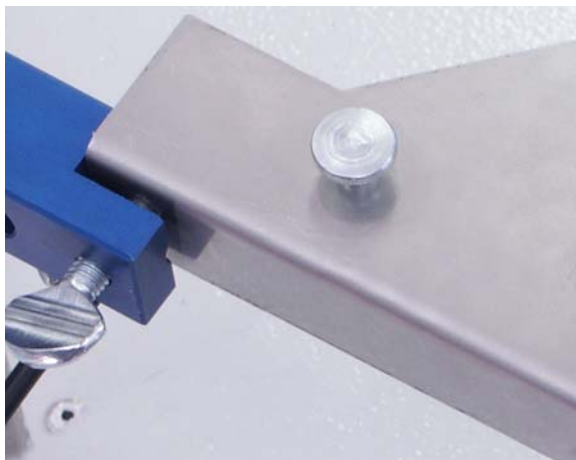


Fig. 4 Fixação da travessa na manga dupla

- Conectar os sensores de força nas entradas dos canais A e B do painel amplificador MEC.
- Conectar as saídas com o osciloscópio e iniciar a experiência.

### 5.3. Montagem de um pêndulo caótico

- Montagem do pêndulo como descrito acima.
- Para a montagem de um pêndulo caótico colocar as tiras magnéticas sobre a placa base, embaixo do corpo do pêndulo.

## 6. Eliminação de resíduos

- Eliminar a embalagem e componentes nos postos locais de reciclagem.

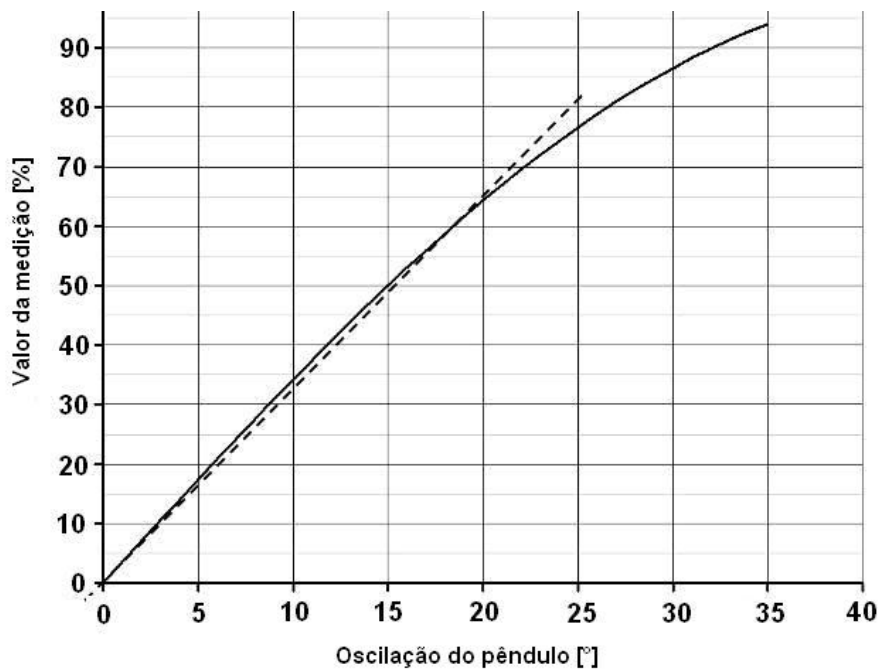
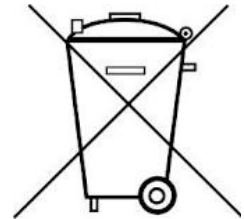


Fig. 5 Tensão de medição em dependência da oscilação do pêndulo



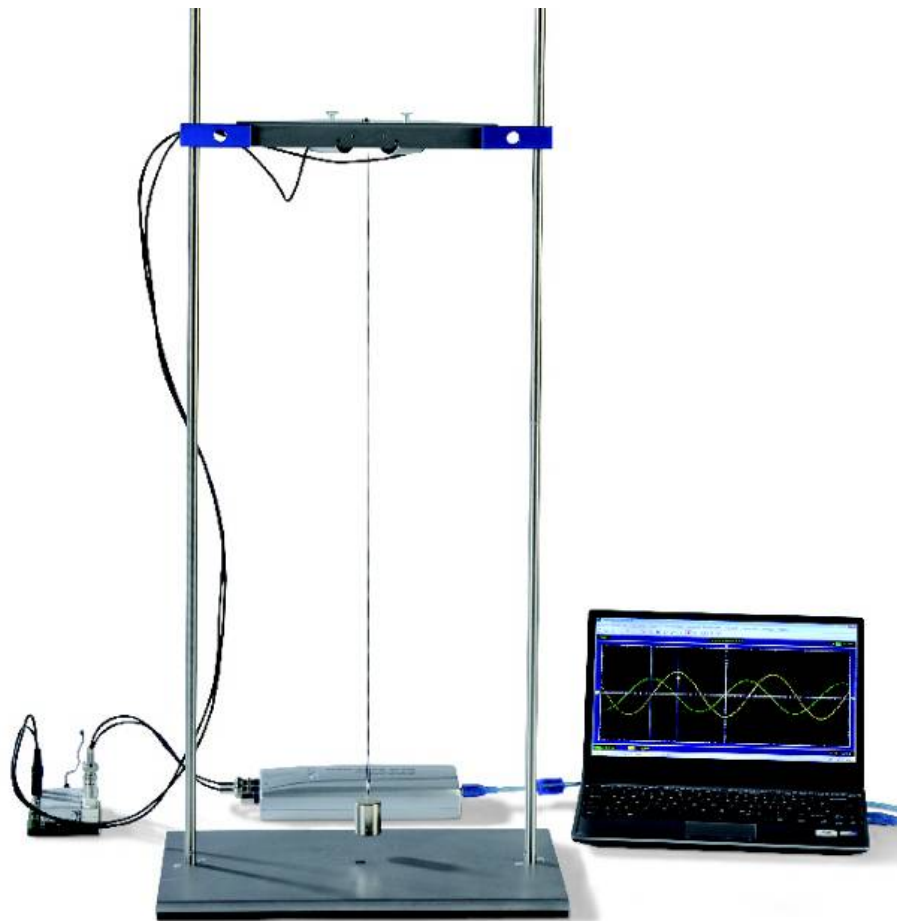


Fig. 6 Pêndulo de fio com osciloscópio USB