Soluzioni del compito di Fisica per Scienze biologiche del 30 settembre 2008

Esercizio 1 –

(a) L'energia iniziale è $E_0 = \frac{1}{2} M v_0^2$. Il numero di urti n contro la parete di destra prima dell'arresto corrisponde a un percorso totale d calcolato dalla perdita di energia meccanica causata dalla forza di attrito $\mu_d \cdot Mg \cdot d = E_0 \Rightarrow d = \frac{v_0^2}{2 \cdot \mu_d \cdot g}$ Al tratto corrispondente al primo urto, pari a $\frac{L}{2}$, si aggiungeranno tratti pari a $2L$, fino a soddisfare la condizione:

$$(n-1) \cdot 2L \le d - \frac{L}{2} \Rightarrow n \le \frac{d}{2L} + \frac{3}{4} = \frac{v_0^2}{4 \cdot \mu_d \cdot g \cdot L} + \frac{3}{4}.$$

Sostituendo i valori numerici: $n \le \frac{(11.8)^2}{4 \times 0.325 \times 9.8 \times 2.38} + 0.75 = 5.34 \Rightarrow n = 5.$

(b) L'energia dissipata si ripartisce tra corpo e rotaia,che hanno uguale capacità termica:

$$\frac{\frac{1}{2} M v_0^2}{2} = C \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{M v_0^2}{4 \cdot C}$$

Sostituendo i valori numerici: $\Delta T = \frac{0.384 \times (11.8)^2}{4 \times 0.865} K = 15.5 K$

Esercizio 2 –

(a) Al termine del ciclo per il primo principio:

$$Q_{tot} = L = \frac{1}{2} \cdot (P_B - P_C) \cdot (V_C - V_A)$$

Sostituendo i valori numerici

$$Q_{tot} = 0.5 \times (2.4 \cdot 10^5 - 1.4 \cdot 10^5) \times (4.5 \cdot 10^{-3} - 2.5 \cdot 10^{-3}) = 100 J = 23.9 cal$$

(b) La variazione di entropia nella transizione AB si può calcolare considerando che $\Delta S = 0$ al termine del ciclo e calcolando la variazione di entropia nell'isocora BC e nell'isobara CA:

$$\Delta S_{BC} = n \cdot C_V \cdot \ln\left(\frac{T_C}{T_B}\right) = n \cdot C_V \cdot \ln\left(\frac{P_C}{P_B}\right) = 0.36 \times \frac{3}{2} \cdot 8.31 \times \ln\left(\frac{1.4}{2.4}\right) \frac{J}{K} = -2.42 \frac{J}{K};$$

$$\Delta S_{CA} = n \cdot C_P \cdot \ln\left(\frac{T_A}{T_C}\right) = n \cdot C_P \cdot \ln\left(\frac{V_A}{V_C}\right) = 0.36 \times \frac{5}{2} \cdot 8.31 \times \ln\left(\frac{2.5}{4.5}\right) \frac{J}{K} = -4.40 \frac{J}{K}.$$

$$\Delta S_{AB} = -(\Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}) = 6.82 \frac{J}{K}.$$

Esercizio 3 –

In condizioni stazionarie, per la presenza del condensatore, la corrente che fluisce in R_3 è nulla, mentre R_1 e R_2 sono in serie e sono percorsi dalla stessa corrente: $I_1 = I_2 = \frac{f}{R_1 + R_2} = 0.8 A$.

(a) La potenza dissipata in R_2 sarà $W_2 = R_2 \cdot I_2^2 = 5.12 W$.

(b) Dato che $I_3 = 0$, non vi è caduta di potenziale ai capi di R_3. la d.d.p. ΔV ai capi del condensatore sarà dunque uguale a quella ai capi di R_2 , e la sua carica in regime stazionario sarà:

$$Q = C \cdot \Delta V = C \cdot R_2 \cdot I_2 = 47 \cdot 10^{-9} \times 8 \times 0.8 C = 3.0 \cdot 10^{-7} C.$$

Esercizio 4 –

(a) Il campo magnetico nel punto P è dato dalla somma vettoriale dei campi prodotti dai due fili. I due contributi hanno stessa direzione (perpendicolare al piano XY) ma verso opposto (entrante nel foglio per il primo filo, uscente per il secondo). Pertanto i loro moduli si sottraggono:

$$B_P = -B_1 + B_2 = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot r_1} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot r_2}.$$

Sostituendo i valori numerici:

$$B_P = 2 \cdot 10^{-7} \times \left(-\frac{2}{0.10} + \frac{7}{0.05} \right) T = 2.4 \cdot 10^{-5} T.$$

(b) Il protone è soggetto alla forza di Lorentz $\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{v} \otimes \vec{B}$, e subisce pertanto una accelerazione nella direzione e verso date dal prodotto vettoriale . Con la traiettoria nel punto P, la velocità è perpendicolare al campo di induzione magnetica, e quindi il modulo dell'accelerazione è:

$$\left|\vec{a}\right| = \frac{e}{m} v_0 B_P = \frac{1.6 \cdot 10^{-19}}{1.67 \cdot 10^{-27}} \times 5 \cdot 10^3 \times 2.4 \cdot 10^{-5} m/s^2 = 1.15 \cdot 10^7 m/s^2$$

Con la regola del prodotto vettoriale, direzione e verso risultano corrispondenti all'asse x in figura.