



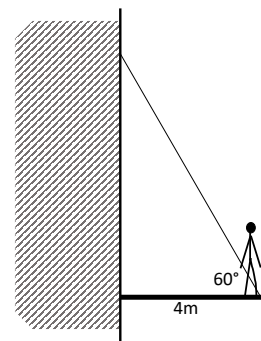
Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

29 ottobre 2022 *appello straordinario* – prova scritta di Fisica 1

1) Un camion si sta muovendo lungo una strada rettilinea alla velocità di 90.0 km/h, quando, a 85.0 m di distanza vede una transenna che indica la chiusura della strada. L'autista del camion frena e il camion rallenta con una decelerazione di 3.80 m/s^2 . Determinare:

- l'istante in cui il camion si ferma;
- a quale distanza dalla transenna il camion riesce a fermarsi;
- a quale distanza dalla transenna la velocità è dimezzata.

2) Una passerella, costituita da una struttura a forma di parallelepipedo sottile, è collegata da un lato ad una parete verticale mediante una cerniera priva di attrito ed è sorretta all'altro estremo da un tirante di acciaio che forma un angolo di 60° con l'orizzontale, come in figura. Il sistema è fermo. Sapendo che la passerella che è lunga 4 m e ha una massa di 5 kg, calcolare i moduli, le direzioni e i versi della tensione del tirante (sul muro) e della reazione della cerniera nel caso in cui un uomo di 80 kg sia fermo in corrispondenza dell'estremo del tirante.



3) Un uomo di massa $m=80 \text{ kg}$ si butta da un ponte di altezza $h_1=80 \text{ m}$, con velocità iniziale nulla, attaccato a una corda elastica avente lunghezza a riposo $L=40 \text{ m}$; sapendo che la costante elastica della corda è $k=150 \text{ N/m}$, determinare:

- l'altezza h_2 dal suolo a cui la corda elastica ferma la caduta dell'uomo;
- il minimo valore della costante elastica per cui l'uomo non tocca terra;
- l'altezza h_3 dal suolo a cui si ferma l'uomo dopo che si saranno smorzate le oscillazioni.

4) In una bottiglia termicamente isolata e indeformabile si trova 1 litro di acqua alla temperatura di 23°C . Se volessi portare il liquido la temperatura di 0°C , qual è la quantità minima di ghiaccio che dovrei aggiungere? ($c_a=4,18 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$; $c_g=2,09 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$; $T_g=-5^\circ\text{C}$, $\lambda_g=333,5 \text{ J/g}$)

5) Un gas perfetto monoatomico occupa nello stato A un volume $V_A=5 \text{ l}$ a pressione atmosferica, alla temperatura $T_A=300 \text{ K}$. Esso è riscaldato a volume costante fino allo stato B a pressione $p_B=3 \text{ atm}$. Poi si espande isotermicamente fino allo stato C a pressione $p_C=1 \text{ atm}$, ed infine è compresso isobaricamente fino allo stato iniziale A. Determinare:

- il grafico del ciclo nel piano pV ,
- il numero di moli e le coordinate termodinamiche (p, V, T) degli stati A, B e C;
- il calore, il lavoro e la variazione di energia interna per le trasformazioni e per l'intero ciclo.

(Nota: $R= 8.31 \text{ J/K mole} = 0.082 \text{ l atm/K mole}$)



Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

29 ottobre 2022 *appello straordinario* – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

1) Le equazioni del moto per la decelerazione sono:

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \\ v(t) = v_0 - a t \end{cases}$$

a) Imponendo la condizione $v(t)=0$ si ricava:

$$t = \frac{v_0}{a} = 6,6 \text{ s}$$

b) risolvendo il sistema per $v(t)=0$ si ottiene:

$$x = \frac{v_0^2}{2a}$$

da cui la distanza dalla transenna sarà:

$$D - x = D - \frac{v_0^2}{2a} = 2,8 \text{ m}$$

c) Per il calcolo della distanza a cui la velocità sarà dimezzata, calcoliamo il tempo per cui questo avviene:

$$v(t) = \frac{v_0}{2} = v_0 - a t$$

da cui

$$t_{1/2} = \frac{v_0}{2a}$$
$$x\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = v_0 \cdot \frac{v_0}{2a} - \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{v_0}{2a}\right)^2 = \frac{3v_0^2}{8a}$$

$$D - x\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = 23,3 \text{ m}$$

2) Il bilancio delle forze:

$$\vec{P}_p + \vec{P}_u + \vec{T} + \vec{R} = 0$$

Il bilancio dei momenti rispetto alla cerniera della passerella:

$$\vec{M}_{Pp} + \vec{M}_{Pu} + \vec{M}_T = 0$$

Chiamando x la direzione orizzontale e y quella verticale si ottengono 3 equazioni:

$$\begin{cases} x: & -T \cos \theta + R_x = 0 \\ y: & T \sin \theta - (m_p + m_u)g + R_y = 0 \\ \text{rot:} & LT \sin \theta - \frac{L}{2} m_p g - L m_u g = 0 \end{cases}$$

Dall'ultima si ricava:

$$T = \frac{\left(\frac{1}{2} m_p + m_u\right) g}{\sin \theta} = 929 \approx 930 \text{ N}$$

Dalla Prima si ricava:

$$R_x = T \cos \theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \left(\frac{1}{2} m_p + m_u\right) g = 464 \text{ N}$$

Dalla seconda si ricava:

$$R_y = (m_p + m_u)g - T \sin \theta = \left[(m_p + m_u) - \cos \theta \left(\frac{1}{2} m_p + m_u\right) \right] g = 421 \text{ N}$$

La tensione del cavo sulla parete è rivolta nella direzione del cavo, verso il basso.

