

SVOLGIMENTO DELLA PROVA SCRITTA DI
FISICA 1 DEL 6/9/2021

(1)

— MECCANICA —

ESERCIZIO n° 1

① LAVORO DELLA FORZA DI ATRITO

- Energia meccanica iniziale

$$E_{\text{in}} = E_{\text{kin}} + \cancel{E_{\text{pin}}} = E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} M v_0^2 = 306.25 \text{ J}$$

- Energia meccanica finale (nel punto di massima compressione delle molle)

$$E_{\text{fin}} = \cancel{E_{\text{kin}}} + E_{\text{pfin}} = \frac{1}{2} k x_0^2 = 225 \text{ J}$$

LAVORO DELLE FORZE DI ATRITO (NON CONSERVATIVE)

$$W_{\text{nc}} = E_{\text{fin}} - E_{\text{in}} = -81.25 \text{ J}$$

$$\rightarrow \boxed{W_{\text{nc}} = -81.25 \text{ J}}$$

② LUNGHEZZA DEL TRATTO CON ATRITO

Dato che la superficie è orizzontale, risulta

$$W_{\text{nc}} = -\mu_d M g L$$

Da cui si ricave

$$\boxed{L = -\frac{W_{\text{nc}}}{\mu_d M g} = 0.828 \text{ m}}$$

(2)

③ LAVORO FATTO DALLA MOLLA DURANTE LA PRIMA COMPRESSIONE

La forza elastica è conservativa e risulta quindi

$$W_{el} = -\Delta E_p = -(E_{pfin} - E_{pin}) =$$

$$= -\frac{1}{2} k x_0^2 = -225 \text{ J}$$

$$\boxed{W_{el} = -225 \text{ J}}$$

④ Frequenza oscillazione, massima velocità e massima accelerazione

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = 20 \text{ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 3.18 \text{ Hz}$$

$$v_{\max} = \omega x_0 = 3 \text{ m/s}$$

$$a_{\max} = \omega^2 x_0 = 60 \text{ m/s}^2$$

Compito di Fisica 1 del 6 settembre 2021

Esercizio n. 1

Una cassa di massa M scivola su una superficie orizzontale con velocità iniziale v_0 . Durante il moto attraversa un tratto scabro con coefficiente di attrito dinamico μ_d e lunghezza L , e successivamente impatta contro una molla ideale con costante elastica k , inizialmente nella posizione di riposo, comprimendola di una quantità x_0 . La superficie orizzontale in prossimità della molla è liscia, dopo l'impatto la massa rimane attaccata alla molla.

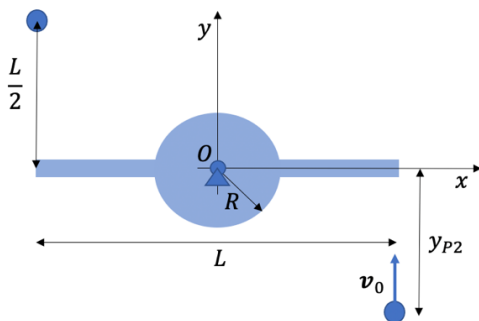
Determinare

- Il lavoro perso per attrito durante l'attraversamento della parte scabra della superficie.
- La lunghezza L del tratto scabro
- Il lavoro fatto dalla molla durante la prima compressione.
- La frequenza dell'oscillazione, la massima velocità e la massima accelerazione della massa durante l'oscillazione.

[Valori numerici: $M = 50 \text{ kg}$, $v_0 = 3.5 \text{ m/s}$, $\mu_d = 0.2$, $k = 20 \text{ kN/m}$, $x_0 = 15 \text{ cm}$]

Esercizio n. 2

Un corpo rigido simmetrico costituito da un disco di raggio R e massa M e da un'asta omogenea di massa M e lunghezza L è vincolato a ruotare su un piano verticale intorno a un asse passante per il suo centro O e perpendicolare al piano del disco (come riportato in figura). Nell'istante iniziale $t = 0 \text{ s}$ il corpo si trova in una configurazione in cui l'asta è orizzontale. Nello stesso istante un punto materiale P_1 di massa m viene lasciato cadere da un'altezza $\frac{L}{2}$ rispetto ad O con velocità iniziale nulla, mentre un secondo punto P_2 viene lanciato verso l'alto da una quota y_{P2} rispetto ad O con velocità iniziale v_0 con direzione verticale ascendente. I due punti materiali colpiscono contemporaneamente il corpo rigido alle estremità opposte dell'asta, l'urto è completamente anelastico.



Determinare:

- La quota y_{P2} da cui lanciato verso l'alto il secondo punto P_2 , le velocità v_1 e v_2 con cui i due punti colpiscono l'asta e il tempo t_1 in cui avviene l'urto.
- La variazione della quantità di moto e del momento angolare rispetto ad O del sistema durante l'urto.
- Supponendo che l'attrito nel perno che vincola il corpo a ruotare sia nullo, calcolare il tempo T impiegato dal sistema per effettuare la prima rotazione completa intorno all'asse passante per O dopo l'urto.
- Supponendo invece che l'attrito non sia trascurabile e

che sia costante, calcolare il momento rispetto ad O delle forze di attrito agenti nel perno, sapendo che il sistema si ferma dopo aver compiuto esattamente 10 giri.

