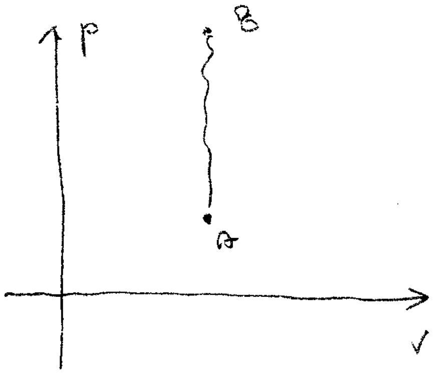
16 Due moli di un gas perfetto monoatomico sono contenute in un recipiente avente pareti rigide e sono in equilibrio con l'ambiente la cui temperatura è di 300°K. Sapendo che, mettendo in contatto il recipiente con una sorgente la cui temperatura è di 900°K, la sua temperatura si triplica calcolare la variazione di entropia del gas e della sorgente



La trasformazione è isocora e quindi:

$$\Delta Q_G = \Delta U + \Delta L \Rightarrow \Delta Q_G = \Delta U$$

$$\Delta S_G = \frac{\Delta Q_G}{T} = n c_V \lg \frac{T_f}{T_A} = n c_V \lg 3$$

Inoltre $\Delta Q_G = -\Delta Q_S = -n c_V (T_f - T_i)$

quindi:

$$\Delta S_S = \frac{\Delta Q_S}{T_S} = -n c_V \cdot \frac{2}{3}$$

17 Una mole di gas perfetto monoatomico inizialmente alla pressione $p_1 = 8$ Atm e $V_1 = 2\,l$ esegue una trasformazione politropica $pV^k = cost$ fino a giungere ad uno stato finale caratterizzato da $p_2 = 2$ Atm e $V_2 = 4\,l$. Calcolare

1) il lavoro fatto durante la trasformazione
2) la variazione di entropia

— Calcoliamo inizialmente l'ordine k della politropica. Dalla

$$p_1 V_1^k = p_2 V_2^k \quad \Rightarrow \quad k = \frac{\lg p_2/p_1}{\lg V_1/V_2} = 2$$

1) Il lavoro eseguito sarà:

$$\Delta L = \int_{V_1}^{V_2} p\, dV = nR \int_{V_1}^{V_2} T \frac{dV}{V} =$$

ma dalla $T V^{k-1} = cost$ segue che $\frac{dV}{V} = \frac{1}{1-k} \frac{dT}{T}$

e quindi

$$\Delta L = \frac{1}{1-k} (T_2 - T_1) = \frac{1}{1-k} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 810\ J$$

2) La variazione di entropia è:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{\Delta L}{T} + \frac{\Delta U}{T} = \frac{nR}{1-k} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + nc_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} =$$

$$= n \left(\frac{R}{1-k} + c_v \right) \lg \frac{T_2}{T_1} = R \left(\frac{1}{1-k} + \frac{3}{2} \right) \lg \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = -2.88\ J/°$$

18 Una macchina termica reversibile compie un lavoro positivo scambiando calore con una sorgente a temperatura costante $T_0 = 600°K$ e con un blocco di rame avente massa $M = 340$ g inizialmente alla temperatura di $350°K$. Dopo un certo numero di cicli la temperatura del rame è passata a $400°K$.

Calcolare:

1) la quantità di calore Q_0 ceduta dalla sorgente

2) il lavoro totale della macchina

(Calore specifico del rame = 0.1 cal./g)

Indichiamo con $\Delta T = T_f - T_i$ la variazione di temperatura della massa di rame. Avremo

a) $$Q_0 = T_0 M c \int_{T_i}^{T_f} \frac{dT}{T} = T_0 M c \lg \frac{T_f}{T_i}$$

b) $$L = Q_0 - Mc\,(T_f - T_i)$$

19 Una mole di un gas perfetto monoatomico è portata dallo stato iniziale $A(p_0, V_0)$ allo stato finale $C(2p_0, 2V_0)$ mediante una espansione isoterma che la porta nello stato B avente $2V_0$ ed una trasformazione isocora.

