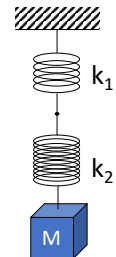


Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

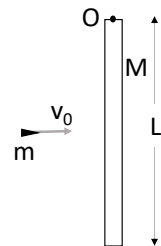
18 luglio 2022 – prova scritta di Fisica 1

1) Una massa $m = 6.5 \text{ kg}$ è appesa ad un piano orizzontale per mezzo di due molle collegate fra loro come in figura e aventi rispettivamente costanti elastiche $k_1 = 370 \text{ N/m}$ e $k_2 = 520 \text{ N/m}$; determinare:

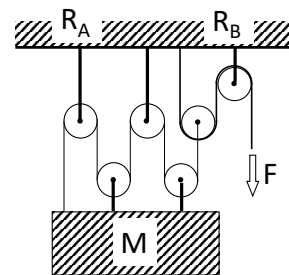
- l'allungamento delle due molle;
- la costante elastica della molla equivalente (la molla che è necessario porre al posto delle due date, per avere un stesso allungamento).



2) Una sbarretta omogenea di massa M e lunghezza L è vincolata a ruotare in un piano verticale intorno ad un asse orizzontale passante per il suo estremo O . Inizialmente la sbarretta è ferma in posizione di equilibrio stabile. Essa viene colpita nel proprio centro di massa da un proiettile di massa $m=M/3$ con velocità di modulo v_0 diretta orizzontalmente che gli si conficca dentro. Calcolare il minimo valore di v_0 affinché la sbarretta riesca a compiere un giro completo.



3) Il sistema in figura è in equilibrio. Calcolare la forza F e le reazioni R_A ed R_B .



4) In una calda giornata, due contenitori metallici identici (uno vuoto ed uno pieno di acqua) da mezzo litro esposti al sole si portano ad una temperatura di 80°C . Per raffreddarli, i due contenitori sono posti in mare alla temperatura di 20°C . Raggiunto il nuovo equilibrio termico, sapendo che la massa di ognuno dei contenitori vuoto è di 100g , si determini:

- i calori scambiati dalle due bottiglie
- le variazioni di entropia dei contenitori
- la variazione di entropia del mare

(calore specifico del metallo delle bottiglie: $0,21 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; calore specifico dell'acqua: $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$).

5) Si ritenga che una persona a riposo trasferisca mediamente all'ambiente una potenza termica di 100 W e che in un teatro di dimensioni $14 \times 28 \times 30 \text{ m}^3$, contenente 1800 persone, l'impianto di condizionamento cessi di funzionare. Si assuma che le pareti esterne del teatro siano adiabatiche.

- Si calcoli la variazione di energia interna dell'aria nel teatro dopo $15,0$ minuti.
- Qual è la temperatura a cui si porta l'aria immaginando che la tappezzeria e le pareti varino la propria temperatura molto più lentamente dell'aria ($c_{\text{aria}}=1,03 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$; $\rho_{\text{aria}}=1,2 \text{ kg/m}^3$)?
- Qual è la variazione di energia interna per il sistema contenente aria e persone?

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

18 luglio 2022 – soluzioni scritto di Fisica 1

1) Applichiamo la condizione di equilibrio ad ognuna delle molle:

$$k_1 \Delta x_1 = k_2 \Delta x_2 = mg$$

da cui si può calcolare

$$\Delta x_1 = \frac{mg}{k_1} = 0,17m \quad \Delta x_2 = \frac{mg}{k_2} = 0,12m$$

per l'espressione della molla equivalente:

$$mg = k(\Delta x_1 + \Delta x_2) = mg \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right) k \rightarrow k = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)^{-1} = 216 \text{ N/m}$$

2) Essendo un urto perfettamente anelastico si conserva solo il momento della quantità di moto:

$$\frac{L}{2} m v_0 = I \omega$$

dove

$$I = \frac{1}{3} M L^2 + m \left(\frac{L}{2} \right)^2 = \frac{1}{3} M L^2 + \frac{M}{3} \cdot \frac{L^2}{4} = \frac{5}{12} M L^2$$

Subito dopo l'urto l'energia si conserva per cui:

$$\frac{1}{2} I \omega^2 = M_{tot} g L = \frac{4}{3} M g L$$

Sostituendo si ricava la velocità v_0 :

$$v_0 = \sqrt{40 L g}$$

3) Il bilancio delle forze sulle pulegge e sui punti di ancoraggio ha lo schema riportato qui di fianco.

