Soluzione 1

a) Indicando con T la tensione del filo, si ha:

$$\begin{aligned} F - T &= 0 \\ T - kx - m_2 g &= 0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} &F = T \\ &x = \frac{F - m_2 g}{k} = \frac{16.5 - 15.3}{22.5} = 5.33\,\text{cm} \end{aligned}$$

b) Considerando positiva l'accelerazione verso destra per il primo corpo e verso l'alto per il secondo, posso scrivere $a_1 = a_2 = a$. Si ha:

$$\begin{aligned} F - T &= m_1 a \\ T - m_2 g &= m_2 a \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad F - m_2 g = (m_1 + m_2)a \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} &a = \frac{F - m_2 g}{m_1 + m_2} = 0.305\ \text{m/s}^2 \\ &\text{R} = m_1 a = 0.738\ \text{N} \end{aligned}$$

c) Lo spostamento di m_1 nel tempo Δt è dato da: $s = \frac{1}{2} a \Delta t^2 = 2.69\,\text{m}$

Essendo la forza F costante, il lavoro è dato da $L = F \cdot s = 16.5 \cdot 2.69 = 44.4$ N

Soluzione 2

a) Usando l'equazione di stato dei gas perfetti si ha:

$$V_i = \frac{nRT_i}{p_0 + \frac{Mg}{S}} = \frac{3.10 \cdot 8.314 \cdot 312}{101300 + \frac{49.1 \cdot 9.80}{\pi \cdot 7.40^2 \cdot 10^{-4}}} = 0.0622\text{m}^3 = 62.2\text{l}$$

b) Usando l'equazione della calorimetria si ha:

$$m_B c_B (T_{eq} - T_B) + nc_p (T_{eq} - T_i) = 0 \Rightarrow T_{eq} = \frac{m_B c_B T_B + nc_p T_i}{m_B c_B + nc_p} = \frac{0.12 \cdot 448 \cdot 577 + 3.1 \cdot 3.5 \cdot 8.314 \cdot 312}{0.12 \cdot 448 + 3.1 \cdot 3.5 \cdot 8.314} = 411\text{K}$$

c) Per l'energia interna si ha: $\Delta U = nc_v (T_{eq} - T_i) = 3.1 \cdot 2.5 \cdot 8.314 \cdot (411 - 312) = 6380\text{J}$

Per il lavoro si usa il primo principio della termodinamica:

$$L = Q - \Delta U = nc_p (T_{eq} - T_i) - nc_v (T_{eq} - T_i) = nR(T_{eq} - T_i) = 3.1 \cdot 8.314 \cdot (411 - 312) = 2550\ \text{J}$$

Lo stesso risultato si ottiene usando la formula per il lavoro a pressione costante:

$$L = p\Delta V = p\left(\frac{nRT_{eq}}{p} - \frac{nRT_i}{p}\right) = nR(T_{eq} - T_i)$$

Soluzione 3

a) Utilizzando il principio di sovrapposizione il campo elettrico nelle diverse regioni è il seguente:

A: $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} = \dfrac{1.77 \cdot 10^{-8}}{8.85 \cdot 10^{-12}} = 2000\text{V/m}$ verso sinistra

B: $E = \dfrac{2\sigma}{\varepsilon_0} = \dfrac{2 \cdot 1.77 \cdot 10^{-8}}{8.85 \cdot 10^{-12}} = 4000\text{V/m}$ verso destra

C: $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} = \dfrac{1.77 \cdot 10^{-8}}{8.85 \cdot 10^{-12}} = 2000\,\mathrm{V/m}$ verso destra

b) L'energia cinetica del protone è data da:

$$K' = K_i - q\frac{\sigma}{\varepsilon_0}h + q\frac{2\sigma}{\varepsilon_0}D = \frac{1}{2}m_P v_0^2 + q\frac{3\sigma}{\varepsilon_0}h = \frac{1}{2}1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 1.56^2 \cdot 10^{10} + 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 6000 \cdot 4.24 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 2.03 \cdot 10^{-17} + 4.07 \cdot 10^{-17} = 6.10 \cdot 10^{-17}\,\mathrm{J}$$

c) L'equazione di prima diventa:

$$0 = K_i - q\frac{(3\sigma + \sigma_2^{'})}{2\varepsilon_0}h + q\frac{(3\sigma - \sigma_2^{'})}{2\varepsilon_0}D$$

$$\sigma_2^{'} = \sigma + \frac{2\varepsilon_0 K_i}{3qh} = 1.77 \cdot 10^{-8} + \frac{17.7 \cdot 10^{-12} \cdot 2.03 \cdot 10^{-17}}{4.80 \cdot 10^{-19} \cdot 4.24 \cdot 10^{-2}} = 3.54 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{C/m^2}$$