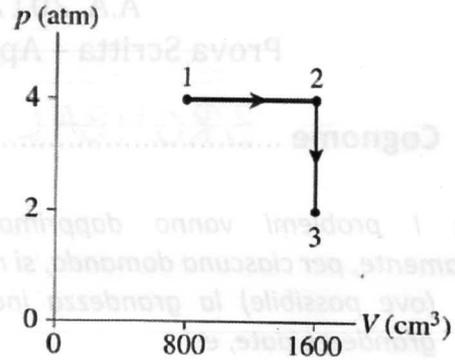




3)  $n = 0.10$  moli di gas monoatomico perfetto subiscono due trasformazioni termodinamiche, passando dallo stato iniziale 1 allo stato intermedio 2 ed infine allo stato finale 3 (vedi figura). Nell'ipotesi in cui tutte le trasformazioni siano quasi-statiche e reversibili, ed esplicitando la convenzione sui segni utilizzata, relativamente alla trasformazione complessiva  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , calcolare:



a) il lavoro  $L$  compiuto dal gas contro le forze esterne (o dalle forze esterne sul gas - specificare):

i)  $L = -p \Delta V$

ii)  $L = -324 \text{ J}$

b) il calore  $Q$  assorbito (o ceduto - specificare) dal gas:

i)  $Q_I = \frac{5}{2} p_1 \Delta V + \frac{3}{2} V_2 \Delta p$

ii)  $Q_I = 1324 \text{ J}$

c) la variazione di energia interna  $\Delta E_{int}$ :

i)  $\Delta E_{int} = Q + L$

ii)  $\Delta E_{int} = 0 \text{ J}$

d) la variazione di entropia  $\Delta S$ :

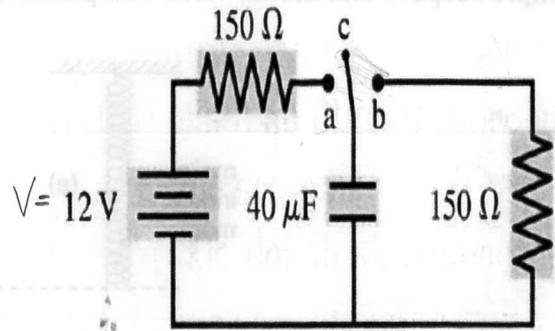
i)  $\Delta S = nR \ln(V_3/V_1)$

ii)  $\Delta S = 0.58 \text{ J/K}$

4) Si consideri il circuito in figura. Il condensatore da  $C = 40 \mu\text{F}$  è inizialmente scarico e l'interruttore, nella posizione  $c$ , impedisce il passaggio di corrente su tutti i rami del circuito.

L'interruttore viene quindi commutato nella posizione  $a$  per  $\Delta t = 10 \text{ ms}$ ; subito dopo viene commutato nella posizione  $b$  per un analogo intervallo  $\Delta t = 10 \text{ ms}$ , ed infine viene riportato nella posizione  $c$ .

Si calcolino la carica  $Q$  e la differenza di potenziale finale  $\Delta V$  presenti tra le armature del condensatore al termine delle operazioni descritte.



i)  $Q = CV(1 - e^{-\Delta t/Rc})e^{-\Delta t/Rc}$

ii)  $Q = 93 \mu\text{C}$

i)  $\Delta V = \frac{Q}{C}$

ii)  $\Delta V = 2.3 \text{ V}$

1)  $N_{\text{blocchi}} = 100, m$   
 $|\vec{F}_a| = 200 \text{ N}$

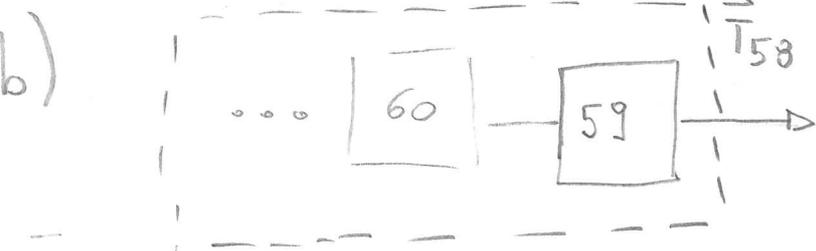


Per il 3° principio della dinamica (azione reazione) compariamo delle forze interne (tensioni delle corde) a 2 a 2 con intensità uguali e versi opposti.

⇒  $F_a = \underbrace{N_{\text{blocchi}} \cdot m}_{\text{massa totale dei 100 blocchi}} \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_a}{N_{\text{blocchi}} \cdot m}$

a) Sull'ultimo blocco avremo che:

$T_{39} = m a = m \frac{F_a}{N_{\text{blocchi}} \cdot m} = 2 \text{ N}$



La fune tra i 2 blocchi deve essere in grado di "trascinare" 42 blocchi successivi.

