



Corso di Laurea in Fisica e F.A.M.

Corso di Fisica 1

(Prof. P. Chiaradia)

A.A. 2008-2009

Compito di Termodinamica
15 luglio 2009

Esercizio

Una macchina termica reversibile sottrae calore ad una sorgente costituita da un recipiente contenente acqua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ in equilibrio con il proprio vapore e cede calore ad una seconda sorgente costituita da un altro recipiente contenente una mole di ghiaccio a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La macchina viene arrestata quando tutto il ghiaccio si è sciolto e l'acqua così prodotta ha raggiunto una temperatura di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Trascurando la capacità termica dei recipienti, calcolare:

1. quante moli di vapore nella prima sorgente passano allo stato di acqua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Quanto lavoro e' stato prodotto dalla macchina.

Per i calcoli si usi :

calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda=1440\text{ cal/mole}$,

calore di vaporizzazione dell'acqua $\gamma=9730\text{ cal/mole}$,

calore specifico dell'acqua $C_{\text{acq}}=1\text{ cal/gK}$,

peso molecolare dell'acqua $P_m=18$

SOLUZIONE

La trasformazione complessiva è reversibile, dunque essa lascia invariata l'entropia dell'universo. D'altra parte la macchina compie cicli e quindi la sua entropia non varia. Di conseguenza devono essere uguali e di segno opposto le variazioni di entropia delle due sorgenti.

Per l'acqua che fonde si ha:

$$\Delta S_1 = \frac{n\lambda}{T_1} + nP_m C_{acq} \int_{T_1}^{T_1+20} \frac{dT}{T} = \frac{n\lambda}{T_1} + nP_m C_{acq} \ln\left(\frac{T_1+20}{T_1}\right) = 6.55 \text{ cal/K}$$

dove $T_1=273 \text{ K}$, $n=1$.

Mentre per il vapore che si trasforma in acqua:

$$\Delta S_2 = \frac{Q_2}{T_2} = -\Delta S_1$$

da cui $Q_2 = -T_2 \Delta S_1 = -2443 \text{ cal}$ dove $T_2=373 \text{ K}$

si può ricavare il numero di moli di vapore che condensano:

$$n_1 = \frac{Q_2}{\gamma} = 0.25$$

La quantità di calore che la macchina cede alla sorgente più fredda (negativa, secondo la nota convenzione) vale:

$$Q_1 = -n(\lambda + P_m C_{acq} \Delta T) = -1800 \text{ cal}$$

mentre il calore assorbito dalla macchina, positivo, è $Q_2 = 2443 \text{ cal}$,

e quindi:

$$L = Q_2 - |Q_1| = 643 \text{ cal}$$