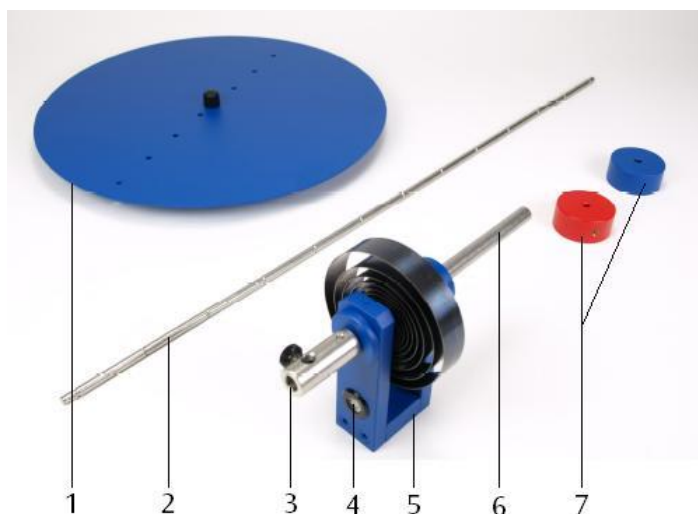


## Asse di torsione 1008662

### Istruzioni per l'uso

11/15 Alf



- 1 Disco circolare
- 2 Asta trasversale
- 3 Supporto per provini
- 4 Livella
- 5 Forcella con molla a spirale
- 6 Asta di supporto
- 7 Pesi

#### 1. Norme di sicurezza

In caso di eccessivo serraggio della molla sussiste il pericolo che i provini, a causa dell'elevata forza centrifuga, vengano proiettati tutt'intorno.

- Non ruotare i provini più di 360° (si consiglia un spostamento di 180°).

#### 2. Descrizione

L'asse di torsione con i relativi accessori serve per esaminare oscillazioni torsionali e per determinare i momenti d'inerzia di provini diversi in base alla durata dell'oscillazione.

L'asse di torsione è costituito da un albero doppio dotato di cuscinetti a sfera accoppiato a una forcella mediante una molla a spirale. Un'asta di supporto permette il montaggio su una base di supporto o su un morsetto da tavolo. Una livella montata sulla forcella serve per l'allineamento orizzontale dell'asse di torsione. Come provini servono un'asta trasversale con pesi mobili e un disco circolare con un foro centrico e otto fori eccentrici per esperimenti per la determinazione dei momenti d'inerzia con assi di rotazione eccentrici e per confermare il teorema di Steiner.

#### 3. Fornitura

1 Albero con forcella, molla a spirale, asta di supporto e supporto per provini

1 Asta trasversale

2 Pesi

1 Disco circolare

#### 4. Dati tecnici

Momento raddrizzante della molla: 0,028 Nm/rad

Altezza dell'asse di torsione: ca. 200 mm

Asta trasversale:

Lunghezza asta: 620 mm

Massa: ca. 135 g

Pesi: 260 g ciascuno

Disco circolare:

Diametro: 320 mm

Massa: 495 g

Fori: 9

Distanza tra i fori: 20 mm

## 5. Accessori

Kit provini per asse di torsione 1008663

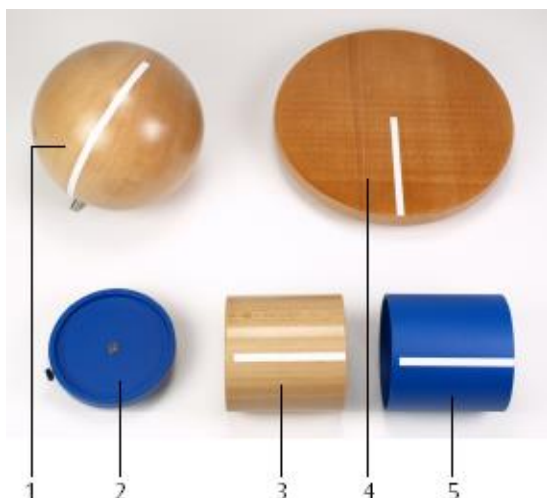


Fig. 1 Kit provini per asse di torsione  
1 sfera di legno, 2 piano di supporto, 3  
Cilindro pieno, 4 disco di legno, 5 Cilindro  
cavo

Gli accessori per asse di torsione consistono in due cilindri con massa quasi identica, tuttavia con distribuzione diversa della massa, un piano di supporto per i cilindri, un disco di legno e una sfera di legno.

Cilindro cavo (metallico):

Diametro esterno: 90 mm  
Altezza: 90 mm  
Massa: ca. 425 g

Cilindro pieno (legno):

Diametro: 90 mm  
Altezza: 90 mm  
Massa: ca. 425 g

Piano di supporto:

Diametro: 100 mm  
Massa: ca. 122 g

Disco di legno:

Diametro: 220 mm  
Altezza: 15 mm  
Massa: ca. 425 g  
Momento d'inerzia: 0,51 kgm<sup>2</sup>

Sfera di legno:

Diametro: 146 mm  
Massa: ca. 1190 g  
Momento d'inerzia: 0,51 kgm<sup>2</sup>

## 6. Principio

Per determinare i momenti d'inerzia di diversi provini, questi ultimi vengono collocati su un asse con cuscinetti a sfera al quale è applicata una molla a spirale con momento raddrizzante  $D$ ; dal periodo di oscillazione  $T$  del pendolo di torsione si ottiene il momento d'inerzia  $J$ .

