

## Prova scritta di Fisica per Scienze biologiche – 13 giugno 2016

### SOLUZIONI

#### Esercizio 1

a) La forza di attrito vale, in modulo,  $F_a = \mu_d F_v$

Quindi il bilancio delle forze sull'asse verticale è:

$$T - Mg - \mu_d F_v = Ma$$

$$T = Ma + Mg + \mu_d F_v = 5.2 \cdot 0.80 + 5.2 \cdot 9.8 + 0.32 \cdot 40 = 68 \text{ N}$$

$$F = -T$$

$$|F| = |T| = 68 \text{ N (verso il basso)}$$

b) Applicando la definizione di lavoro abbiamo

$$L(F_a) = -F_a(h_f - h_i) = -12.8 \cdot 6.5 = -83 \text{ J}$$

c) Utilizzando il teorema dell'energia cinetica, abbiamo:

$$L(\text{risultante}) = K_{\text{finale}} - K_{\text{iniziale}};$$

Essendo la risultante  $R = M a$ , si ha

$$L(\text{risultante}) = K_{\text{finale}} = M a h_f = 27 \text{ J}$$

Oppure con la conservazione dell'energia:

$$E_{\text{finale}} = E_{\text{iniziale}} + L_{\text{cons}}(\text{tensione}) + L_{\text{non_cons}}(\text{attrito}) =$$

$$K_{\text{finale}} + mgh = T h + L_a$$

$$K_{\text{finale}} = T h - mgh + L_a = 27 \text{ J}$$

d) Il corpo si muove di moto uniformemente accelerato:

$$y(t) = \frac{1}{2} a t^2 = h$$

$$t^2 = 2h/a$$

$$t = 4.0 \text{ s}$$

#### Esercizio 2

Dato che la massa del proiettile è di molto inferiore a quella del ghiaccio, si può scrivere

$$K_{\text{finale}} - K_{\text{iniziale}} = -\frac{1}{2} m v^2$$

questa perdita di energia viene ceduta al ghiaccio. Inoltre il proiettile si deve raffreddare fino alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$ , trasferendo al ghiaccio una quantità di calore pari a

$$Q_{Pb} = m c_{Pb} (T_f - T_i) = -m c_{Pb} (T_i - T_f) = -903 \text{ J}$$

Il ghiaccio si fonde, e il calore trasferito alla massa di ghiaccio vale

$$Q_{\text{fus}} = m_{gh} \lambda_f = 6680 \text{ J}$$

All'equilibrio, considerando il sistema (proiettile + ghiaccio) come isolato, si ha

$$Q_{\text{tot}} = K_{\text{finale}} - K_{\text{iniziale}} + Q_{Pb} + Q_{\text{fus}} = 0$$

quindi

$$Q_{\text{tot}} = -\frac{1}{2} m v^2 - m c_{Pb} (T_i - T_f) + m_{gh} \lambda_f = 0$$

da cui

$$\frac{1}{2} m v^2 = m_{gh} \lambda_f - m c_{Pb} (T_i - T_f); \quad v^2 = 2(m_{gh} \lambda_f - m c_{Pb} (T_i - T_f))/m; \quad v = 340 \text{ m/s}$$

b) Nel caso di velocità iniziale nulla

$$Q_{\text{tot}} = -m c_{Pb} (T_i - T_f) + m_{gh} \lambda_f = 0$$

quindi

$$m_{gh} = m c_{Pb} (T_i - T_f) / \lambda_f = 2.7 \text{ g}$$

c) La quantità di calore necessaria per fondere tutto il blocco di ghiaccio e portarlo a temperatura ambiente ( $T_{eq} = 20^\circ\text{C}$ ).

$$Q = M \lambda_f + M c_{H_2O} (T_{eq} - T_f) = 4177 \text{ kJ}$$

### Esercizio 3

a) Se la carica  $q$  è in equilibrio, la risultante del campo elettrico sull'asse orizzontale deve essere nulla:

$$E = \sigma/2\epsilon_0 - 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot Q/(2D^2)\cos(45^\circ) = 0$$

da cui

$$\sigma = 1/(4\pi\sqrt{2}) \cdot Q/D^2 = 3.1 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$$

b) Analogamente la risultante delle forze sull'asse verticale deve essere nulla

$$1/(4\pi\epsilon_0) \cdot Qq/(2D^2)\sin(45^\circ) - mg = 0$$

da cui

$$m = 1/(4\pi\epsilon_0\sqrt{2}g) \cdot Q^2/(8D^2) = 9 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$

c) il lavoro esterno è opposto al lavoro della forza elettrostatica, opposto alla variazione di energia potenziale. Quindi:

$$L_{ext} = -L_{es} = q \Delta V = q \Delta V_1 + q \Delta V_2$$

dove  $\Delta V_1$  è dovuto al piano carico e  $\Delta V_2$  alla carica puntiforme  $Q$ .

$$\Delta V_1 = -\sigma D / (2\epsilon_0) = -106 \text{ V}$$

$$\Delta V_2 = k_0 (Q/D - Q/(\sqrt{2}D)) = k_0 Q/D(1 - 1/\sqrt{2}) = 87.9 \text{ V}$$

$$\Delta V = -18.1 \text{ V}$$

Quindi

$$L_{ext} = Q/4 * ( Q/D(1 - 1/\sqrt{2}) - \sigma D / (2\epsilon_0) ) = -9.0 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$