Soluzioni del 23 settembre 2013

Esercizio 1

(a) Il moto del sistema motoscafo + sciatrice è uniforme, quindi la somma delle forze che agiscono sul sistema deve essere nulla: $F - \mu_1 m_1 \text{g} - \mu_2 m_2 \text{g} = 0$; ne consegue $\mu_2 = (F - \mu_1 m_1 \text{g}) / m_2 \text{g} = (2400 – 0.470 \times 480 \times 9.80) / (57.0 \times 9.80) = 0.339$.
(b) Per la sciatrice il moto uniforme richiede che sia $T = \mu_2 m_2 \text{g} = 0.339 \times 57.0 \times 9.80 = 189$ N.
(c) Dal momento del distacco dal cavo il moto della sciatrice è uniformemente accelerato, con accelerazione negativa $a = - \mu_2 \text{g}$, dovuta all'attrito con l'acqua.
$v_0 = 17.5 \times 1.852 \times 1000 / 3600 = 9.00$ m/s.
$s = v_0 t – (1/2) \mu_2 \text{g} t^2$ e $0 = v_0 - \mu_2 \text{g} t$.
Dalla seconda equazione $t = v_0 / \mu_2 \text{g} = 9.00 / (0.339 \times 9.80) = 2.71$ s.
Dalla prima equazione $s = 9.00 \times 2.71 – 0.5 \times 0.339 \times 9.80 \times (2.71)^2 = 12.2$ m.

Esercizio 2

Il numero di moli del gas è:
$n = p_A V_A /\text{R} T_A = 2.18 \times 1.013 \times 10^5 \times 18.7 \times 10^{-3} / 8.314 \times 318 = 1.56$.
(a) La trasformazione AB non è isoterma, ma la temperatura finale è uguale a quella iniziale. Non si ha quindi variazione dell'energia interna, e $Q_1 = L_1$. Il lavoro è dato dall'area sottostante al segmento AB:
$Q_1 = L_1 = (V_B - V_A) p_A + 1/2 (p_B - p_C)(V_B - V_A) = 0.5 (V_B - V_A)(p_A + p_B)$.
$V_B = n\text{R}T_B / p_B = 1.56 \times 8.314 \times 318 / 6.27 \times 1.013 \times 10^5 = 6.49$ litri.
$Q_1 = 0.5 (6.49 – 18.7) 10^{-3} (2.18 + 6.27) 1.013 \times 10^5 = - 5.23 \times 10^3$ J, calore ceduto.
(b) La trasformazione BC è isocora: non viene compiuto lavoro e
$Q_2 = \Delta U_2 = nC_V (T_C - T_B)$. Per un gas ideale biatomico $C_V = 5/2$ R .
$T_C = p_C V_C /n\text{R} = p_A V_B /n\text{R} = 2.18 \times 1.013 \times 10^5 \times 6.49 \times 10^{-3} / 1.56 \times 8.314 = 111$ K.
$Q_2 = 1.56 \times 5/2 \times 8.314 (111 – 318) = - 6.71 \times 10^3$ J, calore ceduto.
(c) La trasformazione CA è isobara, e
$L_3 = (V_A - V_C) p_A = (V_A - V_B) p_A = (18.7– 6.49) 10^{-3} \times 2.18 \times 1.013 \times 10^5$
$= 2.70 \times 10^3$ J.
$\Delta U_3 = nC_V (T_A - T_C) = 1.56 \times 5/2 \times 8.314 (318 – 111) = 6.71 \times 10^3$ J.
$Q_3 = \Delta U_3 + L_3 = 6.71 \times 10^3 + 2.70 \times 10^3 = 9.41 \times 10^3$ J, calore assorbito.

Esercizio 3

(a) La carica q è soggetta all'attrazione di Q ed alla risultante della repulsione dei due fili carichi; ambedue le forze sono dirette lungo la diagonale, e per l'equilibrio deve valere: $-(1/4\pi\varepsilon_0)\, Qq/d^2 = 2\,\lambda q \cos(\pi/4)/\, 2\pi\varepsilon_0 r$; r è la distanza di q dai fili carichi: $r = d/2^{1/2}$ e $\cos(\pi/4) = 2^{1/2}/2$. Quindi $-Q/4d^2 = \lambda/d$, da cui $d = -Q/4\lambda = 1.56 \times 10^{-6} / 4 \times 3.14 \times 10^{-5} = 1.24$ cm.

(b) La legge di Gauss permette di calcolare $\varepsilon_0 \Phi$ come somma delle cariche interne alla sfera di raggio $d/2$. Queste sono la carica Q e due segmenti lunghi d di densità di carica λ. Si ha quindi $\Phi = (1/\varepsilon_0)(Q + 2\lambda d) =$ $(1 / 8.85 \times 10^{-12})(1.56 \times 10^{-6} - 2 \times 3.14 \times 10^{-5} \times 1.24 \times 10^{-2}) = 8.83 \times 10^{4}$ V·m .

(c) Indicando con U' l'energia potenziale elettrica di q dovuta ai soli fili carichi si ha, per la conservazione dell'energia meccanica: $U'_A - U'_B = K$. Per la differenza dell'energia potenziale elettrica totale vale quindi

$U_A - U_B = K + (1/4\pi\varepsilon_0)\, Qq/d - (1/4\pi\varepsilon_0)\, Qq/2d = K + (1/4\pi\varepsilon_0)\, Qq/2d =$

$0.686 - 8.99 \times 10^{9} \times 1.56 \times 10^{-6} \times 0.876 \times 10^{-6} / 2 \times 1.24 \times 10^{-2} = 0.191$ J