Prova scritta di Fisica per Scienze biologiche – 24 Giugno 2014
Soluzioni

Esercizio 1 – Lungo la rampa compiono lavoro la forza peso e la forza del vento contrario. Nel tratto orizzontale compie lavoro la sola forza del vento. La reazione vincolare dello scivolo compie ovunque lavoro nullo. Per la successiva caduta in acqua, in verticale agisce la sola forza peso con velocità iniziale che non ha componente verticale.

a) Applicando il teorema dell'energia cinetica dalla cima alla base della rampa:

$$\frac{1}{2}Mv^2 - 0 = MgH_R - F_V L_R cos\alpha$$

dove l'angolo di inclinazione della rampa si ottiene da $sin\alpha = \frac{H_R}{L_R} \rightarrow \alpha = \sin^{-1}\frac{H_R}{L_R} \cong 0.505\ rad$.

Risolvendo per *v* si ha:

$$v = \sqrt{2\left(gH_R - \frac{F_V L_R cos\alpha}{M}\right)} = \sqrt{2\left(9.8 \cdot 3.51 - \frac{18.0 \cdot 7.25 \cdot 0.875}{56.5}\right)} = 8.05\ m/s$$

b) La forza F_V compie lavoro negativo sia nella discesa della rampa che nel tratto orizzontale:

$$L_V = -F_V L_R cos\alpha - F_V L_O = -18.0 \cdot (7.25 \cdot 0.875 + 2.53) = -160\ \text{J}$$

c) Il tempo intercorrente tra il distacco dallo scivolo e l'impatto con l'acqua si ottiene dalla sola equazione della componente verticale del moto:

$$H_W = \frac{1}{2}gt_W^2 \rightarrow t_W = \sqrt{\frac{2H_W}{g}} \cong \sqrt{\frac{2 \cdot 0.78}{9.8}} = 0.40\ s$$

Esercizio 2 - Il numero di moli d'aria contenuto nella sfera cava è:

$$n = \frac{P_0 V}{RT_S} = \frac{P_0 \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3}{RT_S} = \frac{3.15 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot 0.142^3}{8.314 \cdot 735} = 0.624$$

a) Sia la sfera cava che l'aria interna cedono calore al bagno d'acqua raffreddandosi dalla temperatura iniziale T_G alla temperatura finale T_E . L'acqua si riscalda da T_W a T_E. Il raffreddamento dell'aria interna è a volume approssimativamente costante. Dalla calorimetria:

$$c_W M_W \cdot (T_E - T_W) + (c_S M_S + nc_V) \cdot (T_E - T_S) = 0$$

Risolvendo per T_E [calore specifico molare c_V = (5/2)R=20.8 *J/mol*]:

$$T_E = \frac{\left(c_S M_S + nc_V\right) T_S + c_W M_W T_W}{\left(c_S M_S + nc_V\right) + c_W M_W}$$

$$= \frac{(837 \cdot 2.43 + 0.624 \cdot 20.8) \cdot 735 + 1.05 \cdot 4186 \cdot 32.2 \cdot 284}{(837 \cdot 2.43 + 0.624 \cdot 20.8) + 1.05 \cdot 4186 \cdot 32.2} = 290\text{K}$$

Le quantità di calore scambiate da sfera e aria sono:

$Q_S = c_S M_S \cdot (T_E - T_S) = -904 kJ$ ceduto dalla sfera;

$Q_A = n \cdot c_V \cdot (T_E - T_S) = -5.77 kJ$ ceduto dall'aria interna alla sfera.

b) La pressione finale dell'aria interna alla sfera si ricava considerando che la trasformazione è a volume costante:

$$P_E = \frac{P_0 T_E}{T_G} = \frac{3.15 \cdot 290}{735} = 1.245 atm = 1.26 \cdot 10^5\ Pa$$

c) La spinta di Archimede è pari al peso del volume di acqua spostato dalla sfera [densità dell'acqua ρ_W = $1\cdot 10^3$ Kg/m^3] :

$$F_A = \rho_W V_G \cdot g = 1\cdot 10^3 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot 0.142^3 \cdot 9.8 = 117.5N$$

Al peso della sfera si deve aggiungere il peso dell'aria interna, benché di massa [$n\times M_{eq}$ = 18.1 g] molto più piccola:

$$P_S = (M_S + n\cdot M_{eq})\cdot g = 24.0N$$

La forza F_I deve essere rivolta verso il basso e avere modulo:

$$F_I = F_A - P_S = 93.5N$$

Esercizio 3 - Il campo elettrico si determina ovunque per sovrapposizione tra il campo elettrico dovuto al filo indefinito, perpendicolare al filo e uscente da esso e di modulo dipendente dall'inverso della distanza, e il campo eletrico dovuto al piano indefinito, perpendicolare al piano, uscente da esso e di modulo costante.

a) Sull'asse x indicato in figura il campo ha soltanto una componente secondo lo stesso asse. Perché il campo sia nullo in A deve essere:

$$\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x_A} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \rightarrow \lambda = \sigma\pi x_A = 4.25\cdot 10^{-6}\cdot\pi\cdot 0.351 = 4.69\cdot 10^{-6} C/m$$

b) Il campo elettrico nei due punti indicati ha solo componente x pari rispettivamente a:

$$E_{Bx} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 |x_B|} = -\frac{1}{2\cdot 8.85\cdot 10^{-12}}(4.25\cdot 10^{-6} + \frac{4.69\cdot 10^{-6}}{\pi\cdot 0.351}) = -4.80\cdot 10^5 N/C$$

$$E_{Cx} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 |x_C|} = \frac{1}{2\cdot 8.85\cdot 10^{-12}}(4.25\cdot 10^{-6} + \frac{4.69\cdot 10^{-6}}{\pi\cdot 3\cdot 0.351}) = 3.20\cdot 10^5 N/C$$

c) Poiché i punti B e A sono equidistanti dal filo alla differenza di potenziale contribuisce il solo campo elettrico dovuto al piano indefinito:

$$V_B - V_A = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(x_A - x_B) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot D = -\frac{4.25\cdot 10^{-6}\cdot 0.702}{2\cdot 8.85\cdot 10^{-12}} = -169kV$$