La reazione vincolare sulla cerniera è:

$$\vec{R} = R_x \hat{i} + R_y \hat{j} = (464 \hat{i} + 421 \hat{j}) N$$

3a) Per la distanza di arresto dal suolo possiamo applicare la conservazione dell'energia, sapendo che: 1) per i primi 40 m la persona scende in caduta libera e 2) per la restante discesa acquisisce energia potenziale gravitazionale fino all'arresto completo. Durante la caduta libera per una distanza L:

$$mgL = \frac{1}{2}mv^2.$$

Durante la caduta successiva sotto l'azione della forza elastica:

$$mgy + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}ky^2.$$

dove y è la distanza percorsa. Risolvendo si ottiene l'equazione di secondo grado:

$$ky^2 - 2mgy - 2mgL = 0.$$

$$y = \frac{mg + \sqrt{m^2g^2 + 2kmgL}}{k}$$

(si scarta la soluzione negativa)

Pertanto la distanza dal suolo sarà:

$$H - L - y = H - L - \frac{mg + \sqrt{m^2g^2 + 2kmgL}}{k} = 14m$$

b) Per la minima costante elastica ipotizziamo che l'uomo arrivi con velocità nulla al suolo:

$$\begin{cases} mgL = \frac{1}{2}mv^2 \\ mg(H - L) + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(H - L)^2 \end{cases}$$

da cui

$$k = 2mg \frac{H}{(H - L)^2} = 78 \frac{N}{m}$$

c) Nella condizione di equilibrio finale la corda elastica sarà elongata di una lunghezza x e di conseguenza le forze che agiscono sulla persona saranno:

$$kx - mg = 0$$

da cui

$$kx = \frac{mg}{k}.$$

L'altezza dal suolo sarà:

$$H - L - x = H - L - \frac{mg}{k} = 35m$$

4) Il bilancio termico della trasformazione considera nullo il calore totale scambiato, come somma del calore scambiato dall'acqua per arrivare alla temperatura finale, il calore del ghiaccio per arrivare a 0°C e il calore per sciogliere il ghiaccio. La quantità minima del ghiaccio si riferisce a quella quantità che si scioglie completamente: potremmo mettere tantissimo ghiaccio e una parte di questo resterebbe non sciolto in equilibrio termico con l'acqua.

$$m_a c_a (0^\circ C - T_a) + m_g c_g (0^\circ C - T_g) + m_g \lambda_g = 0$$

da cui:

$$m_g = \frac{m_a c_a T_a}{(\lambda_g - c_g T_g)} = 299,6g \cong 0,3 kg$$

5)

stato A:

$$\begin{cases} p_A = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_A = 5 \text{ l} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_A = 300 \text{ K} \end{cases}$$

il numero di moli si può calcolare dalla funzione di stato applicata al punto A:

$$n = \frac{p_A V_A}{RT_A} = 0,203 \text{ moli}$$

stato B

$$\begin{cases} p_B = 3 \text{ atm} = 3,039 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_B = V_A = 5 \text{ l} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_B = \frac{p_B V_B}{nR} \cong 900 \text{ K} \end{cases}$$

stato C

$$\begin{cases} p_C = p_A = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_C = \frac{nRT_C}{p_C} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 15 \text{ l} \\ T_C = T_B = \frac{p_B V_B}{nR} \cong 900 \text{ K} \end{cases}$$

trasformazione AB

$$L_{AB} = 0$$

$$\Delta U_{AB} = n c_V (T_B - T_A) = \frac{3}{2} nR (T_B - T_A) = 1,52 \cdot 10^3 \text{ J} = Q_{AB}$$

trasformazione BC

$$L_{BC} = nRT_B \ln \frac{V_C}{V_B} = nRT_B \ln 3 = 1,67 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta U_{BC} = 0$$

$$Q_{BC} = L_{BC} = 1,67 \cdot 10^3 \text{ J}$$

trasformazione CA

$$L_{CA} = p_A (V_A - V_C) = -1,01 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta U_{CA} = n c_V (T_A - T_B) = \frac{3}{2} nR (T_A - T_B) = -1,52 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$Q_{CA} = n c_p (T_A - T_B) = \frac{5}{2} nR (T_A - T_B) = -2,53 \cdot 10^3 \text{ J}$$

intero ciclo

$$L_{CICLO} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA} = 0 + 1,67 \cdot 10^3 - 1,01 \cdot 10^3 \text{ J} = 0,66 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta U_{TOT} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = 1,52 \cdot 10^3 + 0 - 1,52 \cdot 10^3 = 0$$

$$Q_{TOT} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 1,52 \cdot 10^3 + 1,67 \cdot 10^3 - 2,53 \cdot 10^3 = 0,66 \cdot 10^3 \text{ J}$$