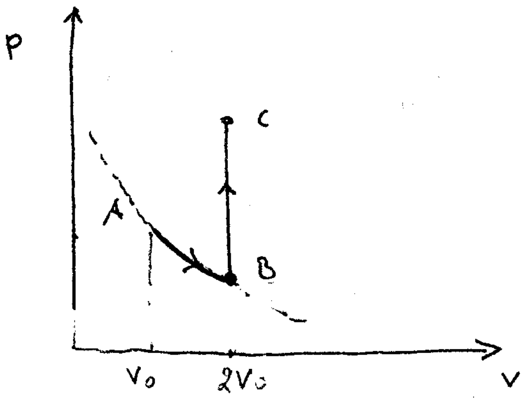
Calcolare in funzione di p_0 e V_0 per la trasformazione globale:

1) il calore assorbito dal gas

2) il lavoro fatto dal gas

3) la variazione di energia interna

4) la variazione di entropia.



La temperatura dell'isoterma $T_A = T_B$ è

$$T_A = \frac{p_0 V_0}{R} = T_B$$

La pressione in B è

$$p_B = p_0/2$$

Il calore assorbito durante l'espansione isoterma è uguale al lavoro fatto dal gas:

$$\Delta Q_{AB} = \Delta L_{AB} = \int_{V_0}^{2V_0} p\, dV = R T_B \lg 2 = R \frac{p_0 V_0}{R} \lg 2 = p_0 V_0 \lg 2$$

Durante la trasformazione isocora BC il gas non compie lavoro ma assorbe una quantità di calore

$$\Delta Q_{BC} = C_V (T_C - T_B) \qquad \text{con } T_C = \frac{4 p_0 V_0}{R}$$

$$= \frac{3 p_0 V_0}{R} \cdot C_V = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

Il calore totale assorbito è $\Delta Q_{AB} + \Delta Q_{BC} = p_0 V_0 (\lg 2 + 9/2)$, il lavoro $\Delta L_{AB} = p_0 V_0 \lg 2$.

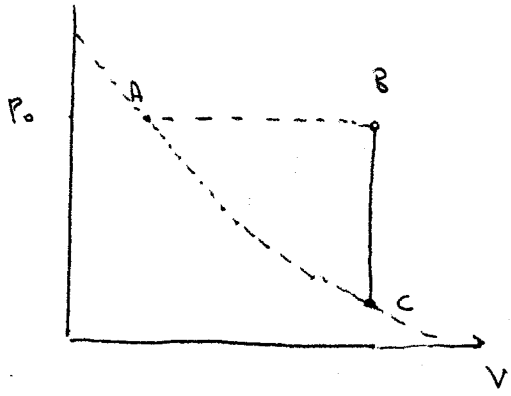
La variazione di entropia lungo l'isoterma è

$$\Delta S_{AB} = \frac{\Delta Q_{AB}}{T_A} = R \lg 2$$ mentre lungo l'isocora

$$\Delta S_{BC} = C_V \int_{T_B}^{T_C} dT/T = C_V \lg 4 = \frac{3}{2} R \lg 4$$

20 Una massa m di un gas perfetto biatomico compie una trasformazione irreversibile isobara tra due stati A e B ($P_A = P_B = P_0$) subendo una variazione di entropia $\Delta S = 1.98$ cal/°K. Successivamente quando il gas viene portato alla temperatura iniziale T_A mediante una trasformazione isocora la sua pressione si riduce $P_c = P_0/10$. Calcolare il peso molecolare del gas sapendo che $m = 3.98$ g.

(Ing 5.10.91)



Lungo la trasformazione isobara avremo:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = n\, c_p \int_{T_A}^{T_B} \frac{dT}{T} = n\, c_p \lg \frac{V_B}{V_A} = n\, c_p \lg$$

essendo

$$\frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}.$$

D'altro canto lungo l'isoterma AC avremo

$$\begin{cases} P_0 V_A = nRT_A \\ P_c V_c = nRT_A \end{cases} \Rightarrow \frac{P_0}{P_c}\frac{V_A}{V_c} = 1 \Rightarrow \frac{V_c}{V_A} = 10$$

per cui:

$$\Delta S = \frac{m}{P_m}\frac{7}{2} R \lg \frac{V_c}{V_A} \Rightarrow P_m = 32\ g$$