

Scrivere il proprio nome, data di nascita e num.documento.

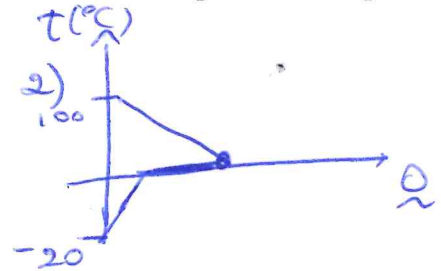
Scrivere SOLO A PENNA e presentare UNA SOLA versione per esercizio. Non saranno valutati risultati di cui non e' chiaro il procedimento usato per arrivarvi.

PROBLEMA I

Un cubetto di ghiaccio di massa $m_g = 30$ g, appena estratto dal congelatore e' alla temperatura di $t_g = -20$ °C. Viene posto in un calorimetro.

Determinare qual e' la minima quantita' di acqua m_a allo stato liquido che occorre aggiungere in modo da sciogliere completamente il ghiaccio. 1) Scrivere quale e' la t_a dell'acqua da aggiungere e la temperatura finale t_f del miscuglio da raggiungere; 2) fare il grafico dello scambio di calore; 3) calcolare m_a . Nei calcoli ssumere che il calore specifico del ghiaccio c_g sia la meta' di quello dell'acqua liquida c_a e che il calore latente di fusione sia $CalF=80$ cal/g.

- 1) $t_a = 100$ °C ~~acqua~~ liquida!
 2) $t_f = 0$ °C liquida



3)

$$Q_{\text{ass}} + Q_{\text{ced}} = 0$$

$$m_g \cdot c_g (0 - t_g) + m_g \text{CalF} + m_a \cdot c_a (t_f - t_a) = 0$$

$$30 \cdot 0,5 \cdot 20 + 30 \cdot 80 + m_a \cdot 1 \cdot (-100) = 0$$

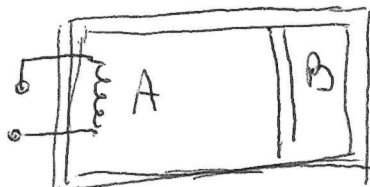
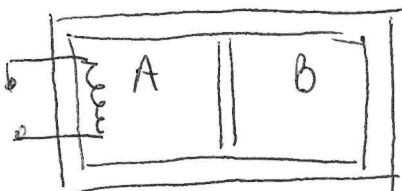
$$300 + 2400 - 100 m_a = 0$$

$$m_a = \frac{2700}{100} = 27 \text{ g}$$

$400 + 3200 - 100 m_a = 0$
 $m_a = \frac{3600}{100} = 36 \text{ g}$

PROBLEMA II

Un cilindro a pareti rigide ed adiabatiche e' diviso in due parti da un pistone mobile, libero di scorrere senza attrito, anch'esso adiabatico. Inizialmente, le due camere A e B hanno egual volume $V_0 = 2,00$ dm³ e contengono uno stesso gas perfetto biatomico alla pressione $p_0 = 5,00$ atm ed alla temperatura $t_0 = 27,0$ °C (vedi fig.1). Successivamente, per mezzo di una resistenza elettrica disposta nella parte A, si somministra molto lentamente una quantita' di calore Q al gas ivi presente. Come conseguenza il pistone si sposta comprimendo in modo quasi statico il gas in B finche' all'equilibrio la pressione raggiunge il valore $p_e = 2p_0$ (vedi fig.2). Dato che tutte le trasformazioni in gioco sono molto lente si possono considerare reversibili. Determinare: 1) il tipo di trasformazione che subisce il gas in B; 2) determinare i volumi finali V_B e poi V_A ; 3) le temperature finali T_A e T_B ; 4) le variazioni di energia interna dei due gas, ΔU_A e ΔU_B ; 5) il lavoro complessivo dei due gas, W ; 6) la quantita' di calore somministrata dalla resistenza, Q ; 7) il lavoro W_B scambiato dal gas presente in B, W_B e in A, W_A ; 8) la variazione di entropia del gas in B, ΔS_B ,



1) trasform. adiabatica x che non passaggio colare
 $dQ = 0 \quad Q = 0$

2) legge adiabatica x gas B
 $P_0 V_0^\gamma = P_B V_B^\gamma \quad 2 P_0 V_0^\gamma = P_0 V_B^\gamma \quad V_B = \frac{V_0}{2}$
 $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{7/2 R}{5/2 R} = \frac{7}{5} = 1.4$

$$V_B = \frac{V_0}{2^{1/\gamma}} = \frac{V_0}{2^{5/7}} = 1,219 = \underline{1,22 \text{ dm}^3}$$

$$V_A = 2V_0 - V_B = 2 \cdot 2 - 1,22 = \underline{2,78 \text{ dm}^3}$$

3) $P_0 V_A = n R T_A$
 $P_0 V_0 = n R T_0 \quad n = \frac{P_0 V_0}{R T_0}$
 $T_A = \frac{P_0 V_A}{n R} \quad T_0 = 300 \text{ K}$
 $T_A = \frac{2 P_0 V_0 R T_0}{P_0 V_0 R} = \underline{834 \text{ K}}$

$$T_B = \frac{2 P_0 V_B R T_0}{P_0 V_0 R} = \underline{366 \text{ K}} \quad m = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^5}{8,31 \cdot 300} \approx 0,40$$

