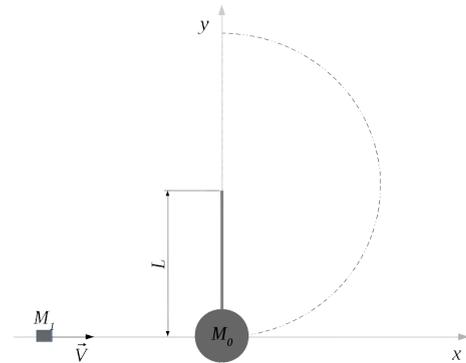


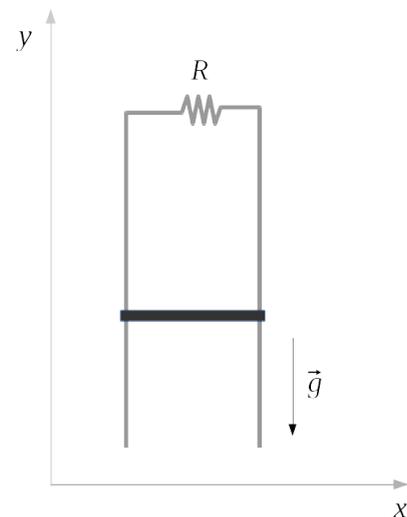


- 1) Un pendolo è formato da una massa M_0 appesa a un filo senza massa di lunghezza L . Il filo è legato a un perno privo di attrito. Una seconda massa M_1 , che si muove come mostrato in figura con velocità V , colpisce M_0 e vi si conficca. Qual è il più piccolo valore V sufficiente a portare il pendolo fino alla posizione più alta del suo arco? Assumere $M_0 = 0.1$ kg, $M_1 = 10$ g, $L = 1$ m.



- 2) Un righello di alluminio è utilizzato per misurare l'area di una lastra quadrata di acciaio. Il righello è calibrato accuratamente a una temperatura $T_0 = 20$ °C. Quando il righello e la lastra di acciaio si trovano entrambe a una temperatura di $T_1 = 100$ °C, il lato della lastra (misurato con il righello caldo) risulta essere $L = 50$ cm. Calcolare l'area della lastra di acciaio quando questa venga fatta raffreddare alla temperatura T_0 .
[I coefficienti di dilatazione termica lineare dell'alluminio e dell'acciaio sono 20×10^{-6} K⁻¹ e 13×10^{-6} K⁻¹, rispettivamente]

- 3) Un'asta conduttrice di lunghezza $L = 10$ cm e massa $M = 10$ g scivola senza attrito lungo un binario, anch'esso conduttore. Il binario, che con l'asta forma un circuito elettrico chiuso, ha una resistenza elettrica $R = 0.5$ Ω. Il circuito è disposto come mostrato in figura, in modo tale che la normale all'area del circuito sia ortogonale a \vec{g} . Un campo magnetico costante, $B = 1$ T, è uscente dal piano del diagramma. Il binario è fermo, ma l'asta scivola sotto l'effetto della forza di gravità, e cade con una velocità **costante**.



- Calcolare la fem che si genera nel circuito costituito dall'asta e dal binario
- Calcolare la potenza dissipata dal circuito elettrico e descrivere brevemente come è dissipata questa energia e da dove proviene



Soluzioni

- 1) Siamo in presenza di un urto anelastico. La velocità finale della sfera del pendolo dopo l'urto si ottiene invocando il principio della conservazione della quantità di moto

$$M_1 V + M_0 \times 0 = (M_0 + M_1) V_f \rightarrow V_f = \frac{M_1}{M_0 + M_1} V$$

La minima velocità che permette di raggiungere al pendolo la massima altezza si può ottenere dalla legge di conservazione dell'energia, quando tutta l'energia cinetica acquisita dal sistema dopo l'impatto è trasformata in energia potenziale:

$$\frac{1}{2}(M_0 + M_1)V_f^2 = (M_0 + M_1) \times g \times 2L$$

Da cui si ricava

$$V_f = 2\sqrt{gL}$$

Sostituendo l'espressione per V_f ottenuta sopra

$$V_f = \frac{M_1}{M_0 + M_1} V = 2\sqrt{gL}$$

E quindi

$$V = 2 \frac{M_0 + M_1}{M_1} \sqrt{gL} = 2 \frac{0.1 + 0.01}{0.01} \sqrt{1 \text{ m} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 69 \text{ m s}^{-1}$$



- 2) Il righello e' accurato a T_0 . Quindi a T_1 la distanza lineare fra le divisioni 0cm e 50cm sul righello e'

$$L_{Al}(T_1) = L_{Al}(T_0) \times (1 + \alpha_{Al} \Delta T)$$

Dove α_{Al} e' il coefficiente di dilatazione termica lineare dell'alluminio, e

$$\Delta T = T_1 - T_0.$$

Quindi la lunghezza del lato della lastra di acciaio e'

$$L_{Acc}(T_1) = 50 \text{ cm} \times (1 + 20 \times 10^{-6} 80) = 50.080 \text{ cm}$$

Per un lato della lastra di acciaio vale

$$L_{Acc}(T_1) = L_{Acc}(T_0) \times (1 + \alpha_{Acc} \Delta T)$$

Quindi

$$L_{Acc}(T_0) = L_{Acc}(T_1) / (1 + \alpha_{Acc} \Delta T) = 50.080 \text{ cm} / (1 + 13 \times 10^{-6} 80) = 50.030 \text{ cm}$$

L'area della lastra e' $A_{acc} = (50.030/100)^2 = 0.25030 \text{ m}^2$



- 3) L'asta si muove sotto l'effetto della forza di gravità. Poiché la velocità dell'asta è costante, l'accelerazione è nulla e la forza totale su di essa pure è nulla.

a)

Poiché l'asta si muove, la legge di Faraday implica che ci sia una fem indotta nel circuito e quindi una corrente indotta. La corrente nel circuito e nell'asta in particolare fa sì che ci sia una forza magnetica agente sull'asta che è diretta come la forza di gravità, ma in verso opposto. Quindi la somma della forza magnetica sull'asta, $|\vec{F}_B| = I L B$, è uguale in modulo alla forza di gravità, $|\vec{F}_g| = mg$. Possiamo quindi scrivere

$$Mg = I L B$$

Moltiplicando ambo i membri per R , e ricordando che per la legge di Ohm $\varepsilon = R I$, dove ε è la fem nel circuito, si ha

$$MgR = R I L B = \varepsilon L B$$

La legge di Faraday ci permette di calcolare la fem, che per il caso in questione è $\varepsilon = MgR/LB$

$$\varepsilon = 0.01 \text{ kg } 9.8 \text{ m s}^{-2} 0.5 \Omega / (0.1 \text{ m } 1 \text{ T}) \approx 0.49 \text{ V}$$

b) La potenza dissipata dal circuito è

$$P = \varepsilon I = \varepsilon^2 / R \approx (0.49 \text{ V})^2 / 0.5 \Omega \approx 0.48 \text{ W}$$

Il circuito dissipa questa potenza (energia per unità di tempo) in calore.

Il calore è dissipato a spese dell'energia potenziale dell'asta che diminuisce abbassandosi.