Soluzioni del compito del 16 aprile 2012

Esercizio 1

(**a**) Si utilizza la formula per il lavoro delle forze non conservative, osservando che il sistema ha energia cinetica nulla all'inizio e alla fine mentre l'energia potenziale gravitazionale diminuisce perché M_2 scende di una quota pari a AB+BC/2.

$$-\mu_d M_1 g \frac{\overline{BC}}{2} = E_{m,f} - E_{m,i} = -M_2 g\left(\overline{AB} + \frac{\overline{BC}}{2}\right)$$

$$\mu_d = \frac{M_2}{M_1}\frac{2\overline{AB} + \overline{BC}}{\overline{BC}} = \frac{2.3}{8.7}\frac{4.4+4.5}{4.5} = 0.523$$

(**b**) L'accelerazione dei due blocchi è uguale in modulo. Scrivendo la seconda legge della dinamica per ogni corpo si ha:

$$\begin{cases} M_2 g - T = M_2 a_2 = M_2 a \\ T = M_1 a_1 = M_1 a \end{cases} \Rightarrow \quad a = \frac{M_2}{M_1 + M_2} g = \frac{2.3}{11} 9.8 = 2.05\ m/s^2$$

(**c**) Quando i due blocchi si sono fermati, l'applicazione della seconda legge della dinamica ai due corpi dà il seguente sistema:

$$\begin{cases} M_2 g - T = 0 \\ T - F_s = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad T = F_s = M_2 g = 22.5\ N$$

Esercizio 2

(**a**) Il gas nel cilindro è alla pressione atmosferica, quindi applicando la legge dei gas perfetti, si ottiene:

$$V_i = \frac{nRT_i}{p_{atm}} = \frac{2 \cdot 8.315 \cdot 282}{101300} = 4.63 \cdot 10^{-2}\ m^3 = 46.3\ l$$

(**b**) Usando l'equazione della calorimetria e la formula per il calore specifico molare a volume costante per un gas monoatomico $c_m = \frac{3}{2}R$, si ha:

$$nc_m(T_{eq} - T_i) + m_{Fe}c_{Fe}(T_{eq} - T_{Fe}) = 0$$

$$T_{eq} = \frac{nc_m T_i + m_{Fe}c_{Fe}T_{Fe}}{nc_m + m_{Fe}c_{Fe}} = \frac{3 \cdot 8.315 \cdot 282 + 0.42 \cdot 444 \cdot 520}{3 \cdot 8.315 + 0.42 \cdot 444} = 492\ K$$

(**c**) L'espansione viene fatta contro una pressione esterna pari alla pressione atmosferica e quindi il lavoro si ottiene dalla formula: $L = p_{atm}(V_f - V_i)$.

Per calcolare il volume finale si applica di nuovo la legge dei gas perfetti:

$$V_f = \frac{nRT_f}{p_{atm}} = \frac{2 \cdot 8.315 \cdot 492}{101300} = 8.08 \cdot 10^{-2}\ m^3 = 80.8\ l \quad \Rightarrow \quad L = 101300 \cdot 3.45 \cdot 10^{-2} = 3490\ J$$

Esercizio 3

(**a**) Nella zona centrale il campo elettrico prodotto da ognuna delle due lastre ha stessa direzione e stesso modulo ($\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$) ma verso opposto quindi il campo elettrico risultante è nullo. Il campo magnetico fa percorrere alla particella una traiettoria semicircolare. Uguagliando la forza centripeta con la forza magnetica esercitata sulla particella, si ha:

$$B = \frac{mv_0}{qR} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 6.3 \cdot 10^5}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.27} = 2.44 \cdot 10^{-2}\ T$$

(**b**) Se la particella in alto segue una traiettoria rettilinea allora la risultante delle forze è nulla (la forza elettrica è rivolta verso l'alto, quella magnetica è rivolta verso il basso e devono avere lo stesso modulo). Il campo elettrico in modulo vale $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ essendo la somma dei campi prodotti dalle due lastre, quindi si ha:

$$qv_0 B = q\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \varepsilon_0 v_0 B = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 6.3 \cdot 10^5 \cdot 2.44 \cdot 10^{-2} = 1.36 \cdot 10^{-7}\ C/m^2$$

(**c**) La particella in basso è soggetta ad una forza magnetica ed una forza elettrica entrambe rivolte verso il basso e di modulo pari alla forza magnetica ed elettrica agenti sulla particella in alto. La forza risultante sarà quindi rivolta verso il basso e di modulo sarà pari a due volte la forza magnetica (oppure a due volte la forza elettrica):

$$F = qv_0 B + q\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 6.3 \cdot 10^5 \cdot 2.44 \cdot 10^{-2} = 4.92 \cdot 10^{-15}\ N$$