Soluzioni della prova scritta di Fisica per Scienze biologiche – 17 novembre 2014

Esercizio 1

(a) Il moto dei due blocchi nel tratto L è uniformemente accelerato, con accelerazione a risultante dalle equazioni:

$$T = M_1 a;\ M_2 g - T = M_2 a \Rightarrow a = M_2\, g / (M_1 + M_2) = g/4$$

$$v_1 = \sqrt{2aL} = \sqrt{\frac{gL}{2}} = \sqrt{\frac{9.81\cdot 2.81}{2}} = 3.71\ \frac{m}{s}$$

Lo stesso risultato si ottiene dalla conservazione dell'energia meccanica in quel tratto:

$$½(M_1+M_2)v_1^2 = M_2 gL\ .$$

(b) Nel tratto L' l'accelerazione è nulla:

$$T-\mu_d M_1 g = 0;\ M_2 g - T = 0 \Rightarrow \mu_d = M_2/M_1 = 1/3.$$

(c) L'energia meccanica del sistema costituito dalle due masse varia solo nel tratto L', dove la massa M_2 perde quota e l'energia cinetica non varia. La perdita di energia meccanica è dunque pari alla perdita di energia potenziale:

$$\Delta E = - M_2 gL' = - (M_1/3)g(L/2) = -(0.0351/3)\cdot 9.81\cdot(2.81/2) = -0.161\ \text{J}.$$

Questa perdita di energia si può alternativamente calcolare dal lavoro della forza di attrito che agisce sul blocco M_1 nel tratto L', $\Delta E = - \mu_d M_1 g L'$, ottenendo ovviamente lo stesso valore.

Esercizio 2

(a) Il gas cede calore a pressione costante finché la sua temperatura raggiunge quella della miscela di acqua e ghiaccio:

$$n\, c_p\, (T_g-T_f) = \lambda\, M_g \Rightarrow$$

$$M_g = n\, (7/2)R\, (T_g-T_f)/ \lambda = 2.51\cdot 3.5\cdot 8.31\cdot 29/(4.186\cdot 79.6) = 6.35\ \text{g}$$

(b) La variazione di volume del gas ΔV si ottiene dall'equazione dei gas perfetti:

$$\Delta V = nR(T_f-T_g) / p = -2.51\cdot 8.31\cdot 29/(1.85\cdot 1.01\cdot 10^5) = -3.24\cdot 10^{-3}\ \text{m}^3.$$

(c) La variazione totale di energia interna ΔU_{tot} del sistema costituito da miscela e gas è pari al lavoro di compressione effettuato dalla pressione esterna:

$$\Delta U_{tot} = -p\cdot\Delta V = -nR\Delta T = 2.51\cdot 8.31\cdot 29 = 605\ \text{J}.$$

Esercizio 3

In ogni punto dello spazio intorno al piano il campo elettrico risulta dalla sovrapposizione dei contributi radiali dalle cariche e verticale dal piano. Sul segmento congiungente le due cariche la componente verticale è determinata dal solo strato piano, ed è costante; la componente orizzontale è inversamente proporzionale al quadrato della distanza e proporzinale alla carica di ciascuna delle cariche puntiformi.

(a) Poiché il campo elettrico in A è diretto verso il piano, la densità di carica è negativa:

$$E_A = \sigma/(2\varepsilon_0) \Rightarrow \sigma = 2\varepsilon_0\, E_A = -2\cdot 8.85\cdot 10^{-12}\cdot 3.46\cdot 10^5 = -6.12\ \mu\text{C/m}^2.$$

(b) Il campo elettrico in A ha componente orizzontale nulla. Quindi le due cariche producono un campo di uguale intensità e direzione e di verso opposto. Il segno di Q_2 deve essere lo stesso di Q_1, e il modulo ha un valore tale che:

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Q_1}{d^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Q_2}{(D-d)^2} \to Q_2 = \frac{(D-d)^2}{d^2}Q_1 = \left(\frac{0.75}{0.25}\right)^2\cdot 9.10\cdot 10^{-15} = +81.9\cdot 10^{-15}\text{C}$$

(c) Alla differenza di potenziale elettrico tra il punto B e il punto A non contribuisce il piano uniformemente carico. Utilizzando la formula del valore del potenziale elettrico per una carica puntiforme si ottiene:

$$V_B - V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[Q_1\left(\frac{1}{D-d}-\frac{1}{d}\right) + Q_2\left(\frac{1}{d}-\frac{1}{D-d}\right)\right] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[(Q_2-Q_1)\cdot\left(\frac{1}{d}-\frac{1}{D-d}\right)\right] =$$

$$= 8.99\cdot 10^9\cdot\left[(81.9-9.10)\cdot 10^{-15}\cdot\frac{1}{0.804}\cdot\left(\frac{1}{0.25}-\frac{1}{0.75}\right)\right] = 2.17mV$$