Esame scritto di Fisica per Scienze Biologiche – 13 Settembre 2019
Prof. Maoli

Soluzione Esercizio 1

a) Utilizzando il teorema dell'energia cinetica, essendo la velocità iniziale nulla, si ha:
$$0-\frac{1}{2}mv_A^2=-\mu_d mgL \quad \Rightarrow \quad \mu_d=\frac{v_A^2}{2gL}=\frac{16}{2\cdot 9.8\cdot 10}=0.082$$

b) Nel tratto da B a C si conserva l'energia meccanica. Considerando chhe in B l'energia cinetica è nulla, si ha:
$$\frac{1}{2}mv_C^2=mgh \quad \Rightarrow \quad v_C=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\cdot 9.8\cdot 4}=8.85\ \text{m/s}$$

c) In C le forze agenti sul carrello sono la forza peso e la reazione vincolare della rotaia, la cui somma è pari alla forza centripeta:
$$N+mg=\frac{mv_C^2}{r} \quad \Rightarrow \quad N=m\left[g+\frac{v_C^2}{r}\right]=500\left[9.8+\frac{8.85^2}{12}\right]=8160\ \text{N}$$

Soluzione Esercizio 2

a) Dall'equazione di stato si calcola il numero di moli di azoto:
$$n=\frac{p_0V_1}{RT_i}=\frac{101300\cdot 15\cdot 10^{-3}}{8.314\cdot 298}=0.613\ \text{moli}$$
La temperatura T' si ottiene per una pressione p_0 e un volume V_2:
$$T'=\frac{p_0V_2}{Rn}=\frac{101300\cdot 22\cdot 10^{-3}}{8.314\cdot 0.613}=437\ \text{K}$$
La pressione finale sarà:
$$p_f=\frac{nRT_f}{V_2}=\frac{0.613\cdot 8.314\cdot 493}{22\cdot 10^{-3}}=114000\ \text{Pa}$$

b) Il passaggio dallo stato iniziale allo stato finale avviene tramite due trasformazioni: un'isobara a $p = p_0$ e un'isocora a $V = V_2$. Solo la prima trasformazione produce lavoro:
$$W=p_0\left(V_f-V_i\right)=101300\cdot 7\cdot 10^{-3}=709\ \text{J}$$

c) La quantità di calore necessaria sarà:
$$Q=n\left[c_p(T'-T_i)+c_v\left(T_f-T'\right)\right]=0.613\cdot 8.314\left[\frac{7}{2}139+\frac{5}{2}56\right]=3190\ \text{J}$$
Il tempo necessario a portare il gas alla temperatura finale sarà:
$$t=\frac{P}{Q}=\frac{3190}{24}=133\ \text{s}$$

Soluzione Esercizio 3:

a) Nel punto C si ha il contributo della lamina e quello delle due cariche puntiformi. Il primo è diretto verso destra e vale in modulo $E_{lamina}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$. Entrambe le due cariche producono un campo con componente orizzontale uguale in modulo e verso, diretta verso sinistra, e componente verticale uguale in modulo ma con verso opposto e quindi risultante nulla.
Di conseguenza il campo totale ha solo la componente orizzontale; per trovare σ si deve imporre che anche questa componente sia nulla:
$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}-2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|Q|}{L^2}\cos 30°=0 \quad \Rightarrow \quad \sigma=\frac{|Q|}{\pi L^2}\cos 30°=\frac{4.7\cdot 10^{-7}}{\pi\ 2.8^2}\frac{\sqrt{3}}{2}=1.65\cdot 10^{-8}\ \text{C/m}^2$$

b) Per calcolare la velocità della particella nel punto C si applica la conservazione dell'energia totale:
$$\frac{1}{2}mv_C^2=q(V_O-V_C)$$
Calcolando separatamente il contributo della lamina e delle due cariche e utilizzando la relazione $h =$

$L\sin 60° = 2.42$ m, si ottiene:

$$(V_O - V_C)_{lamina} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}h = \frac{1.65\cdot 10^{-8}\cdot 2.42}{2\cdot 8.85\cdot 10^{-12}} = 2.26\cdot 10^3 \text{ V}$$

$$(V_O - V_C)_{cariche} = 2\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{L/2}-\frac{1}{L}\right) = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 L} = -2\cdot 8.99\cdot 10^9\,\frac{4.7\cdot 10^{-7}}{2.8} = -3.02\cdot 10^3 \text{ V}$$

Di conseguenza la velocità della particella sarà:

$$v_C = \sqrt{\frac{2q}{m}(V_O - V_C)} = \sqrt{\frac{2\cdot 6.3\cdot 10^{-3}}{1.7\cdot 10^{-7}}0.76\cdot 10^3} = 7.51\cdot 10^3 \text{ m/s}$$

c) Una particella, immersa in un campo magnetico costante perpendicolare alla sua velocità, descrive una traiettoria circolare il cui raggio dipende dall'intensità del campo magnetico tramite la relazione $R = \frac{mv}{qB}$.

Di conseguenza si ha: $B = \frac{mv_C}{qR} = \frac{1.7\cdot 10^{-7}\cdot 7.51\cdot 10^3}{6.3\cdot 10^{-3}\cdot 2.2} = 0.0921$ T.

Essendo la particella negativa, il campo magnetico dev'essere entrante nel foglio per produrre una traiettoria verso il basso.

La forza magnetica è perpendicolare alla velocità, quindi non ne cambia il modulo: $v_D = v_C = 7.51\cdot 10^3$ m/s.

L'energia cinetica nel punto D sarà: $K_D = \frac{1}{2}mv_D^2 = \frac{1}{2}1.7\cdot 10^{-7}\cdot (7.51\cdot 10^3)^2 = 4.79$ J.