Focalizzando l'attenzione sulla massa M si vede che è sorretta da $5T_1$:

$$5T_1 = mg$$

Invece focalizzando l'attenzione sulla puleggia C:

$$T_1 = 2F$$

Da queste due relazioni si può calcolare:

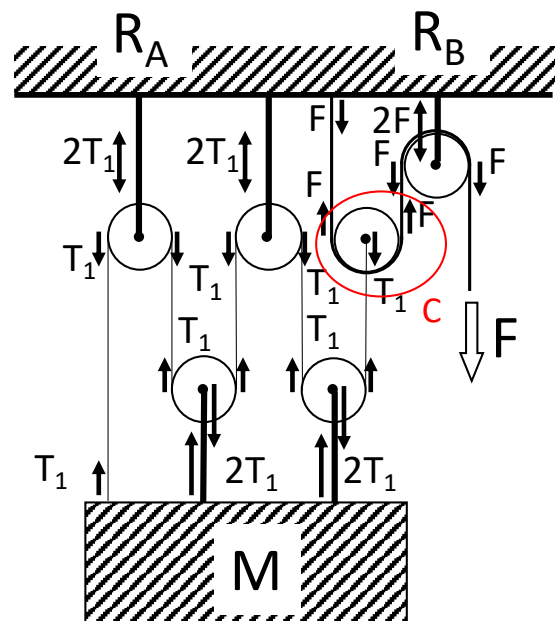
$$F = \frac{mg}{10}$$

La reazione vincolare R_A

$$R_A = 2T_1 = \frac{2}{5} mg$$

La reazione vincolare R_B

$$R_B = 2F = \frac{2}{10} mg = \frac{1}{5} mg$$



4) Il calore scambiato dalla bottiglia vuota:

$$Q_{vuota} = m_{bottiglia} c_{metallo} \Delta T = -1.260 \text{ cal} = 5.272 \text{ J} = -5,3 \text{ kJ}$$

$$Q_{piena} = (m_{bottiglia} c_{metallo} + m_{acqua} c_{acqua}) \Delta T = -31.260 \text{ cal} = -130.792 \text{ J} = -130,8 \text{ kJ}$$

La variazione di entropia della bottiglia vuota:

$$\Delta S_{vuota} = \int_{in}^{fin} \frac{dQ}{T} = m_{bottiglia} c_{metallo} \int_{in}^{fin} \frac{dT}{T} = m_{bottiglia} c_{metallo} \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = -3,9 \frac{cal}{K} = -16,4 \frac{J}{K}$$

La variazione di entropia dell'acqua:

$$\Delta S_{acqua} = m_{acqua} c_{acqua} \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = -93,1 \frac{cal}{K} = -389,7 \frac{J}{K}$$

La variazione di entropia della bottiglia piena:

$$\Delta S_{piena} = \Delta S_{vuota} + \Delta S_{acqua} = -97,0 \frac{cal}{K} = -406,1 \frac{J}{K}$$

La variazione di entropia del mare:

$$\Delta S_{mare} = \frac{-Q_{TOT}}{T_{mare}} = 464,37 \frac{J}{K}$$

5A) Dal primo principio della TD:

$$\Delta U = Q - L = Q$$

poiché la sala è a pareti rigide ed indeformabili. Il calore si può calcolare dalla potenza di calore emessa:

$$\Delta U = Q = W \cdot \Delta t = W_{uno} \cdot N_{persone} \Delta t = 162 \cdot 10^6 J = 162 MJ$$

5B)

$$\Delta T = \frac{Q}{m_{aria} c_{aria}} = \frac{Q}{\rho V c_{aria}} = 11,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5C) La variazione di energia interna del sistema aria più persone è nulla poiché la trasformazione può essere considerata adiabatica: pareti e tappezzeria non variano né la temperatura né la dimensione. Pertanto:

$$\Delta U = Q - L = 0$$