

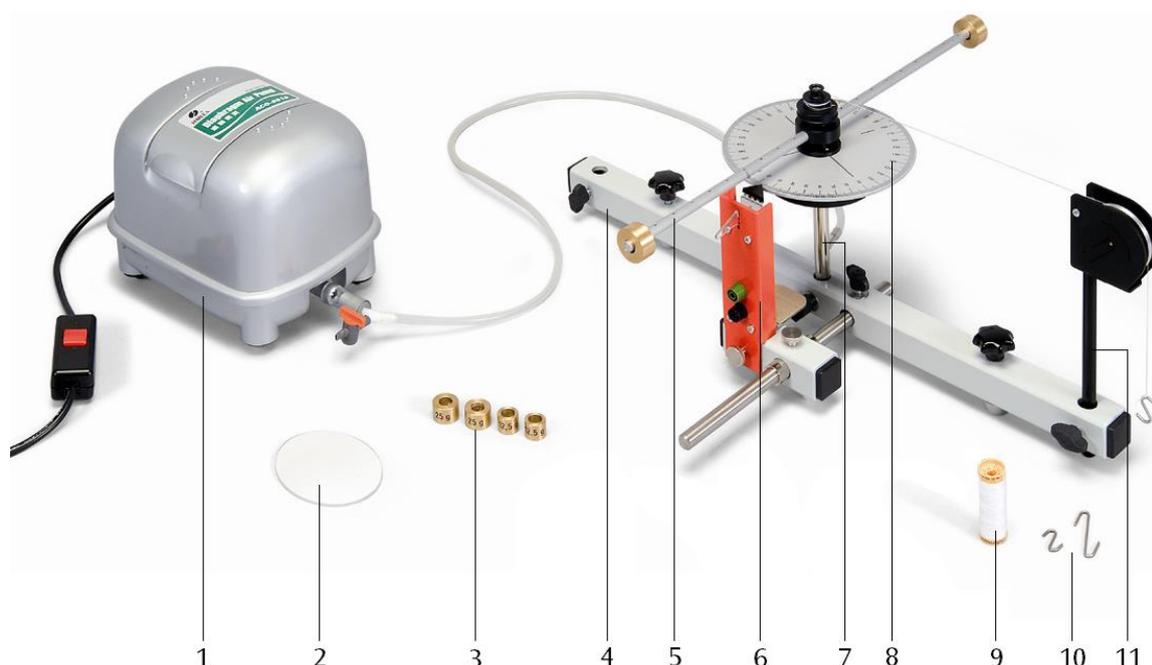
Sistema rotante a sustentamento pneumatico

1000781 (115 V, 50/60 Hz)

1000782 (230 V, 50/60 Hz)

Istruzioni per l'uso

09/15 ALF



- 1 Generatore di corrente d'aria
- 2 Disco di livellamento
- 3 Pesi supplementari
- 4 Tubo di supporto, lungo
- 5 Asta del manubrio
- 6 Unità Start/Stop

- 7 Cuscinetto rotante
- 8 Disco rotante
- 9 Rocchetto di filo
- 10 Gancio S
- 11 Rullo di rinvio

1. Norme di sicurezza

Il sistema rotante a sustentamento pneumatico è un sistema sensibile.

- Proteggere il disco rotante e il cuscinetto rotante da danni meccanici.
- Proteggere il sistema da sporcizia, polvere e liquidi.

In caso di utilizzo del sensore di riflesso laser devono essere osservate le disposizioni pertinenti in materia di utilizzo dei laser.

- Non guardare nel fascio laser.

2. Descrizione

Il sistema rotante a sustentamento pneumatico è un sistema concepito per l'analisi di movimenti rotatori senza attrito relativamente ai seguenti temi:

- Movimenti rotatori costanti e ad accelerazione uniforme
- Equazioni di moto newtoniane con movimenti rotatori
- Momento d'inerzia e momento torcente

Il sistema è idoneo non solo a scopi dimostrativi, ma anche per la determinazione delle leggi

fisiche della cinematica e della dinamica in esercitazioni scolastiche e pratiche.

