

Momento d'inerzia

DETERMINAZIONE DEL MOMENTO D'INERZIA DI UN'ASTA DEL MANUBRIO CON MASSE SUPPLEMENTARI.

- Determinazione della costante di collegamento angolare D_r della molla di accoppiamento.
- Determinazione del momento d'inerzia J in funzione della distanza r dei pesi rispetto all'asse di rotazione.
- Determinazione del momento d'inerzia J in funzione della massa m dei pesi.

UE1040201

03/16 JS

BASI GENERALI

L'inerzia di un corpo rigido rispetto ad una variazione del suo moto di rotazione intorno ad un asse fisso è indicata dal momento d'inerzia J . Esso dipende dalla distribuzione del peso nel corpo rispetto all'asse di rotazione ed è tanto maggiore quanto maggiori sono le distanze rispetto all'asse di rotazione.

Questo viene esaminato nell'esperimento con l'esempio di un disco rotante con asta del manubrio, sul quale sono disposti simmetricamente due pesi con massa m ad una distanza r rispetto all'asse di rotazione m . Il momento d'inerzia in questo caso è

$$J = J_0 + 2 \cdot m \cdot r^2 \quad (1)$$

J_0 : momento d'inerzia senza pesi

Se il disco rotante viene accoppiato elasticamente ad uno stativo mediante una molla elicoidale, il momento d'inerzia può essere determinato dal periodo di oscillazione del disco rotante intorno alla sua posizione di riposo. Vale

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J}{D_r}} \quad (2)$$

D_r : costante di collegamento angolare della molla elicoidale

Ossia il periodo di oscillazione T è tanto maggiore quanto maggiore è il momento d'inerzia J del disco rotante con asta del manubrio, determinato dal peso m e dalla distanza r .



Fig. 1: Disposizione di misurazione per la determinazione del momento d'inerzia in base al metodo delle oscillazioni di torsione

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Sistema rotante a sostentamento pneumatico @ 230 V
1000782 (U8405680-230)

oppure

Sistema rotante a sostentamento pneumatico @ 115 V
1000781 (U8405680-115)

1 Set supplementare per sistema rotante
a sostentamento pneumatico 1000783 (U8405690)

1 Sensore laser in reflex 1001034 (U8533380)

1 Contatore digitale @ 230 V 1001033 (U8533341-230)

oppure

1 Contatore digitale @ 115 V 1001032 (U8533341-115)

MONTAGGIO

- Montare il sistema rotante a sostentamento pneumatico secondo le istruzioni per l'uso e allinearne orizzontalmente.
- Collocare il disco rotante con il manubrio e avvitare la puleggia.
- Posizionare il sensore di riflessione laser sulla console dell'unità Start/Stop e collegarlo all'ingresso Start del contatore digitale.
- Accendere la ventola e spostare l'unità Start/Stop con il suo indicatore fino al bordo del disco rotante, in modo che sia bloccata
- Ruotare il disco rotante in modo che l'indicatore sia rivolto verso la posizione 0°.
- Spostare il sensore di riflessione laser in modo che la luce passi attraverso il foro della posizione 0° del disco rotante.
- Montare il supporto del set supplementare sul supporto del sistema rotante a sostentamento pneumatico e fissare il manicotto a croce sull'estremità anteriore.
- Montare la molla di accoppiamento 5 N nel manicotto a croce e accoppiarla magneticamente alla puleggia.
- Impostare il selettore del contatore digitale su T_A / \triangle

ESECUZIONE

a) Misurazione senza masse aggiuntive

- Mettere in oscillazione di torsione e premere il tasto START.
- Leggere diversi valori per il periodo d'oscillazione e inserire il loro valore medio T nella prima riga della tab. 1.

b) Misurazione con masse aggiuntive

- Appendere al manubrio due masse aggiuntive $m = 50$ g, disposte simmetricamente alla distanza $r = 30$ mm.
- Determinare il valore medio da diversi valori del periodo d'oscillazione e inserire il loro valore medio T nella tab. 1.
- Aumentare le distanze r in stadi di 20 mm, ogni volta determinare il periodo di oscillazione T e inserirlo nella tabella 1.
- Registrare serie di misurazioni analoghe per le masse aggiuntive $m = 25$ e 12,5 g e inserirle nella tabella 1.