4) $\Delta U_A = n C_v (T_A - T_0) = \frac{P_0 V_0}{R T_0} \cdot \frac{5}{2} R (T_A - T_0) = 0,4 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 534 = \underline{4,44 \cdot 10^3 \text{ J}}$

$$\Delta U_B = n C_v (T_B - T_0) = 0,4 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot (366 - 300) = \underline{548,46 \text{ J}}$$

5) $Q = W + \Delta U$
 $\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0 \quad \underline{W = 0}$

6) $Q = \Delta U = \Delta U_A + \Delta U_B = 4,44 \cdot 10^3 + 0,55 \cdot 10^3 = \underline{4,99 \cdot 10^3 \text{ J}} \approx 5 \cdot 10^3 \text{ J}$

7) Per B $Q_B = W_B + \Delta U_B$ ma $Q_B = 0$ (ambiente adiab.)
 $\Rightarrow W_B = -\Delta U_B = -548 \text{ J}$ negativo x che volume ↓

8) trasform. rev. adiab. $\Delta S_B = \int \frac{dQ}{T} \Big|_{\text{rev}}$ ma $dQ = 0$
 $\Rightarrow \Delta S_B = 0$

NOME

Scrivere SOLO A PENNA e presentare UNA SOLA versione per esercizio. Non saranno valutati risultati di cui non e' chiaro il procedimento usato per arrivarvi.

PROBLEMA

Un corpo costituito da $n = 4,00$ grammoatomi di rame e' riscaldato, a pressione costante, dalla temperatura $t_1 = 30,0$ °C alla temperatura $t_2 = 200,0$ °C con una sorgente a temperatura $t_0 = 2t_2$. Supponendo che nell'intervallo in esame la capacita' termica sia espressa dalla legge empirica $C_p = A + B * T$, si determini 1) la variazione d'entropia del rame nel processo di riscaldamento, ΔS_{Cu} , in unita' MKS. 2) Anche senza fare i calcoli, puoi dire qualcosa di qualitativo (su segno e intensita') sulla variazione di entropia della sorgente, ΔS_S ?

Assumere nei calcoli $A = 5,40$ cal/(grammoatomo*K); $B = 1,50 * 10^{-3}$ cal/(grammoatomo*K²).

$$\begin{aligned}
 1) \Delta S_{Cu} &= \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} m C_p \frac{dT}{T} = m \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{A}{T} + B \right) dT = \\
 &= m A \ln \frac{T_2}{T_1} + m B (T_2 - T_1) = 4 \cdot 5,40 \ln \left(\frac{473}{303} \right) + 4 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} (170) = \\
 &= 10,6 \text{ cal/K} = 10,6 \cdot 4 \cdot 4,186 \sim 44,5 \text{ J/K}
 \end{aligned}$$

2) ΔS_S sara' negativo e $|\Delta S_S| < |\Delta S_{Cu}|$
 in modo che $\Delta S_{TOT} > 0$ essendo
 una transf. reale e un processo "naturale"
 → Se si volesse fare calcolo

$$\begin{aligned}
 \Delta S_S &= \frac{Q_{ced}}{T_0} = -\frac{1}{T_0} \int_{T_1}^{T_2} m (A + BT) dT = \\
 &= -m A \frac{T_2 - T_1}{T_0} - \frac{m B}{2 T_0} (T_2^2 - T_1^2) = \text{cont}_0 \sim 673 \text{ K} \\
 &= \dots = -6,04 \text{ cal/K} \sim -25,3 \text{ J/K} \\
 &\quad \text{come aspettato}
 \end{aligned}$$

- 6) Disegna un ciclo chiuso in un piano di Clapeyron. Cosa rappresenta l'area racchiusa nel ciclo?
- 7) Scrivi la formula della variazione di entropia ΔS .
- 8) Disegna un ciclo chiuso in un grafico temperatura T verso entropia S . Cosa rappresenta l'area racchiusa nel ciclo?
- 9) Un gas biatomico ha $l = 5$ gradi di liberta', puoi spiegare in breve perche'? E' sempre vero che ha $l = 5$. Se la risposta e' no, spiega in breve.
- 10) Nell'esperimento del pendolo per misurare g bisognava misurare sia la lunghezza l del filo che il periodo di oscillazione T . Che tipo di misure sono? Sono affette dallo stesso tipo di errori? Spiega in breve.