

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
24 ottobre 2023 – prova scritta di Fisica 1 – appello straordinario

- 1)** Un atleta dei 100 metri piani corre per i primi 40.0 metri di moto uniformemente accelerato raggiungendo una velocità $v = 13.0$ m/s e la mantiene costante negli ultimi 60.0 metri; determinare
- la accelerazione nella prima parte del moto e il tempo totale t impiegato a correre i 100 metri;
 - la velocità media v_m tenuta dall'atleta sull'intero percorso.
- 2)** Una massa m viaggia con velocità v_0 costante su un piano orizzontale senza attrito. All'interno della massa è presente una piccolissima carica esplosiva che ad un certo istante, esplodendo, rompe la massa in due frammenti, m_A ($1/3m$) ed m_B ($2/3 m$). Dopo l'esplosione m_A viaggerà nella stessa direzione iniziale con velocità $V_A=7 v_0$. Determinare la velocità V_B del frammento B e l'energia sprigionata dall'esplosione.
- 3)** Un proiettile di massa $m_1=10.0$ g si muove con velocità di modulo $v=100$ km/h quando colpisce un bersaglio di legno e vi penetra per $d_1=12$ cm; supponendo che la forza che ha frenato il proiettile all'interno del bersaglio sia costante, determinare l'intensità della forza frenante. Di quanto penetrerebbe un proiettile di massa $m_2=12,0$ g che viaggiasse alla stessa velocità v ?
- 4)** Un bicchiere capiente (recipiente adiabatico) è prima riempito prima con 100 gr di ghiaccio tritato alla temperatura di -7°C e poi con 200 ml di aranciata (assimilabile ad acqua) alla temperatura di 18°C . Determinare la temperatura finale dell'aranciata e quanto ghiaccio si scioglie. ($c_{\text{acqua}}=4186$ J/KgK, $c_{\text{ghiaccio}}=2051$ J/KgK, $\lambda_{\text{acqua}}=3,335 \cdot 10^5$ J/Kg)
- 5)** Una mole di gas perfetto biatomico alla temperatura di 300 K esegue un ciclo termodinamico costituito da una trasformazione isobara reversibile che ne triplica il volume, una trasformazione isocora irreversibile che diminuisce la pressione e una trasformazione isoterma reversibile che riporta il sistema nel suo stato iniziale. Calcolare il calore scambiato nella trasformazione irreversibile e il rendimento del ciclo.

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
24 ottobre 2023 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1 – appello straordinario

1) Chiamando x_{40} la prima parte della corsa:

$$\begin{cases} x_{40} = \frac{1}{2} a t_{40}^2 \\ x_{40} = \frac{1}{2} a t_{40}^2 \\ v_{40} = a t_{40} \end{cases}$$

Risolvendo si ricava:

$$\begin{cases} a = \frac{v_{40}^2}{2x_{40}} = 2,11 \frac{m}{s^2} \\ t = \frac{v_{40}}{a} = \frac{2x_{40}}{v_{40}} = 6,15 s \end{cases}$$

Per calcolare la velocità media dobbiamo calcolare il tempo impiegato a percorrere i restanti 60m:

$$\begin{aligned} x_{60} = v_{40} t_{60} \quad \rightarrow \quad t_{60} = \frac{x_{60}}{v_{40}} = 4,61 s \\ v_{media} = \frac{\Delta x_{totale}}{\Delta t_{totale}} = \frac{x_{40} + x_{60}}{t_{40} + t_{60}} = 9,29 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

2) L'esplosione non è altro che un urto perfettamente anelastico in cui prima i frammenti sono uniti e poi si separano. Si conserva la quantità di moto totale del sistema:

$$m v_0 = m_A v_A + m_B v_B = \frac{1}{3} m 7 v_0 + \frac{2}{3} m v_B$$

Risolvendo:

$$v_B = -2v_0$$

L'energia sprigionata dall'esplosione può essere calcolata come differenza tra l'energia cinetica finale e l'energia cinetica iniziale dei frammenti:

$$\begin{aligned} T_{iniziale} &= \frac{1}{2} m v_0^2 \\ T_{finale} &= \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = 19 \left(\frac{1}{2} m v_0^2 \right) \\ \Delta T = E_{sprigionata} &= T_{finale} - T_{iniziale} = 18 T_{iniziale} \end{aligned}$$

3) Utilizzando il bilancio energetico:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m_1 v^2 &= F_{frenante} d_1 \\ F_{frenante} &= \frac{m_1 v^2}{2d_1} = 32,15 N \\ d_2 &= \frac{m_2 v^2}{2F_{frenante}} \approx 14,4 cm \end{aligned}$$

4) Essendo il recipiente adiabatico il calore viene scambiato solo tra ghiaccio e aranciata. Iniziamo prima a calcolare quanto ghiaccio si sciogla: se la massa del ghiaccio sciolto dovesse superare la quantità di ghiaccio a disposizione allora il ghiaccio si scioglierà tutto e la temperatura risulterà superiore a 0°C; se invece la

quantità di ghiaccio sciolto dovesse essere inferiore al ghiaccio disponibile, allora il sistema ghiaccio-aranciata raggiungerà un equilibrio a 0°C.

Bilancio termico:

$$m_g c_g (0^\circ\text{C} - T_g) + m_{x-g} \lambda + m_a c_a (0^\circ\text{C} - T_a) = 0$$

$$m_{x-g} = \frac{m_g c_g T_g + m_a c_a T_a}{\lambda} = 0,040\text{kg} = 40\text{gr}$$

Solo 40gr di ghiaccio si scioglieranno e quindi la temperatura finale dell'aranciata sarà 0°C.

5) Il ciclo termodinamico è rappresentato nel grafico.

La trasformazione BC è sì irreversibile, ma sicuramente per definizione ($V=\text{cost}$) il lavoro lungo questa trasformazione è nullo ($L_{BC}=0$). Pertanto dal 1° Principio, ricordando che l'energia interna è una funzione di stato:

$$Q_{BC} = \Delta U_{BC} = n c_V (T_C - T_B)$$

Poiché la trasformazione CA è isoterma:

$$T_C = T_A$$

Dalla funzione di stato dei gas perfetti:

$$p_B V_B = p_A 3 V_A = n R T_B$$

Ma

$$p_A V_A = n R T_A$$

Da cui

$$T_B = 3 T_A$$

Pertanto

$$Q_{BC} = -2 n c_V T_A = -2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 300 = -12465\text{J} \cong -12,5\text{kJ}$$

Per il rendimento del ciclo:

$$\eta = \frac{L_{TOT}}{Q_{ASS}}$$

$$L_{TOT} = L_{AB} + L_{CA} = p_A (3 V_A - V_A) + n R T_A \ln \frac{V_A}{V_C} = n R T_A (2 - \ln 3)$$

$$Q_{ASS} = Q_{AB} = n c_p (T_B - T_A) = 7 n R T_A$$

$$\eta = \frac{2 - \ln 3}{7} = 0,128 \approx 13\%$$

