

Esame scritto di Fisica per Scienze Biologiche – 28 Gennaio 2019

SOLUZIONI

Esercizio 1:

(a) Dalla conservazione dell'energia meccanica prima dell'urto si ha:

$$m_1 g L (1 - \cos \beta) = \frac{1}{2} m_1 v^2$$

Quindi

$$v = \sqrt{2gL(1 - \cos \beta)} = 2.11 \text{ m/s}$$

(b) Essendo l'urto elastico dalla conservazione della quantità di moto e dell'energia cinetica si ha:

$$v_{1f} = \frac{2m_2 v_{2i} + (m_1 - m_2)v_{1i}}{m_1 + m_2} = -\frac{1}{3}v = -0.70 \text{ m/s}$$

$$v_{2f} = \frac{2m_1 v_{1i} + (m_2 - m_1)v_{2i}}{m_1 + m_2} = \frac{2}{3}v = 1.41 \text{ m/s}$$

Dalla conservazione dell'energia meccanica dopo l'urto:

$$\frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 = \frac{1}{2} k x^2$$

si ha:

$$k = m_2 \left(\frac{v_{2f}}{x} \right)^2 \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}} = 2\pi \frac{x}{v_{2f}} = 0.89 \text{ s}$$

(c) Quando si stacca dal filo, subito dopo l'urto, la massa m_1 ha una velocità iniziale v_{1f} diretta orizzontalmente verso destra. Si ha quindi:

$$x_f = v_{1f} t_f$$

$$h = \frac{1}{2} g t_f^2$$

dove x_f è la distanza orizzontale percorsa e t_f è il tempo impiegato a toccare il suolo.

$$x_f = v_{1f} \sqrt{\frac{2h}{g}} = 34.6 \text{ cm (verso destra)}$$

Esercizio 2:

La temperatura T_2 si ricava dall'equazione di stato del gas nello stato A:

$$T_2 = \frac{P_A V_A}{nR} = 600 \text{ K}$$

Essendo AB un'isoterma, si ha: $P_A V_A = P_B V_B$ da cui si ricava la pressione in C:

$$P_C = P_B = P_A \frac{V_A}{V_B} = \frac{P_A}{4} = 2.49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

E dunque la temperatura T_1 si ricava dall'equazione di stato in C:

$$T_1 = \frac{P_C V_C}{nR} = \frac{P_A}{4} \cdot \frac{2V_A}{nR} = \frac{P_A V_A}{2nR} = \frac{T_2}{2} = 300 \text{ K}$$

Il lavoro nell'isocora è nullo, quindi il lavoro totale è:

$$L_{tot} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} = nRT_2 \ln \frac{V_B}{V_A} + P_B(V_C - V_B) + nRT_1 \ln \frac{V_D}{V_C} = nR T_2 (\ln 4 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \ln 2) = 5380 \text{ J}$$

(c) Utilizzando il primo principio della termodinamica, si ha:

$$Q_{BC} = L_{BC} + \Delta U_{BC} = p_B(V_C - V_B) + n c_v(T_2 - T_1) = -4980 \text{ J} - 7480 \text{ J} = -12460 \text{ J}$$

Esercizio 3:

(a) Il modulo del campo elettrico in P è:

$$E = \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0} = 0$$

da cui:

$$\sigma_C = -(\sigma_A + \sigma_B) = -4 \cdot 10^{-9} \text{ C/m}^2$$

(b) Il modulo del campo elettrico tra B e C è:

$$E = \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma_C}{2\varepsilon_0} = 452 \text{ V/m}$$

La distanza d vale:

$$d = \frac{\Delta V}{E} = \frac{3}{452} \text{ m} = 6.64 \text{ mm}$$

(c) La particella si muove di moto uniformemente accelerato con $a = \frac{qE}{m} = 0.260 \text{ m/s}^2$

Il tempo impiegato è:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = 0.226 \text{ s}$$