Un piccolo disco rotante con scala angolare sostiene un'asta trasversale (manubrio) per il supporto di pesi. Il disco rotante poggia su un cuscinio d'aria e pertanto consente movimenti rotatori praticamente in assenza di attrito, in quanto l'asse di rotazione è preimpostato mediante un centraggio. Il peso della massa di azionamento agganciata ad una corda viene trasmesso tramite una puleggia e un rullo graduato.

Grazie all'attrito molto scarso bastano momenti torcenti molto bassi per attivare i movimenti rotatori, cosicché l'influenza dell'inerzia della massa in accelerazione rimane anche con momenti d'inerzia minimi del sistema al disotto di valori millesimali. I movimenti rotatori che si protraggono per parecchi secondi possono essere facilmente rilevati anche ad occhio nudo e con un cronometro manuale.

Per misurazioni di precisione è possibile utilizzare un contatore digitale che viene attivato dall'unità di Start/Stop e si arresta al passaggio attraverso lo zero del segnale di un sensore di riflesso laser.

Il generatore di corrente d'aria del sistema rotante a sostentamento pneumatico 1000781 è predisposto per una tensione di rete di 115 V ($\pm 10\%$), mentre quello del sistema 1000782 è predisposto per una tensione di 230 V ($\pm 10\%$).

Il set supplementare per sistema rotante a sostentamento pneumatico 1000783 consente la conduzione di esperimenti per l'analisi di oscillazioni di torsione e movimenti rotatori senza attrito con un disco rotante di grandi dimensioni.

3. Fornitura

- 1 unità con disco rotante
- 1 disco rotante con asta del manubrio
- 1 rullo graduato
- 1 unità Start/Stop
- 3 ganci ad S (2x 1 g, 1x 2g)
- 1 set di pesi (2x 12,5 g, 2x 25 g, 2x 50 g)
- 1 generatore di corrente d'aria con alimentatore ad innesto
- 1 tubo di silicone con rubinetto
- 1 puleggia
- 1 tubo di supporto, lungo
- 1 tubo di supporto, corto
- 1 asta di sostegno, 250 mm
- 1 disco di livellamento
- 1 rocchetto di filo da cucire

4. Dati tecnici

| | |
|--|--------------------------|
| Scala angolare: | 0 – 360° |
| Divisione scala: | 1° |
| Lunghezza dell'asta del manubrio: | ca. 440 mm |
| Raggi della guida forata: | 30 – 210 mm |
| Ampiezza della guida forata: | 20 mm |
| Raggi del rullo graduato: | 5 / 10 / 15 mm |
| Momento d'inerzia del disco rotante con asta manubrio: | ca. 0,9 g/m ² |
| Momento d'inerzia max.: | ca. 7,1 g/m ² |
| Momento torcente min.: | ca. 0,05 mN/m |
| Momento torcente max.: | ca. 0,60 mN/m |

5. Basi generali

Analogamente all'equazione del moto newtoniana relativa ai movimenti di traslazione si può affermare: un corpo rigido montato in modo girevole con un momento d'inerzia J è soggetto ad un'accelerazione angolare α , quando il momento torcente

$$(1) M = J \alpha.$$

viene applicato. Se agisce un momento torcente costante, il corpo compie un movimento rotatorio con un'accelerazione angolare uniforme.

Il corpo ruota nel tempo t intorno all'angolo

$$(2) \varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2.$$

Ne consegue quindi che per l'accelerazione angolare α

$$(3) \alpha = \frac{2 \cdot \varphi}{t^2}$$

e

$$(4) \alpha = \frac{\pi}{t^2} \text{ con } \varphi = 90^\circ$$

Il momento torcente M risulta dalla rotazione della forza peso di una massa in accelerazione m_M , che interviene alla distanza r_M rispetto all'asse di rotazione del corpo.

$$(5) M = r_M \cdot m_M \cdot g$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2} : \text{Accelerazione di caduta}$$

Se sull'asta a manubrio del sistema rotante si applicano altre due masse m_J ad una distanza fissa r_J rispetto all'asse di rotazione, il momento d'inerzia aumenta secondo

$$(6) J = J_0 + 2 \cdot m_J \cdot r_J^2$$

J_0 : Momento d'inerzia senza aggiunta di masse

6. Utilizzo

6.1 Montaggio (ved. Fig. 1 e 2)

- Collegare e fissare l'asta di supporto (h) al tubo di supporto (f).
- Montare il cuscinetto rotante (j) sul tubo di supporto (f) e serrare la vite di fermo.
- Montare il rullo di rinvio (n) nel tubo di supporto (f) e fissare con la vite di fermo.
- Applicare l'unità di Start/Stop sul tubo di supporto (e), fissare e far scorrere sull'asta di supporto (h).

