

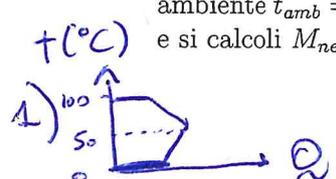
PROVA SCRITTA II di FISICA x CHIMICI 01/06/23

Scrivere il proprio NOME e num.documento.

Scrivere SOLO A PENNA e presentare UNA SOLA versione per esercizio. Il procedimento per arrivare ai risultati deve essere evidente.

PROBLEMA I

Si introduca una massa M di vapore a $t_V = 100^\circ\text{C}$ in un calorimetro (contenitore termicamente isolato) assieme a $m = 150\text{ g}$ di ghiaccio a $t_G = 0^\circ\text{C}$, affinché si ottenga acqua nella fase liquida a $t_A = 50^\circ\text{C}$. Il calore latente di fusione è $C_{fus} = 80\text{ cal/g}$ e quello di evaporazione è $C_{evap} = 539\text{ cal/g}$. Si faccia 1) uno schizzo del grafico temperatura verso calore del processo e si calcoli: 2) il calore assorbito dal ghiaccio Q_{ass} , 3) la massa M del vapore. 4) Nel caso che il calorimetro avesse avuto una massa equivalente (cioè' equivalente all'acqua) $m_e = 100\text{g}$ ed all'inizio fosse stato a temperatura ambiente $t_{amb} = 20^\circ\text{C}$, si dica se la massa di vapore M_{new} è più grande o più piccola della precedente e si calcoli M_{new} .



2) $Q_{ass} = m C_{fus} + m C_A (t_A - t_G) = 13000$
 $= 150 \cdot 80 + 150 \cdot 50 = 19500\text{ cal}$

3) eq. bilancio del calore $Q_{ass} + Q_{ced} = 0$

$19500 - M C_{evap} + M C_A (t_A - t_V) = 0$ $19500 - 539M - 50M = 0$

$M = \frac{19500}{589} = 33\text{ g}$

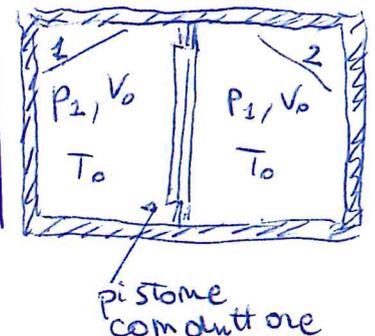
4) $M_{new} > M$ che devo riscaldare anche calorim.

$19500 - 589M_{new} - m_e C_A (t_A - t_{amb}) = 0$
 $19500 - 589M_{new} + 100 \cdot 30 = 0$

$M_{new} = \frac{22500}{589} = 38\text{ g}$

PROBLEMA II

Un contenitore a pareti rigide ed adiabatiche contiene nel suo interno un pistone ottimo conduttore di calore, libero di muoversi senza attrito. Inizialmente il pistone è tenuto fermo al centro del cilindro in modo da dividerlo in due parti di ugual volume V_0 , come in figura. Nella metà di sinistra sono contenute n_1 moli di azoto alla temperatura T_0 ed alla pressione p_1 , in quella di destra ossigeno n_2 moli alla stessa temperatura ed alla pressione p_2 . Si toglie il fermo al pistone e si aspetta il tempo necessario perché il sistema raggiunga la nuova configurazione di equilibrio. In queste condizioni si determini: 1) il calore Q complessivamente scambiato con l'ambiente esterno; 2) il lavoro complessivo W fatto dal sistema; 3) il valore di n_2 in funzione di n_1 ; 4) la temperatura T_e dei due gas nello stato finale. 5) la variazione di volume ΔV ; 6) la pressione p all'equilibrio. Assumere nei calcoli $T_0 = 400\text{ K}$; $V_0 = 4,0\text{ dm}^3$; $p_1 = 2\text{ atm}$ e $p_2 = 4,0\text{ atm}$. Considerare l'azoto e l'ossigeno come gas perfetti biatomici.



NOTA: I gas compiono transf. irreversibili! Ne isot., ne adiab. Il principio vale sempre! ΔU vale x gas perfetto $= m C_V \Delta T$

1) contenitore ediabatico $\Rightarrow Q=0$

2) volume tot man volume $\Rightarrow W=0$

3) $m_1 = \frac{p_1 V_0}{RT_0}$ $m_2 = \frac{p_2 V_0}{RT_0} = \frac{2p_1 V_0}{RT_0} = 2m_1$ $m_2 = 2m_1$

4) I° principio $Q = W + \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$ $m_1 C_{V_1} (T_e - T_0) + m_2 C_{V_2} (T_e - T_0) = 0$

$C_{V_1} = C_{V_2} = C_V$
 x che entrambi biatomici

$m_1 C_V (T_e - T_0) + 2m_1 C_V (T_e - T_0) = 0$

$T_e = \frac{2T_0 + T_0}{3} = T_0 = 400\text{ K}$

Potevo intuirlo, ma devo dimostrarlo!