[Valori numerici: $M = 1 \text{ kg}$, $L = 0.6 \text{ m}$, $R = 0.1 \text{ m}$, $m = \frac{M}{6}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $v_0 = 3 \text{ m/s}$]

Esercizio n. 3

Una macchina frigorifera compie 3 cicli/secondo assorbendo una potenza di 0,3 kW. La macchina lavora in modo irreversibile scambiando calore con due ambienti considerabili due sorgenti che corrispondono alle temperature $T_1 = 300 \text{ K}$ (temperatura ambiente dove si trova collocata la macchina) e $T_2 = 280 \text{ K}$ (temperatura del volume che si vuole mantenere in equilibrio termico). Sapendo che in ogni ciclo si ha una variazione di entropia causato dalle irreversibilità $\Delta S = 0,2 \text{ J/K}$ si determini:

- il numero di cicli ed il tempo necessari per sottrarre alla sorgente fredda una quantità di calore $Q_{2\text{-tot}} = 280 \text{ kJ}$
- il coefficiente di efficienza COP della macchina

ESERCIZIO n° 2

(3)

① T_0

CALCOLO IL TEMPO DI CADUTA DEL PRIMO PUNTO

$$t_1 = \sqrt{\frac{2L/2}{g}} = \sqrt{\frac{L}{g}} = 0.2675$$

VELOCITÀ CON CUI IL PRIMO PUNTO COLPISCE L'ASTA
- modulo

$$v_1 = gt_1 = 2.63 \text{ m/s}$$

- direzione opposta a y

$$\underline{v}_1 = -v_1 \underline{j}$$

$$\left(\begin{array}{l} y_1(t) = \frac{L}{2} - \frac{1}{2}gt^2 \\ 0 = \frac{L}{2} - \frac{1}{2}gt_1^2 \\ \frac{L}{2} = \frac{1}{2}gt_1^2 \rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{L}{g}} \end{array} \right)$$

QUOTA y_{p2} DA CUI VIENE LANCIATO IL SECONDO PUNTO

- il punto colpisce l'asse ($y=0$)
al tempo t_1

$$y_2(t) = y_{p2} + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

al tempo t_1 risulta

$$0 = y_{p2} + v_0 t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\rightarrow y_{p2} = \frac{1}{2}gt_1^2 - v_0 t_1 = -0.462 \text{ m}$$

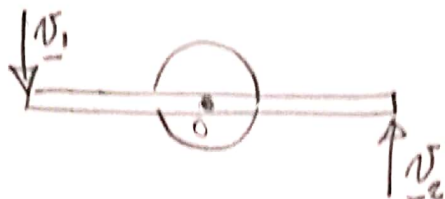
velocità con cui il punto P_2 colpisce l'asse

$$v_2 = v_0 - gt_1 = 0.576 \text{ m/s}$$

↑ componente scalare lungo y

$$\underline{v}_2 = v_2 \underline{j}$$

(4)



VARIATIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

→ QUANTITÀ DI MOTO INIZIALE

$$\underline{P}_{in} = m\underline{v}_1 + m\underline{v}_2 = m(\underline{v}_1 + \underline{v}_2)$$

$$\text{modulo } P_{in} = 0.308 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

direzione y
verso opposto a y

$$\underline{P}_{in} = -0.308 \text{ kg}\cdot\text{m/s } \underline{j}$$

→ QUANTITÀ DI MOTO FINALE

le masse e l'asse costituiscono un unico corpo di massa pari a

$$M_{TOT} = M + M + 2m$$

$\uparrow \quad \quad \uparrow \quad \quad \nwarrow$
 asse disco parti

il centro di massa coincide con O

$$\text{quindi } \underline{v}_{cm} = 0$$

$$\underline{P}_{fin} = M_{TOT} \underline{v}_{cm} = 0$$

LA VARIATIONE DI QUANTITÀ DI MOTO È QUINDI

$$\Delta \underline{P} = \underline{P}_{fin} - \underline{P}_{in} = 0.308 \text{ kg}\cdot\text{m/s } \underline{j}$$

VARIATIONE DEL MOMENTO ANGOLARE (RISPETTO AD O):

$$\underline{L}_{in} = \left(m v_1 \frac{L}{2} + m v_2 \frac{L}{2} \right) \underline{k}$$

$$= 0.15 \text{ Nm} \cdot \text{s} \quad \underline{k}$$

(5)

DURANTE L'URTO IL MOM. ANGOLARE RISP. A O
SI CONSERVA

$$\underline{L}_{fin} = \underline{L}_{in}$$

$$\rightarrow \Delta \underline{L} = 0$$

③ DOPO L'URTO ANELASTICO ABBIAMO UN CORPO RIGIDO
UNICO CON MOM. INERZIA PARIA A

$$I = \frac{1}{2} M R^2 + \frac{1}{12} M L^2 + 2 m \left(\frac{L}{2} \right)^2 = 0.065 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

RISULTA ANCHE

$$L_{fin} = I \omega$$

$$\rightarrow \omega = \frac{L_{fin}}{I} = 2.31 \text{ rad/s} \quad \rightarrow \text{vel. angolare del corpo che ruota intorno ad O}$$

PER COMPIERE UN GIRO IL CORPO IMPIEGA
IL TEMPO T TALE CHE

$$T \omega = 2\pi \quad \rightarrow \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2.72 \text{ s}$$

④ L'ENERGIA CINETICA DEL CORPO DOPO L'URTO È

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = 0.173 \text{ J}$$

e viene dissipata in 10 giri

$$W_a = - M_a \cdot \Theta$$

$$\Theta = 10 \cdot 2\pi \text{ rad} = 20\pi$$

in modulo

$$M_a = E_k / \Theta = 0.00275 \text{ Nm}$$