

**Esame scritto di Fisica per Scienze Biologiche – 19 Febbraio 2018**  
**Proff. Betti, Maoli, Piacentini**

**SOLUZIONI**

**Esercizio 1**

a) Il lavoro della forza di attrito si ottiene come differenza tra l'energia meccanica quando il proiettile esce dalla pistola e l'energia meccanica quando la molla della pistola è compressa e il proiettile è fermo:

$$L_A = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} k \Delta x^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.013 \cdot 18^2 - \frac{1}{2} \cdot 1459 \cdot 0.067^2 = -1.15 \text{ J}$$

b) La velocità del sistema blocco+proiettile subito dopo l'urto (completamente anelastico) si ottiene imponendo la conservazione della quantità di moto:

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0.013 \cdot 18}{0.013 + 0.250} = 0.890 \text{ m/s}$$

L'altezza massima si ottiene imponendo la conservazione dell'energia meccanica del sistema tra l'istante subito dopo l'urto e l'istante in cui il sistema, oscillando, si ferma per poi tornare indietro:

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2 = (m_1 + m_2) g H \Rightarrow H = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{0.890^2}{2 \cdot 9.8} = 0.0404 \text{ m} = 4.04 \text{ cm}$$

In approssimazione di piccole oscillazioni il periodo del pendolo è dato dalla formula:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2.75}{9.8}} = 3.33 \text{ s}$$

c) Subito dopo l'urto, sul sistema agiscono due forze: la forza peso verso il basso e la tensione della corda verso l'alto. La loro risultante è la forza centripeta associata alla velocità  $v_2$  e dev'essere diretta verso l'alto:

$$T - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2) \frac{v_2^2}{L} \Rightarrow T = (m_1 + m_2) \left( g + \frac{v_2^2}{L} \right) = 0.263 \left( 9.8 + \frac{0.89^2}{2.75} \right) = 2.65 \text{ N}$$

**Esercizio 2**

a) Il blocco metallico cede calore al gas

$$Q_b = mc (T_f - T_{ib})$$

La quantità di calore assorbita dal gas a pressione costante è

$$Q_{gas} = n c_p (T_f - T_{ig})$$

$$Q_b + Q_{gas} = 0$$

$Q_{gas}$  si può anche ricavare dal primo principio della termodinamica

$$T_f = \frac{mc T_{ib} + n c_p T_{ig}}{mc + n c_p} = 761 \text{ K}$$

$$b) \quad W_{gas} = p (V_f - V_i) = nR(T_f - T_i) = 38300J$$

Se il pistone fosse fisso il gas compierebbe una trasformazione isocora e non isobara, non compierebbe lavoro e tutto il calore si trasformerebbe in energia interna e la temperatura finale sarebbe più alta

$$c) \quad Q_{gas} = n c_v (T_f - T_{ig})$$

$$T_{f2} = \frac{mc T_{ib} + n c_v T_{ig}}{mc + n c_v} = 834K$$

### Esercizio 3

a)

Per il teorema di Gauss, internamente alla sfera è presente solo il campo generato dalla carica puntiforme. Nel punto A si ha un campo di modulo

$$E(R_A) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R_A^2} = 1.66 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Diretto radialmente, uscente dal centro del sistema.

Nel punto B, il campo è generato dalla carica contenuta in una sfera immaginaria di raggio  $R_B$ :

$$E(R_B) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(Q + 4\pi R^2 \sigma)}{R_B^2} = 3.3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

Il campo è diretto radialmente, uscente dal centro del sistema.

b) la differenza di potenziale tra i punti B e C dipende solo dal campo elettrico esterno alla sfera.

Si ha

$$V(R_B) - V(R_C) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (Q + 4\pi R^2 \sigma) \left( \frac{1}{R_B} - \frac{1}{R_C} \right) = 3.3 \cdot 10^3 \text{ V}$$

c) in questo caso possiamo calcolare la differenza di potenziale tra il punto A e la sfera, e la differenza di potenziale tra la sfera e il punto B. La somma di queste due differenza di potenziale fornisce la differenza di potenziale tra il punto A e il punto B.

$$V(R_A) - V(R_B) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \left( \frac{1}{R_A} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (Q + 4\pi R^2 \sigma) \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_B} \right) = 8.7 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Dalla conservazione dell'energia meccanica per la particella abbiamo

$$q(V(R_A) - V(R_B)) = \frac{1}{2} m v^2$$

e quindi

$$v = \sqrt{\frac{2q(V(R_A) - V(R_B))}{m}} = 31 \text{ m/s}$$