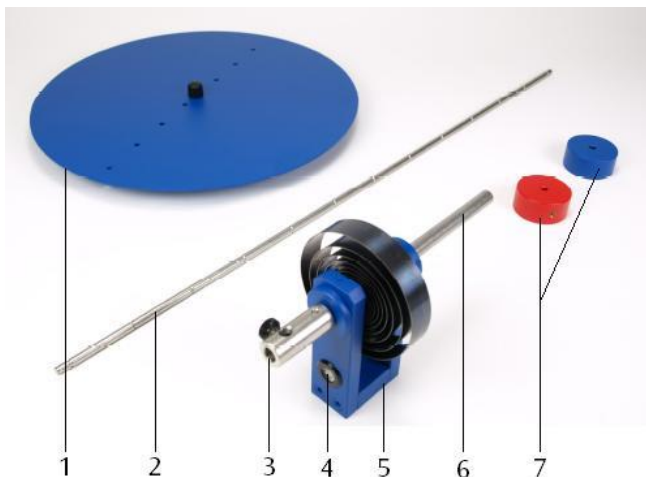


## Eje de torsión 1008662

### Instrucciones de uso

11/15 Alf



- 1 Disco
- 2 Varilla transversal
- 3 Alojamiento para los cuerpos de ensayo
- 4 Nivel
- 5 Horquilla con muelle de voluta
- 6 Varilla de apoyo
- 7 Pesas

#### 1. Aviso de seguridad

Al sobrepasar el límite de giro permitido del muelle, se corre el peligro de que las masas de ensayo complementarias salgan disparadas debido a la alta fuerza centrífuga.

- Los cuerpos de ensayo no se deben desviar más allá de 360° (se recomienda hasta 180°).

#### 2. Descripción

El eje de torsión y sus piezas complementarias se utilizan en el estudio de oscilaciones torsionales y para la determinación del momento de inercia de diferentes piezas de ensayo a partir de la duración de la oscilación.

El eje de torsión consta de un eje, sobre doble rodamiento de bolas, acoplado a una horquilla a través de un muelle de voluta. Una varilla de apoyo posibilita el montaje en un trípode o en una mesa de fijación. Un nivel colocada en la horquilla sirve para la orientación horizontal del eje de torsión. Como cuerpos de ensayo se tienen, una varilla transversal con pesas desplazables y un disco con una perforación central y ocho excéntricas para experimentos de determinación de momentos de inercia con ejes excéntricos y para comprobar el teorema de Steiner.

#### 3. Volumen de suministro

1 Eje con horquilla, muelle de voluta, varilla de apoyo y alojamiento para los cuerpos de ensayo

1 Varilla transversal

2 Pesas

1 Disco

#### 4. Datos técnicos

Momento antagonista

del resorte: 0,028 Nm/rad

Altura del eje de torsión: aprox. 200 mm

Varilla transversal:

Largo de la varilla: 620 mm

Masa: aprox. 135 g

Pesas: c/u 260 g

Disco:

Diámetro: 320 mm

Masa: aprox 495 g

Perforaciones: 9

Distancia entre perforaciones: 20 mm

## 5. Accesorios

Juego de cuerpos de ensayo para eje de torsión  
1008663

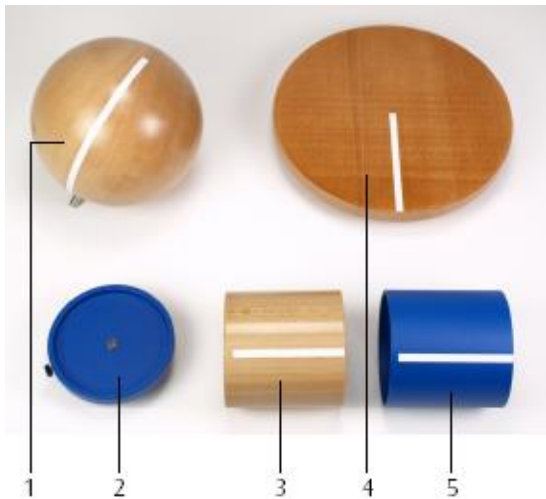


Fig. 1 Juego de cuerpos de ensayo para eje de torsión  
1 Esfera de madera, 2 Plato de asiento, 3 Cilindro compacto, 4 Disco de madera, 5 Cilindro hueco

Accesorios para el eje de torsión compuesto de dos cilindros de masa casi idéntica, pero con diferentes distribuciones de masa, un plato de asiento para los cilindros, un disco de madera y una esfera de madera.

Cilindro hueco (metálico):

Diámetro externo:	90 mm
Altura:	90 mm
Masa:	aprox. 425 g

Cilindro compacto (de madera):

Diámetro:	90 mm
Altura:	90 mm
Masa:	aprox. 425 g

Plato de asiento:

Diámetro:	100 mm
Masa:	aprox. 122 g

Disco de madera:

Diámetro:	220 mm
Altura:	15 mm
Masa:	aprox. 425 g
Momento de inercia:	0,51 kgm <sup>2</sup>

Esfera de madera:

Diámetro:	146 mm
Masa:	aprox. 1190 g
Momento de inercia:	0,51 kgm <sup>2</sup>

## 6. Principios

Para la determinación del momento de inercia se colgan diversas piezas de ensayo, sobre un eje apoyado sobre rodamiento de bolas, en el que actúa un muelle de voluta con un momento antagonista  $D$ . De la duración de la oscilación  $T$  del péndulo de torsión se obtiene el momento de torsión  $J$ .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}} \quad J = \frac{1}{4\pi^2} \cdot D \cdot T^2$$

