Soluzioni del compito del 16 luglio 2010

Esercizio 1

Si scelga un riferimento con origine al suolo, asse orizzontale x nella direzione della forza $\boldsymbol{F_h}$ e l'asse verticale y , nel quale la sferetta ha inizialmente coordinate $(0,h)$. Il moto è uniformemente accelerato su entrambi gli assi:

$$x(t) = \frac{1}{2}\frac{F_h}{m}t^2; y(t) = h - \frac{1}{2}gt^2$$

a) Quando la sferetta tocca il suolo si ha:

$$y(t^*) = 0 = h - \frac{1}{2}gt^{*2}; x(t^*) = D = \frac{1}{2}\frac{F_h}{m}\cdot\frac{2h}{g} = \frac{F_h h}{mg}$$

$$D = \frac{0.15\cdot 0.80}{7.5\cdot 10^{-3}\cdot 9.8} = \quad 1.6 \text{ m}$$

b) L'energia cinetica acquisita è pari al lavoro compiuto dalle forze applicate alla sferetta:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + F_h D$$
$$= 7.5\cdot 10^{-3}\cdot 9.8\cdot 0.80 + 0.15\cdot 1.6 = 0.30J$$

Esercizio 2

a. L'acqua e il suo vapore possono essere in equilibrio solo a T_F = 100 °C che e\` dunque la temperatura finale del sistema.

b. Il sistema ferro + acqua e\` isolato e non scambia calore con l'esterno per cui

$$Q = Q_{Fe} + Q_w = 0$$

Tutto il calore ceduto dal ferro e\` assorbito dall'acqua che raggiunge 100°C e poi si trasforma in parte in vapore. Si ha

$$Q_w = -Q_{Fe} = -m_{Fe}\cdot c_{Fe}(T_F - T_1) =$$
$$= -1.13\cdot 450\cdot(100-989)J = 4.52\cdot 10^5 J$$

c. Per trovare il volume V_{evap} dell'acqua trasformata in vapore calcoliamo la quantita\` di calore che viene usata per l'evaporazione.

$$Q_w = Q_{risc} + Q_{evap} \rightarrow Q_{evap} = Q_w - Q_{risc}$$

La massa iniziale dell'acqua e\` $m_w = \rho_w \times V_w = 1$ g/cm^3 x 1.04 x 10^3 cm^3 = 1.04 kg

$$Q_{risc} = m_w c_w (T_F - T_2)$$
$$= 1.04\cdot 4186\cdot(100-54.4) = 1.99\cdot 10^5 J$$

Quindi

$$Q_{evap} = Q_w - Q_{risc} = m_{evap}\cdot\lambda_w$$
$$= \rho_w\cdot V_{evap}\cdot\lambda_w$$

Da cui si ricava il volume evaporato

$$V_{evap} = \frac{Q_w - Q_{risc}}{\rho_w \cdot \lambda_w}$$
$$= \frac{(4.52 - 1.99) \cdot 10^5 J}{1 \frac{g}{cm^3} \cdot 2272 \frac{J}{g}} = 111 cm^3 = 0.111 \ell$$

Esercizio 3

a) Poiche su q_1 agisce una forza attrattiva, la carica q_2 deve essere positiva. Per effetto del vincolo della barretta sul sistema delle due cariche agisce una forza risultante, indicata nel testo come nulla, pari a

$$\frac{q_1 Q}{4\pi\varepsilon_0 (R+r)^2} + \frac{q_2 Q}{4\pi\varepsilon_0 (R+r+d)^2} = 0$$

Da cui si ricava il valore

$$q_2 = -q_1 (\frac{R+r+d}{R+r})^2 = 1.4 \cdot 10^{-8} (\frac{5+45+4.5}{5+45})^2 = 1.7 \cdot 10^{-8} C$$

b) In assenza della barretta, nella posizione in cui è collocata la carica q_1 agisce una forza dovuta al campo elettrico generato dalle cariche Q e q_2:

$$F_1 = q_1 \left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{Q}{(R+r)^2} - \frac{q_2}{d^2} \right) \right] =$$
$$= -1.4 \cdot 10^{-8} \cdot \left[9.0 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{2.1 \cdot 10^{-7}}{(0.45+0.05)^2} - \frac{1.7 \cdot 10^{-8} C}{0.045^2} \right) \right] = 9.5 \cdot 10^{-4} N$$

Poiché il campo dovuto a q_2 è più intenso del campo dovuto a Q la forza risultante tende ad allontanare q_1 dalla sfera ed avvicinarla a q_2.

Esercizio 4

La forza magnetica che agisce su un filo di lunghezza L in cui scorre la corrente I e` **F** = I **L** x **B**. Per calcolare la forza su ciascun filo bisogna prima calcolare il campo magnetico lungo esso.

a. Usiamo il principio di sovrapposizione per trovare il campo dovuto ai fili 2 e 3 lungo il filo 1. Notiamo che entrambi I campi sono perpendicolari al foglio: il campo dovuto a I_2 e` entrante mentre quello dovuto a $I_3$ e` uscente. Scegliendo il verso uscente dal foglio come positivo, si ha

$$B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot (-\frac{I_2}{d} + \frac{I_3}{2d})$$
$$= \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot (-\frac{I_2}{d} + \frac{3I_2}{2d}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1/3}{2d} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{3d}$$
$$= 10^{-7} \cdot \frac{1.38}{3 \cdot 0.0577} = 7.97 \cdot 10^{-7} T$$

Il modulo della forza agente sul filo e`

$$|F_1| = I_1 \cdot L \cdot B_1 =$$
$$= 1.38 \cdot 20.2 \cdot 7.97 \cdot 10^{-7} = 2.22 \cdot 10^{-5}\,N$$

b. Usando sempre il principio di sovrapposizione, il campo magnetico lungo il filo 2 e`

$$B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \left(-\frac{I_1}{d} + \frac{I_3}{d}\right) = 0$$

dato che il campo e` nullo, sul filo 2 non agisce alcuna forza.

c. Per calcolare la forza sulla particella carica bisogna prima calcolare il campo nel punto in cui si trova la particella

$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \left(-\frac{I_1}{3d} + \frac{I_2}{2d} - \frac{I_3}{d}\right) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \left(-\frac{3I_2}{3d} + \frac{I_2}{2d} - \frac{3I_2}{d}\right) \\ &= \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{d} \cdot \left(-1 + \frac{1}{2} - 3\right) = -\frac{7}{2} \cdot \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{3d} = -\frac{7}{3} \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{d} \\ &= -\frac{7}{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1.38}{0.0577} = -5.58 \cdot 10^{-6}\,T \end{aligned}$$

Il campo e` entrante nel punto in cui si trova la particella. La forza e` data da **F** = q **v** x **B** = -e **v** x **B**. Usando la regola della mano destra e tenendo presente che la carica e` negativa, si ha che la forza e` diretta verso il basso con modulo

$$F = e \cdot v \cdot B$$
$$= 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 5.33 \cdot 10^{5} \cdot 5.58 \cdot 10^{-6} = 4.76 \cdot 10^{-19}\,N$$

Esercizio 5

a) L'ingrandimento trasversale e' m= -4= -q/p e quindi q = -mp = 4x110 = 440 cm. L'immagine e' reale invertita e ingrandita.
b) La distanza focale si ottiene da: $1/f = 1/p + 1/q = 1/110 + 1/440 \rightarrow f = 88$ cm.
c) Per calcolare l'indice di rifrazione: $1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$, da cui $n = 1 + [R_1R_2/f(R_2-R_1)]$. Sostituendo i valori numerici n = 1 + [60·(-165)/88·(-225)] = 1.50.