

Termodinamica A. Lascialfari

II prova in itinere - 11/06/2018 (90 min)

(svolgere 3 esercizi su 4)

Esercizio 1 (Macchine termiche)

Una macchina termica segue un ciclo reversibile in cui dapprima tra due sorgenti a temperature $T_1=400$ K e $T_2=300$ K, quindi tra le due sorgenti a temperatura T_1 e $T_3=200$ K. La macchina assorbe una quantità di calore $Q_1=1200$ J dalla sorgente T_1 e compie lavoro $L=200$ J. Calcolare, supponendo tutto il sistema isolato termicamente: (a) le quantità di calore Q_2 e Q_3 scambiate con le altre due sorgenti, (b) la variazione di entropia delle sorgenti e (c) la variazione di entropia dell'universo.

Esercizio 2 (Teoria cinetica)

Se le molecole di un gas perfetto a temperatura T hanno una velocità più probabile $v_p=900$ m/s, calcolare la percentuale di molecole la cui velocità è compresa tra 900 e 901 m/s.

Esercizio 3 (Clapeyron)

Sia dato un sistema multifasico a un solo componente. Disegnare il diagramma di fase (P,T) a due punti critici: (i) nella vicinanza del primo punto triplo a $T=60$ K e $P=15$ atm [solido, liquido 1, vapore]; (ii) nella vicinanza del secondo punto triplo a $T=110$ K e $p=40$ atm [liquido1, liquido2, vapore].

Si tenga conto che $\overline{H_{sol}} < \overline{H_{liq}} < \overline{H_{liq2}}$ e $\rho_{vap} \ll \rho_{liq1} \approx \rho_{liq2} < \rho_{sol}$.

Esercizio 4 (Funzioni termodinamiche)

Una certa quantità di ossigeno subisce un'espansione adiabatica reversibile da uno stato A ($p_A=2$ atm, $V_A=1$ litro) ad uno stato B ($V_B=3$ litri). Calcolare la variazione di entalpia alla fine del processo considerando il gas perfetto. Se nella stessa trasformazione si trova che l'energia libera di Helmholtz ha subito una variazione $\Delta F = 180$ J calcolare la variazione del potenziale di Gibbs ΔG .

Esercizio 1

Esercizio 1

$$(a) \begin{cases} \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} = 0 \\ L = Q_1 + Q_2 + Q_3 > 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} = -\frac{Q_1}{T_1} & (\otimes) T_2 \text{ (moltiplico per } T_2) \\ Q_2 + Q_3 = L - Q_1 & (\ominus) \text{ (Sottraccio membro a membro)} \end{cases}$$

$$Q_3 = \frac{L - Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)}{1 - T_2/T_3} = 200 \text{ J}$$

$$Q_2 = L - Q_1 - Q_3 = -1200 \text{ J}$$

$$(b) \Delta S_1 = -\frac{Q_1}{T_1} = -3 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_2 = -\frac{Q_2}{T_2} = 4 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_3 = -\frac{Q_3}{T_3} = -1 \text{ J/K}$$

$$(3) \Delta S_u = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \cancel{\Delta S_{\text{pos}}} = 0$$

$= 0$
ciclo

Esercizio 2

Esercizio 2

$$dN = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2k_B T} \right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}} dv$$

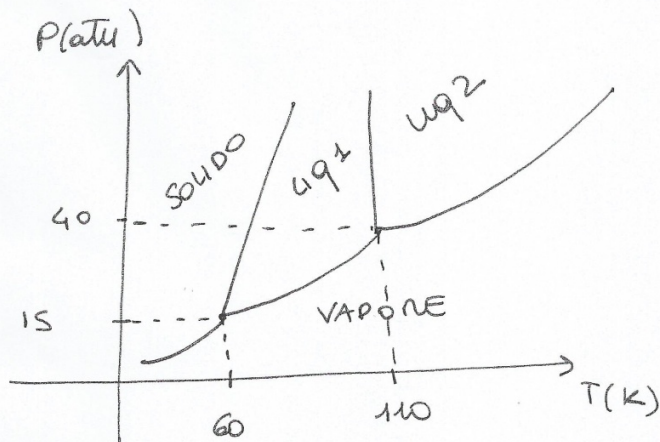
$$v_p = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}} \quad \left[\begin{array}{l} v = v_p \\ dv_p = 1 \text{ m/s} \end{array} \right]$$

$$\frac{\Delta N}{N} * 100 = \frac{4}{\sqrt{\pi}} (v_p)^{-3} v_p^2 e^{-1} \cdot 100 = 0.1 \%$$

$$\frac{\Delta N}{N} = 0.1 \%$$

Esercizio 3

Esercizio 3



- tra stati condensati

$$V_{\text{liq}1} \sim V_{\text{liq}2} \quad \frac{dp}{dt} = \frac{\Delta S}{\Delta V} \rightarrow \mu = +\infty$$

$$V_{\text{liq}1} < V_{\text{solido}} \quad \frac{dp}{dt} = \frac{\Delta S}{\Delta V} \rightarrow \mu > 0$$

- tra stati condensati e vapore

$$\frac{dp}{dt} = + \frac{\Delta H}{V_{\text{vap}} T^2} \rightarrow P(T) = \exp\left(-\frac{\Delta H}{V T}\right)$$

la pendenza sarà $\propto \Delta H$

Esercizio 4

Esercizio 4

$$dH = dU + p dV + V dp$$

$$\delta L = p dV$$

$$dH = dU + \delta L + V dp = \delta Q + V dp$$

$$\delta Q = 0$$

$$\boxed{dH = V dp}$$

$$\left[\begin{array}{l} pV^\gamma = p_2 V_2^\gamma \\ V_A = \frac{u n T_A}{p_A} \\ pV^\gamma = p_2 \left(\frac{u n T_A}{p_2} \right)^\gamma \\ V = \frac{p_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} u n T_A}{p^{\frac{1}{\gamma}}} \end{array} \right]$$

$$dH = p_A^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} u n T_A \frac{dp}{p^{\frac{1}{\gamma}}}$$

$$\Delta H = p_A^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} u n T_A \int dp p^{-\frac{1}{\gamma}}$$

$$\Delta H = \frac{u \gamma R T_A}{\gamma - 1} p_A^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \left(p_B^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - p_A^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)$$

$$p_B = p_A \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^\gamma \quad \gamma = 7/5$$

$$\Delta H = \frac{\gamma p_A V_A}{\gamma - 1} \left[\left(\frac{V_A}{V_B} \right)^{\gamma-1} - 1 \right] = -250.5 \text{ J}$$

$$dG = dH - T dS - S dT$$

$$dF = dU - T dS - S dT$$

$$dG - dF = dH - dU$$

$$\Delta G = \Delta H + \Delta H - \Delta U \quad \text{ma ce solo } \Delta U$$

$$\Delta U = u C_V \Delta T \quad \left[\begin{array}{l} T_A = \frac{p_A V_A}{n R} \\ T_B = T_A \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^{\gamma-1} \end{array} \right]$$

$$\gamma = 7/5 \quad C_V = 5/2 R$$

$$\Delta U = u C_V T_A \left[\left(\frac{V_A}{V_B} \right)^{\gamma-1} - 1 \right]$$

$$= \frac{u C_V p_A V_A}{\gamma R} \left[\quad \right] = -178.8 \text{ J}$$

$$\Delta G = 180 - 250.5 + 178.8 = 108.3 \text{ J}$$