Prima di iniziare l'esperimento è necessario orientare innanzitutto il sistema rotante per poi poter proseguire con le operazioni di montaggio.

- Collocare il disco di livellamento nell'incavo a forma circolare del cuscinetto rotante.
- Fissare il tubo del compressore al rispettivo attacco (k).
- Collegare il compressore alla rete ed accendere.
- Con le viti di registro (g e m) è possibile praticare una correzione dell'inclinazione dei due piani (ved. Fig. 3).

La correzione di posizione è sufficiente quando il disco di livellamento oscilla regolarmente sulla superficie del cuscinetto rotante.

- Posizionare il disco rotante (i) con asta manubrio e rullo graduato sul cuscinetto rotante (j).
- Far scivolare l'unità Start/Stop verso il disco rotante e fissare con la vite di fermo. L'espanso dell'indicatore (a) deve sfiorare il margine del disco rotante.

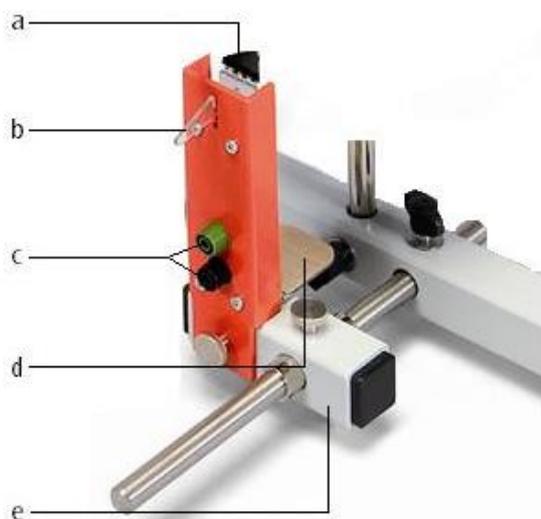


Fig. 1 Montaggio dell'unità Start/Stop: a Indicatore, b Leva di sgancio, c Jack per lo starter, d Console per sensore di riflesso laser, d Tubo di supporto

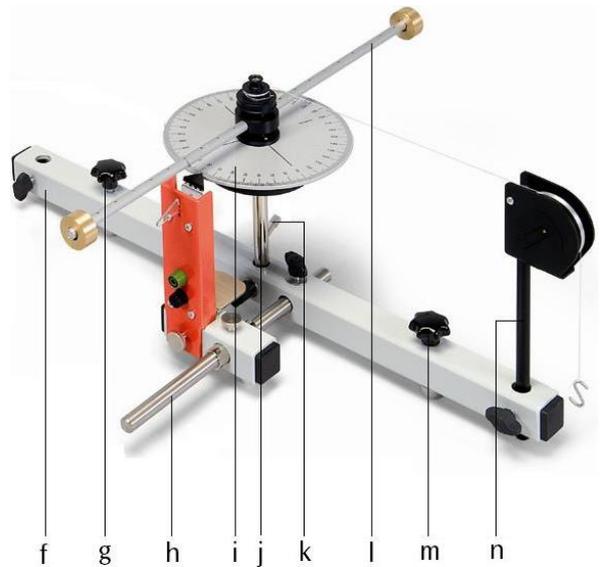


Fig. 2 Struttura del sistema rotante: f Tubo di supporto, g Vite di registro, h Asta di supporto, i Disco rotante, j Cuscinetto rotante, k Attacco tubo, l Asta manubrio con rullo graduato e pesi supplementari, m Vite di registro, n Puleggia

