

**Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio**  
**24 ottobre 2023 – prova scritta di Fisica Generale – 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)** 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.
- 4)** Una sfera conduttrice di raggio  $r=1$ m si muove inizialmente con velocità  $v_0=1$ m/s in una regione dove è presente un campo elettrostatico uniforme  $E=300$ V/m parallelo alla direzione di movimento della sfera ma verso opposto. Determinare il tempo che la sfera impiega a fermarsi se la densità superficiale di carica è  $\sigma=10^{-10}$ C/m<sup>2</sup> e la sua massa è  $m=10^{-9}$ kg. Si trascuri l'attrito.
- 5)** Un generatore di resistenza interna  $r=5\Omega$  è collegato, mediante un circuito di resistenza trascurabile, ad un resistore di resistenza  $R=100\Omega$ . Se l'energia dissipata nel resistore in un tempo  $\Delta t=1$ ms è  $10^{-3}$ J, determinare la forza elettromotrice del generatore e la corrente che circola nel circuito.
- 6)** Un tratto di filo di lunghezza  $L=20$ cm, sezione  $S=2$ mm<sup>2</sup> e resistività  $\rho=10^{-3}\Omega$ m viene disposto in modo da formare una spira circolare entro un campo magnetico uniforme di modulo  $B=1$ T, perpendicolare al piano della spira. In un intervallo di tempo  $\Delta t$  la forma della spira viene modificata da circolare a quadrata e la corrente media che circola è  $i_{media}=2\mu$ A. Determinare l'intervallo di tempo  $\Delta t$ .

## Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

24 ottobre 2023 – Soluzioni dello scritto di Fisica Generale – 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:

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

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) 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:

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

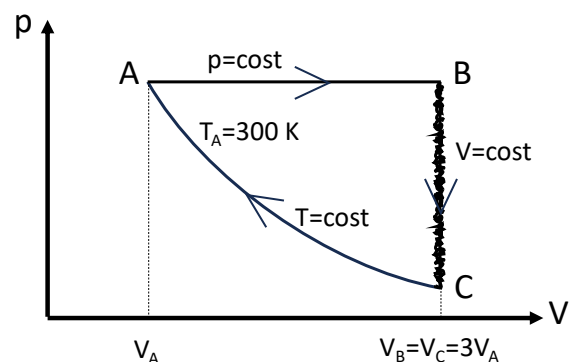
Poiché la trasformazione CA è isoterma:

$$T_C = T_A$$

Dalla funzione di stato dei gas perfetti:

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

Ma



$$p_A V_A = nRT_A$$

Da cui

$$T_B = 3 T_A$$

Pertanto

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

Per il rendimento del ciclo:

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

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

$$Q_{ASS} = Q_{AB} = nc_p(T_B - T_A) = 7 nRT_A$$

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

**Esercizio 4)** Il moto della sfera è uniformemente accelerato con accelerazione negativa:

$$v(t) = v_0 - at = 0$$

Con

$$a = \frac{qE}{m}$$

Quindi il tempo di arresto sarà:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{mv_0}{qE} = 2,65 \cdot 10^3 s$$

Essendo la carica totale trasportata dalla sfera

$$q = \sigma \cdot 4\pi r^2$$

**Esercizio 5)** L'energia dissipata per effetto Joule è

$$W = Ri^2 \cdot \Delta t$$

Da cui

$$i = \sqrt{\frac{W}{R\Delta t}} = 0,1 A$$

La forza elettromotrice è data da

$$f_{em} = (R + r)i = 10,5 V$$

**Esercizio 6)** La resistenza della spira è  $R = \rho(l/S) = 1000 \Omega$

$$R = \frac{\rho l}{S} = 1000 \Omega$$

La variazione di flusso vale

$$\Delta\Phi(B) = B(S_{quadrata} - S_{circolare}) = B(l^2 - \pi r^2)$$

dove

$$l = \frac{L}{4} \quad ; \quad r = \frac{L}{2\pi}$$

Poiché

$$f_{em} = Ri_{media} = -\frac{\Delta\Phi(B)}{\Delta t}$$

Segue che

$$\Delta t = \frac{BL^2 \left( \frac{1}{4\pi} - \frac{1}{16} \right)}{Ri_{media}} = 3,42 s$$