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

I valori misurati sperimentalmente confermano quelli presentati dalla teoria su un corpo di massa  $m$  i cui elementi di massa  $\Delta m$  ruotano attorno ad un asse fisso a distanza  $r_z$ :

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

## 7. Indicazioni per l'uso

- Montare l'asse di torsione sulla base di supporto e, con l'ausilio della livella, allinearla orizzontalmente.
- Non toccare le viti sulle masse che premono gli arresti a sfere contro l'asta. (Le viti sono regolate in modo tale che le masse possano essere spostate e che siano fissate per contrastare la forza centrifuga.)
- Approntare l'allestimento sperimentale sempre in modo tale che la molla sia compressa e non allargata.
- All'inizio della procedura di oscillazione è consigliabile uno spostamento di 180° (max. 360°).
- Determinare, calcolando il valore medio, la durata dell'oscillazione eseguendo ad esempio più misurazioni per 5 oscillazioni.
- Annotare sull'asse di torsione o sulle istruzioni per l'uso il valore preciso del momento raddrizzante  $D$  necessario per determinare il momento d'inerzia  $J$  in base alla durata dell'oscillazione  $T$ .

## 8. Esempi di esperimenti

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

1 Kit provini per asse di torsione 1008663  
1 Base di supporto, 3 gambe, 185 mm 1002836  
1 Cronometro digitale 1002811  
1 Dinamometro di precisione 1 N 1003104

### 8.1 Determinazione del momento raddrizzante $D$

- Inserire l'asta senza masse sull'asse di torsione.

- Applicare all'asta un dinamometro 1 N in modo tale che sia in posizione verticale.
- Misurare le forze  $F$  a distanze  $r$  di 10 cm, 15 cm e 20 cm dal centro dell'asta, necessarie

Momento torcente:  $M = F \cdot r$

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

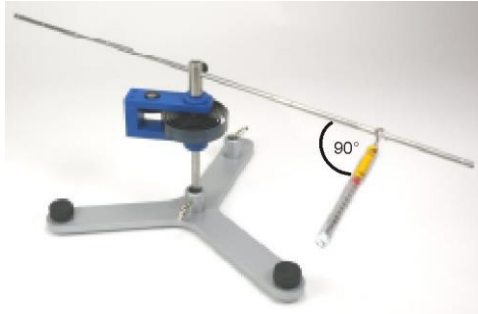


Fig. 2 Determinazione del momento raddrizzante

### 8.2 Dipendenza del momento d'inerzia $J$ dalla distanza $r$ , perché una massa ruoti attorno ad un asse fisso

- Inserire l'asta senza masse sull'asse di torsione.
- Rilevare il momento d'inerzia  $J(\text{asta})$ .
- Collocare le masse in modo simmetrico a distanze di  $r = 5$  cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm e 25 cm dal centro dell'asta.
- Rilevare il momento d'inerzia  $J(\text{asta} + \text{masse})$ .
- Determinare  $J(\text{masse}) = J(\text{asta} + \text{masse}) - J(\text{asta})$ .



Fig. 3 Dipendenza del momento d'inerzia  $J$  dalla distanza  $r$

### 8.3 Confronto dei momenti d'inerzia di cilindri di uguale peso ma con diversa distribuzione del peso stesso

#### 8.3.1 Disco di legno (D)

- Inserire il disco di legno (D) sull'asse di torsione.
- Rilevare il momento d'inerzia  $J(D)$ .

per ruotare l'asta di  $\alpha = 180^\circ$  dalla posizione di equilibrio.



Fig. 4 Determinazione del momento d'inerzia di un disco

#### 8.3.2 Cilindro pieno (CP) e cilindro cavo (CC)

- Inserire il piano di supporto (P) sull'asse di torsione.
- Determinare il momento d'inerzia  $J(P)$ .
- Collocare il cilindro sul piano di supporto (P).
- Rilevare i momenti d'inerzia  $J(\text{CP} + P)$  e  $J(\text{CC} + P)$ .
- Determinare i momenti d'inerzia per differenza  
 $J(\text{CP}) = J(\text{CP} + P) - J(P)$   
 $J(\text{Cc}) = J(\text{CC} + P) - J(P)$



Fig. 5 Confronto dei momenti d'inerzia di cilindri

### 8.4 Momento d'inerzia di una sfera (S)

- Inserire la sfera (S) sull'asse di torsione.
- Rilevare il momento d'inerzia  $J(S)$ .

Confrontando i risultati ottenuti per la sfera e per il

disco di legno (vedi 8.3.1.) si riscontra che possiedono lo stesso momento d'inerzia.

Le sfere (S) e i dischi di legno (D) possiedono lo stesso momento d'inerzia se per le loro masse  $m$  e per i raggi  $R$  è valida l'equazione:

$$m(D) \cdot R(D)^2 = \frac{4}{5} m(S) \cdot R(S)^2$$



Fig. 6 Determinazione del momento d'inerzia di una sfera

### 8.5 Dipendenza del momento d'inerzia $J$ dalla distanza $a$ fra asse di rotazione e asse baricentrico, conferma del teorema di Steiner

- Inserire il disco circolare sull'asse di torsione e regolarlo orizzontalmente.
- Far ruotare il disco circolare attorno al suo asse baricentrico ( $a = 0$ ).
- Rilevare il momento d'inerzia  $J_0$ .
- Determinare il momento d'inerzia  $J_a$  per la distanza  $a = 2 \text{ cm}, 4 \text{ cm}, 6 \text{ cm} \dots 16 \text{ cm}$  fra l'asse di rotazione e l'asse baricentrico.
- Dopo ogni modifica di  $a$  regolare orizzontalmente il disco circolare.
- Creare i quozienti  $\frac{J_a - J_0}{a^2} = \text{cost.}$

Il teorema di Steiner  $J_a = J_0 + ma^2$  è confermato.



Fig. 7 Conferma del teorema di Steiner