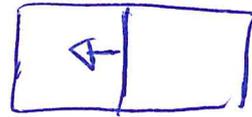
$$5) P_1^i = \frac{m_1 R T_0}{V_0 - \Delta V}$$

$$P_2^i = \frac{m_2 R T_0}{V_0 + \Delta V}$$

$$V_1 = V_0 - \Delta V$$

$$V_2 = V_0 + \Delta V$$

$P_1^i = P_2^i = P$ per equilibrio



$$\frac{m_1 R T_0}{V_0 - \Delta V} = \frac{2m_1 R T_0}{V_0 + \Delta V}$$

$$\frac{1}{V_0 - \Delta V} = \frac{2}{V_0 + \Delta V}$$

$$V_0 + \Delta V = 2V_0 - 2\Delta V$$

$$3\Delta V = V_0$$

$$\Delta V = \frac{V_0}{3} = \frac{4}{3} \sim \underline{1,5 \text{ dm}^3}$$

$$\sim 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\left(\text{cioè } V_1 = \frac{2}{3} V_0, V_2 = \frac{4}{3} V_0 \right)$$

$$6) P = P_1^i = \frac{m_1 R T_0}{\frac{2}{3} V_0} = \frac{3}{2} P_1 = \underline{\underline{3,0 \text{ atm}}} \sim 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Scrivere NOME e COGNOME

PROBLEMA FAC

Una mole di gas reale (non perfetto!!!) obbedisce alla seguente equazione di stato

$$p(V - aT + b) - RT = 0, \quad (1)$$

con a , b , ed R costanti. Si determini: 1) il lavoro W compiuto dal gas quando esso si espande isotermicamente e reversibilmente alla temperatura T_0 , dal volume V_1 al volume $5V_1$; 2) la variazione di energia interna ΔU nel processo d'espansione isoterma di cui alla domanda precedente, conoscendo la variazione di entropia $S_2 - S_1$ nello stesso processo. Eseguire i calcoli assumendo $a = 2,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{K}$; $b = 2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$; $V_1 = 4,0 \text{ dm}^3$; $S_2 - S_1 = 3,8 \text{ cal/K}$. $T_0 = 500 \text{ K}$

$$\begin{aligned} 1) \quad W &= \int_{V_1}^{5V_1} p dV = \int_{V_1}^{5V_1} \frac{RT_0}{V - aT_0 + b} dV = RT_0 \int_{V_1}^{5V_1} \frac{dV}{V - aT_0 + b} = \\ &= RT_0 \left[\ln(V - aT_0 + b) \right]_{V_1}^{5V_1} = RT_0 \ln \frac{5V_1 - aT_0 + b}{V_1 - aT_0 + b} = \\ &= 8,31 \cdot 500 \ln \frac{5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-6} \cdot 500 + 2 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-6} \cdot 500 + 2 \cdot 10^{-4}} = \\ &= 8,31 \cdot 500 \cdot \ln \frac{200 \cdot 10^{-4} - 10 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4}}{40 \cdot 10^{-4} - 10 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4}} = \\ &= 8,31 \cdot 500 \ln \frac{192 \cdot 10^{-4}}{32 \cdot 10^{-4}} = \underline{7,4 \cdot 10^3 \text{ J}} \end{aligned}$$

2) Non è gas perfetto
I° principio $\Delta U = Q - W$

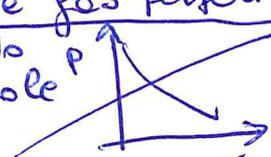
$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T_0} \quad S_2 - S_1 = \frac{Q}{T_0}$$

$$\begin{aligned} Q &= T_0 (S_2 - S_1) = \\ &= 500 \cdot 3,8 = 1,9 \cdot 10^3 \text{ cal} \sim \\ &\sim 7,9 \cdot 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\Delta U = Q - W = 7,9 \cdot 10^3 - 7,4 \cdot 10^3 = \sim 0,5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$W = \int p dV$
I° principio
volgono sempre!

NOTA
Non è gas perfetto
 \Rightarrow No iperbole p



No solute
 ΔU
x gas
non perfetti!

DOMANDE. Rispondere brevemente, no dimostrazioni. NOME E COGNOME

1) Quand'e' che un moto oscillatorio si dice armonico? Scrivi un esempio di legge oraria $x(t)$ che lo descriva.

2) La costruzione del termometro a mercurio e' stata possibile grazie ad alcuni fenomeni e/o proprieta' naturali, spiega brevemente.

3) Scrivi l'equazione che corrisponde al primo principio della termodinamica. Si puo' applicare sempre o solo ai gas perfetti?

4) Scrivi la definizione del lavoro dW e W in termodinamica.

5) Spiega a parole cosa vuol dire che l'energia interna U e' una funzione di stato. E dal punto di vista matematico, che equazione useresti per far capire che e' una funzione di stato?

6) Scrivi l'equazione che definisce l'entropia. E' una funzione di stato? SI/NO. Data una funzione $T=T(S)$ disegnata in un grafico T vs. S , cosa rappresenta l'area sotto la curva?

7) I calori molari di un gas sono sempre costanti o cambiano a seconda delle condizioni ambientali? Come e perché? Pensa alla molecola di ossigeno.

8) Un gas di pressione $p = 10 \text{ atm}$ raddoppia il suo volume espandendosi nel vuoto, quanto lavoro W compie? Perché?

9) Scrivi la formula per il rendimento di una macchina qualsiasi e di quella di Carnot.

10) Scrivere le leggi della trasformazione adiabatica per un gas perfetto.

11) Spiega la caratteristica della precisione per uno strumento di misura.

12) Qual è la formula del periodo di un pendolo? Nel nostro esperimento in laboratorio, qual è stata la misura che ci ha portato via più tempo? Una misura così complessa deriva dal fatto che siamo in presenza di errori strani/casuali/relativi. Scegliere il termine giusto.