Prova scritta di Fisica per Scienze biologiche – 21 Settembre 2015
Soluzione degli esercizi

Esercizio 1

(a) La tensione T resta costante durante il sollevamento. Poiché quando il blocco è emerso la velocità è costante, la tensione T deve essere pari alla forza peso applicata al blocco:

$$M = d_c \cdot L^3 = 2.31 \cdot 10^3 \cdot\ 0.525^3 = 334\, Kg$$
$$T = Mg = 334 \cdot 9.81 = 3.28 \cdot 10^3 N$$

(b) Nel tratto H sul blocco agisce anche la forza di Archimede, e il moto è uniformemente accelerato verso l'alto:

$$T + F_A - Mg = Ma$$

Poiché $T = Mg$

$$a = \frac{F_A}{M} = \frac{d_s \cdot L^3\ \cdot g}{d_c \cdot L^3} = \frac{1.03}{2.31} \cdot 9.81 = 4.37\, m/s^2$$

Con velocità iniziale nulla si ha:

$$H = \frac{1}{2} a t_H^2\ \rightarrow\ t_H = \sqrt{\frac{2H}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7.51}{4.37}} = 1.85\, s$$

(c) Nel tratto H le forze applicate, costanti, compiono rispettivamente il lavoro:

$$L_T = MgH = 3.28 \cdot 10^3 \cdot 7.51 = 2.46 \cdot 10^4 J$$
$$L_P = -MgH = -2.46 \cdot 10^4 J$$
$$L_A = \frac{d_s}{d_c} MgH = \frac{1.03}{2.31} \cdot 2.46 \cdot 10^4 = 1.10 \cdot 10^4\, J$$

Il lavoro totale è pari al lavoro della forza di Archimede.

Esercizio 2

(a) La prima trasformazione avviene alla pressione costante p_0. Il gas raggiunge la temperatura di equilibrio del serbatoio termico con cui è a contatto:

$$\frac{T_S}{2V_0} = \frac{T_0}{V_0} \rightarrow T_S = 2T_0 = 2 \cdot 315 = 630\, K$$

Il calore ceduto dal serbatoio termico e acquisito dal gas è

$$Q_P = nc_P(T_S - T_0) = 1.28 \cdot \frac{7}{2} 8.31 \cdot 315 = 11.7\, k\, J$$

(b) Nella seconda trasformazione il gas si raffredda a volume costante, cedendo alla miscela una quantità di calore:

$$Q_V = nc_V(T_0 - T_S) = -1.28 \cdot \frac{5}{2} 8.31 \cdot 315 = -8.38\, k\, J$$

La massa di ghiaccio sciolta è

$$M_g = \frac{-Q_V}{\lambda} = \frac{8.38 \cdot 10^3}{334 \cdot 10^3} = 25.1\, g$$

(c) Il gas compie lavoro solo durante l'espansione a pressione costante:

$$L_{tot} = p_0 \cdot (2V_0 - V_0) = p_0 V_0 = nRT_0 = 1.28 \cdot 8.31 \cdot 315 = 3.35\, k\, J$$

Il lavoro totale si può anche ricavare osservando che l'energia interna del gas dopo i due scambi termici non varia (stessa temperatura tra inizio e fine):

$$L_{tot} = Q_P + Q_V = 11.73 - 8.38 = 3.35\, kJ$$

Esercizio 3

(a) La potenza W dissipata in R è pari a RI_g^2, con I_g corrente erogata dal generatore data da V_0 / R_{tot}. La resistenza totale del circuito è data dalla serie di R con il parallelo di R_1 e R_2, le resistenze elettriche dei due solenoidi. Dalla seconda legge di Ohm si ha:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{N_1 \cdot 2\pi \frac{D}{2}}{S} = 4.13 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1216 \cdot \pi \cdot 1.36 \cdot 10^{-2}}{0.196 \cdot 10^{-6}} = 10.9\ \Omega$$

Analogamente per il secondo solenoide, e in pratica:

$$R_2 = \frac{N_2}{N_1} R_1 = 13.6\ \Omega$$

Quindi $R_{tot} = R + (R_1^{-1} + R_2^{-1})^{-1} = 33.4 + 6.05 = 39.5\ \Omega$, $I_g = 24.9 / 39.5 = 0.630$ A. Infine:

$$W = R \cdot I_g^2 = 33.4 \cdot 0.630^2 = 13.3\ W$$

dove I_g è la corrente totale erogata dal generatore.

(b) Le correnti in (1) e in (2) sono tali che:

$$Ig = I_1 + I_2;\ R_1 I_1 = R_2 I_2$$

da cui si ricava, con I_g già calcolato al punto (a):

$$I_1 = \frac{I_g}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} = 0.351\ A\ ;\ I_2 = \frac{R_1}{R_2} I_1 = 0.280\ A$$

(c) Il campo di induzione magnetica in un solenoide è dato dalla formula:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

Il rapporto di intensità è dato da:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{\frac{N_1 I_1}{L_1}}{\frac{N_2 I_2}{L_2}}$$

Ma poiché $N_1/N_2 = R_1/R_2$ e $R_1 I_1 = R_2 I_2$ si ha semplicemente:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{16.2}{40.3} = 0.402$$