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Tab. 1: Tabella di misurazione

m / g	r / cm	r^2 / cm^2	T / s	T^2 / s^2	$J / g m^2$
	0	0	6,002	36,02	0,89
50	3	9	6,310	39,81	0,98
50	5	25	6,807	46,34	1,14
50	7	49	7,485	56,02	1,38
50	9	81	8,320	69,22	1,70
50	11	121	9,237	85,32	2,10
50	13	169	10,238	104,81	2,58
50	15	225	11,294	127,54	3,14
50	17	289	12,402	153,81	3,78
50	19	361	13,538	183,26	4,51
50	21	441	14,683	215,59	5,30
25	3	9	6,149	37,81	0,93
25	5	25	6,411	41,10	1,01
25	7	49	6,770	45,83	1,13
25	9	81	7,230	52,28	1,29
25	11	121	7,772	60,40	1,48
25	13	169	8,365	69,97	1,72
25	15	225	9,009	81,15	2,00
25	17	289	9,711	94,29	2,32
25	19	361	10,423	108,64	2,67
25	21	441	11,174	124,87	3,07
12,5	3	9	6,074	36,90	0,91
12,5	5	25	6,203	38,48	0,95
12,5	7	49	6,399	40,95	1,01
12,5	9	81	6,653	44,27	1,09
12,5	11	121	6,950	48,30	1,19
12,5	13	169	7,303	53,33	1,31
12,5	15	225	7,673	58,88	1,45
12,5	17	289	8,078	65,25	1,60
12,5	19	361	8,522	72,62	1,79
12,5	21	441	8,995	80,91	1,99

ANALISI

Da (2) si ottiene l'equazione condizionale per il momento d'inerzia:

$$J = D_r \cdot \frac{T^2}{4\pi^2}$$

D_r tuttavia all'inizio è ancora sconosciuto. Quindi con l'utilizzo dell'equazione condizionale si calcola

$$D_r \cdot \frac{T^2 - T_0^2}{4\pi^2} = J - J_0 = 2 \cdot m \cdot r^2$$

e con l'utilizzo dei valori di misura evidenziati in rosso nella tabella di misura si ottiene

$$\begin{aligned} D_r &= 2 \cdot m \cdot r^2 \cdot \frac{4\pi^2}{T^2 - T_0^2} \\ &= 2 \cdot 50 \text{ g} \cdot 441 \text{ cm}^2 \cdot \frac{4\pi^2}{215,59 \text{ s}^2 - 36,02 \text{ s}^2} \\ &= 970 \frac{\text{mN} \cdot \text{mm}}{\text{rad}} \end{aligned}$$

Se si imposta questo valore nell'equazione condizionale, si possono calcolare i valori indicati nell'ultima colonna della tabella di misura.

La figura 2 mostra i valori così determinati per i momenti di inerzia rappresentati in funzione del quadrato della distanza r rispetto all'asse di rotazione. Le rette disegnate hanno le pendenze $2 \times 50 \text{ g}$, $2 \times 25 \text{ g}$ e $2 \times 12,5 \text{ g}$

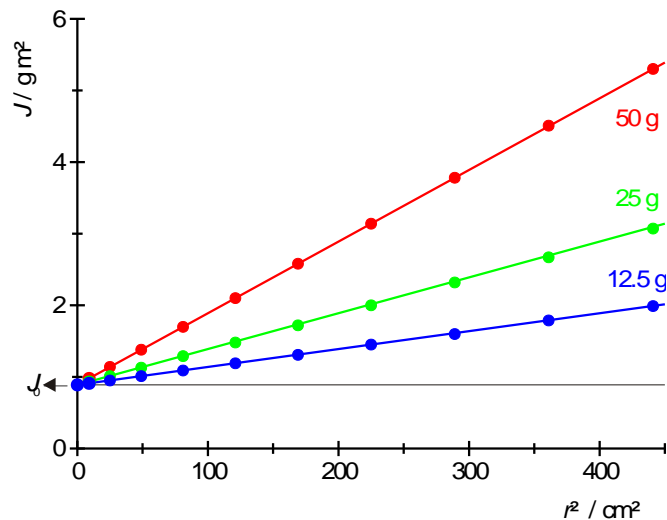


Fig. 2: Momento d'inerzia J del disco rotante con asta del manubrio per tre diverse masse supplementari m in base al quadrato della distanza r rispetto all'asse di rotazione