⇒  $T_{58} = (N_{\text{blocchi}} - 58) m a = \frac{N_{\text{blocchi}} - 58}{N_{\text{blocchi}}} \cdot F_a = 84 \text{ N}$

$$2) \quad \rho = 4.51 \text{ g/cm}^3$$

$$l = 3.2 \text{ cm}$$

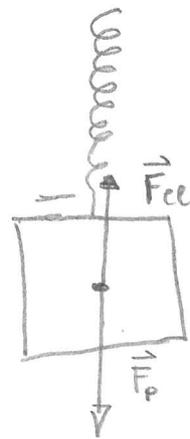
$$x = 7.4 \text{ mm}$$

a) In situazione di equilibrio  $\Sigma \vec{F} = 0$

$$\Rightarrow F_{el} - F_p = 0$$

$$\Rightarrow Kx - mg = 0$$

$$\Rightarrow Kx - \rho \cdot l^3 g = 0 \Rightarrow K = \frac{\rho l^3 g}{x} = 196 \text{ N/m}$$

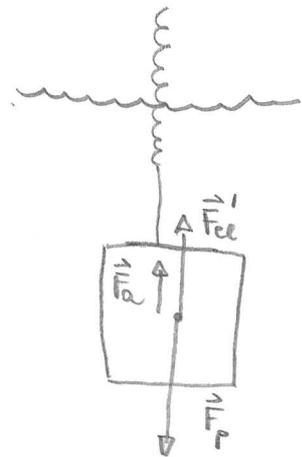


b) Analogo al punto a) con l'aggiunta delle spinta di Archimede  $\vec{F}_a$

$$\Rightarrow F_{el}' + F_a - F_p = 0$$

$$Kx' + \rho_{H_2O} \cdot l^3 g - \rho \cdot l^3 g = 0$$

$$\Rightarrow x' = \frac{l^3 g (\rho - \rho_{H_2O})}{K} = 5.8 \text{ mm}$$



3) la trasformazione complessiva si compone di un'isobara (1→2) e un'isocora (2→3)

$$a) L_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3} = L_{1 \rightarrow 2} + L_{2 \rightarrow 3} = -p \Delta V + 0 = -4 \times 10^5 \text{ Pa} \times 800 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

lavoro compiuto dol gas contro le forze esterne  $\hat{=} -324 \text{ J}$

$$b) Q_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3} = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} = m C_p \Delta T_{12} + m C_v \Delta T_{23}$$

ma la legge dei gas perfetti

$$T = \frac{pV}{mR} \Rightarrow \Delta T_{12} = \frac{p_1}{mR} \Delta V \quad \Delta T_{23} = \frac{V_2}{mR} \Delta p$$

$$\Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3} = m C_p \cdot \frac{p_1}{mR} \Delta V + m C_v \frac{V_2}{mR} \Delta p =$$

$$= \frac{5}{2} p_1 \Delta V + \frac{3}{2} V_2 \Delta p = 810 \text{ J} - 486 \text{ J} = 324 \text{ J}$$

calore assorbito

$$c) \Delta E_{\text{int}} = m C_v \Delta T_{31} = m C_v \left[ \frac{1}{mR} \cdot (p_3 V_3 - p_1 V_1) \right] = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) = 0 \text{ J}$$

gli stati 1 e 3 sono alla stessa temperatura

$$d) \Delta S = \frac{Q}{T} \Big|_{\text{isot}} \quad \text{considero l'isoterma che congiunge 1 e 3}$$

$$\Rightarrow Q = -L = mRT \ln \left( \frac{V_3}{V_1} \right);$$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{mRT \ln \left( \frac{V_3}{V_1} \right)}{RT} = mR \ln \left( \frac{V_3}{V_1} \right) = 0.58 \text{ J/K}$$

$$4) \quad C = 40 \mu\text{F}, \quad \Delta t = 10 \text{ ms}; \quad R_a = 150 \Omega; \quad R_b$$

Mel caso a il condensatore viene caricato per il caso cui si carica

$$Q(\Delta t) = CV (1 - e^{-\Delta t/RC})$$

$$Q(\Delta t + \Delta t) = Q(\Delta t) \cdot e^{-\Delta t/RC} = CV (1 - e^{-\Delta t/RC}) e^{-\Delta t/RC} = 93 \mu\text{C}$$

$$\Delta V = \frac{Q(\Delta t + \Delta t)}{C} = \frac{93 \mu\text{C}}{40 \mu\text{F}} = 2.3 \text{ V}$$