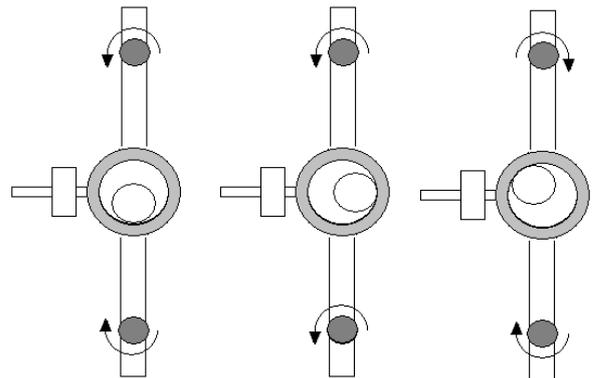


Fig. 3 Allineamento del sistema rotante

6.2 Regolazione dell'apporto d'aria

- Regolare la portata dell'aria solo sul rubinetto (p).



Fig. 4 Apporto d'aria: o Generatore di corrente d'aria, p Rubinetto, q Tubo

7. Esempi di esperimenti

Per misurare il tempo si consiglia di utilizzare gli apparecchi seguenti:

| | |
|--------------------------------|---------|
| 1 cronometro meccanico | 1003369 |
| oppure | |
| 1 sensore di riflessione laser | 1001034 |
| e | |
| 1 Contatore digitale @115 V | 1001032 |
| oppure | |
| 1 Contatore digitale @230 V | 1001033 |

7.1 Movimenti rotatori ad accelerazione costante

7.1.1 Realizzazione di un diagramma angolo di rotazione-tempo

Parametri consigliati:

Massa in accelerazione $m_M = 2 \text{ g}$

Rullo graduato $r_M = 10 \text{ mm}$

Massa aggiuntiva $m_J = 25 \text{ g}$ distanza $r_J = 170 \text{ mm}$

Angoli di rotazione $\varphi = 10^\circ, 40^\circ, 90^\circ, 160^\circ, 250^\circ$

- Infilare sull'asta del manubrio i pesi aggiuntivi ad una distanza uguale dall'asse di rotazione.
- Fissare il filo al perno di metallo del disco rotante ed avvolgerlo 5-6 volte intorno ad un disco graduato.
- Mettere l'altra estremità del filo sulla puleggia e annodarla ad uno dei ganci ad S.
- Appendere il gancio ad S in modo che penda su uno degli angoli del tavolo.
- Girare il disco rotante nella posizione angolare desiderata e bloccarlo con l'indicatore.
- Avviare il compressore.
- Spingere la leva verso il basso ed attivare il movimento rotatorio. Avviare contemporaneamente la misurazione del tempo con il cronometro.
- Al passaggio attraverso lo zero (lo zero supera la posizione dell'indicatore) fermare la misurazione del tempo ed annotare il tempo rilevato.
- Definire i tempi di diversi angoli di rotazione e realizzare un diagramma $t-\varphi$.

Per i parametri consigliati si ottengono i seguenti tempi:

| | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|
| 10° | 40° | 90° | 160° | 250° |
| 2 s | 4 s | 6 s | 8 | 10 s |

7.2 Accelerazione angolare in funzione del momento torcente

7.2.1 Accelerazione angolare in funzione della massa in accelerazione

Parametri consigliati:

Angolo di rotazione $\varphi = 90^\circ$

Massa aggiuntiva $m_J = 50 \text{ g}$ distanza $r_J = 210 \text{ mm}$

Rullo graduato $r_M = 10 \text{ mm}$

Masse in accelerazione $m_M = 1 \text{ g}, 2 \text{ g}, 3 \text{ g}, 4 \text{ g}$

- Struttura sperimentale come descritta al punto 6,1.
- Determinare i tempi dello stesso angolo di rotazione con masse diverse in accelerazione m_M e calcolare la rispettiva accelerazione angolare α .
- Rappresentare la relazione tra l'accelerazione angolare α e la massa in accelerazione con un diagramma $m_M-\alpha$.