Los valores del experimento confirman el resultado que nos da la teoría para un cuerpo de masa  $m$ , cuyos elementos de masa  $\Delta m$  rotan a una distancia  $r_z$ , en un eje fijo:

$$J = \sum_{z=1}^n \Delta m_z \cdot r_z^2 = \int r^2 dm$$

## 7. Notas para su utilización

- Se monta el eje de torsión en el pie soporte y se orienta en la horizontal por medio de el nivel.
- No modifique el ajuste de los tornillos de las pesas que presionan los rodamientos de asiento contra la varilla. (Esos tornillos están ajustados de tal manera que las pesas puedan desplazarse y resistir la fuerza centrífuga.)
- Gire siempre el arreglo experimental, de manera que el muelle permanezca presionado y no se expanda.
- Para comenzar el proceso de oscilación se recomienda un valor de giro de 180° (máx. 360°).
- Tomando el valor promedio, determine la duración de la oscilación con varios pesos, para, por ejemplo, 5 oscilaciones.
- Marque en el eje de torsión, o anote en el manual de instrucciones el valor exacto del momento antagonista  $D$  requerido para determinar el momento de inercia  $J$  a partir de la duración de la oscilación  $T$ .

## 8. Ejemplos de experimentos

Para la realización de los experimentos, se requiere adicionalmente el siguiente equipo:

1 Juego de cuerpos de ensayo para eje de torsión	1008663
1 Base soporte, 185 mm	1002836
1 Cronómetro digital	1002811
1 Dinamómetro de precisión 1 N	1003104

### 8.1 Determinación del momento antagonista $D$

- Coloque la varilla, sin pesas, sobre el eje de torsión.
- Mida las fuerzas  $F$  que son necesarias para hacer girar la varilla en un ángulo  $\alpha = 180^\circ$ , a partir de la posición de equilibrio, a una distancia de 10 cm, 15 cm y 20 cm del punto medio de la varilla.

Momento de torsión:  $M = F \cdot r$

Momento antagonista:  $D = \frac{M}{\alpha}$

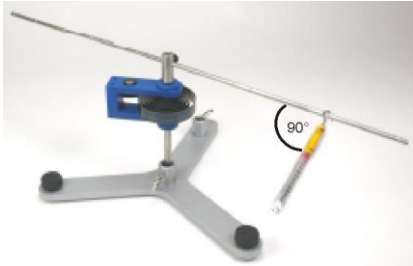


Fig. 2 Determinación del momento antagonista

### 8.2 Dependencia del momento de inercia $J$ de la distancia $r$ , en el que una masa $m$ rota en un eje fijo

- Coloque la varilla, sin pesas, en el eje de torsión.
- Calcule el momento de inercia  $J(\text{Varilla})$ .
- Ordene las pesas, simétricamente, a una distancia de  $r = 5$  cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm y 25 cm del punto medio de la varilla.
- Calcule el momento de inercia  $J(\text{Varilla} + \text{Pesas})$ .
- Confirme que  $J(\text{Pesas}) = J(\text{Varilla} + \text{Pesas}) - J(\text{Varilla})$ .



Fig. 3 Dependencia del momento de inercia  $J$  de la distancia  $r$

### 8.3 Comparación del momento de inercia de cilindros de peso similar pero con distinta distribución del mismo

#### 8.3.1 Disco de madera (DM)

- Coloque el disco de madera (DM) sobre el eje de torsión.
- Calcule el momento de inercia  $J(\text{DM})$ .

- Instale el dinamómetro 1 N en la varilla, de manera que actúe verticalmente.



Fig. 4 Determinación del momento de inercia de un disco de madera

#### 8.3.2 Cilindro compacto (CC) y cilindro hueco (CH)

- Coloque el plato de asiento (P) sobre el eje de torsión.
- Determine el momento de inercia  $J(\text{P})$ .
- Coloque un cilindro sobre el plato de asiento (P).
- Coloque el momento de inercia  $J(\text{CC} + \text{P})$  y  $J(\text{CH} + \text{P})$ .
- Por medio de la diferencia:  
 $J(\text{CC}) = J(\text{CC} + \text{P}) - J(\text{P})$   
 $J(\text{CH}) = J(\text{CH} + \text{P}) - J(\text{P})$   
determine el momento de inercia.



Fig. 5 Comparación del momentos de inercia de cilindros

### 8.4 Momento de inercia de una esfera (E)

- Coloque la esfera (E) sobre el eje de torsión.
- Calcule el momento de inercia  $J(\text{E})$ .

Si compara el momento de inercia de la esfera con el del disco de madera (ver 8.3.1.) comprobará que coinciden.

Las esferas (E) y los discos de madera (DM) tienen momentos de inercia iguales cuando para sus masas  $m$  y sus radios  $R$  se cumple la relación:

$$m(\text{DM}) \cdot R(\text{DM})^2 = \frac{4}{5} m(\text{E}) \cdot R(\text{E})^2$$



Fig. 6 Determinación del momento de inercia de una esfera

### 8.5 Dependencia del momento de inercia $J$ de la distancia $a$ entre los ejes de rotación y del centro de gravedad, confirmación del teorema de Steiner

- Coloque el disco en el eje de torsión y ajústelo horizontalmente.
- Deje girar el disco en su eje de centro de gravedad ( $a = 0$ ).
- Calcule el momento de inercia  $J_0$ .
- Determine los momentos de inercia  $J_a$ , para una distancia de  $a = 2 \text{ cm}, 4 \text{ cm}, 6 \text{ cm} \dots 16 \text{ cm}$  entre los ejes de rotación y de centro de gravedad.
- Tras cada modificación de  $a$ , reajuste la posición horizontal del disco.
- Los cocientes  $\frac{J_a - J_0}{a^2} = \text{constantes}$

Así queda comprobada la ley de Steiner  $J_a = J_0 + ma^2$ .



Fig. 7 Confirmación del teorema de Steiner