7.2.2 Accelerazione angolare in funzione del raggio del rullo graduato

Parametri consigliati:

Angolo di rotazione $\varphi = 90^\circ$

Massa aggiuntiva $m_J = 50 \text{ g}$ distanza $r_J = 210 \text{ mm}$

Masse in accelerazione $m_M = 2 \text{ g}$

Raggio del rullo graduato $r_M = 5 \text{ mm}, 10 \text{ mm}, 15 \text{ mm}$

- Struttura sperimentale come descritta al punto 6,1.
- Determinare i tempi dello stesso angolo di rotazione con raggi diversi del rullo graduato r_M e calcolare la rispettiva accelerazione angolare α .
- Rappresentare la relazione tra l'accelerazione angolare α e il raggio del rullo graduato r_M con un diagramma $r_M-\alpha$.

7.3 Accelerazione angolare in funzione del momento d'inerzia

7.3.1 Momento d'inerzia in funzione del peso aggiuntivo

Parametri consigliati:

Angolo di rotazione $\varphi = 90^\circ$

Masse in accelerazione $m_M = 2 \text{ g}$

Raggio del rullo graduato $r_M = 10 \text{ mm}$

Distanza $r_J = 210 \text{ mm}$

Massa aggiuntiva $m_J = 0 \text{ g}, 12,5 \text{ g}, 25 \text{ g}, 50 \text{ g}$

- Struttura sperimentale come descritta al punto 6,1.
- Determinare i tempi per lo stesso angolo di rotazione con masse aggiuntive diversi m_J ad

una distanza uguale r_J e calcolare il rispettivo momento d'inerzia J .

- Rappresentare la relazione tra il momento d'inerzia J e la massa aggiuntiva m_J con un diagramma m_J - J .

7.3.2 Momento d'inerzia in funzione della distanza del peso aggiuntivo dall'asse di rotazione

Parametri consigliati:

Angolo di rotazione $\varphi = 90^\circ$

Peso in accelerazione $m_M = 2 \text{ g}$

Raggio del rullo graduato $r_M = 10 \text{ mm}$

Massa aggiuntiva $m_J = 50 \text{ g}$

Distanza $r_J = 30 \text{ mm}, 50 \text{ mm}, 70 \text{ mm}, \dots 210 \text{ mm}$

- Struttura sperimentale come descritta al punto 6,1.
- Determinare i tempi per lo stesso angolo di rotazione con distanze r_J diverse delle masse aggiuntive e calcolare il rispettivo momento d'inerzia J .
- Rappresentare la relazione tra il momento d'inerzia J e la distanza r_J delle masse aggiuntive con un diagramma m_J - J .

7.4 Misurazione del tempo con contatore digitale e sensore di riflesso laser

Con l'unità Start/Stop ed il sensore di riflesso laser si possono eseguire misurazioni esatte di segmenti angolari definiti (ved. Fig. 1). Azionando la leva (8) si ottiene lo sblocco meccanico del disco rotante con contemporanea apertura di un contatto di commutazione tra jack (6) ed inserimento della misurazione del tempo. Il sensore di riflesso laser consente un bloccaggio senza contatto e senza ritardi del processo di misurazione del tempo.

Avvertenza: Non guardare nel fascio laser.

- Posizionare il sensore di riflesso laser sulla console dell'unità Start/Stop (fissaggio magnetico).
- Collegare l'unità Start/Stop con l'ingresso Start ed il sensore di riflesso laser all'ingresso Stop del contatore.
- Spostare il sensore di riflesso laser in modo che la luce passi attraverso il foro della posizione 0° . (Nota: coprire il foro con una striscia di carta. La luce laser è ben visibile attraverso la carta.)
- Girare il disco rotante nella posizione angolare desiderata e bloccarlo con l'indicatore nella posizione superiore della leva. L'indicatore sfiorerà appena il margine del disco rotante.

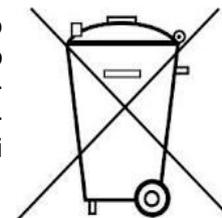
- Spingere la leva verso il basso ed inserire il movimento rotatorio e la misurazione del tempo.

La misurazione del tempo si arresta, quando la luce del laser arriva sul foro della posizione 0° su un contrassegno presente sul lato inferiore del disco rotante grande (del kit aggiuntivo).

6. Smaltimento

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

- Non gettare l'apparecchio nei rifiuti domestici. Per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.



- Non gettare le batterie esaurite nei rifiuti domestici. Rispettare le disposizioni legali locali (D: BattG; EU: 2006/66/EG).