

PROVA SCRITTA II di FISICA x CHIMICI 27/05/24

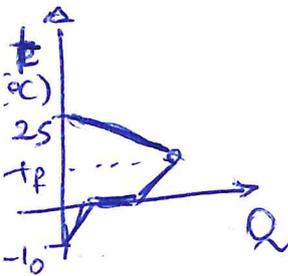
Scrivere il proprio NOME e num.documento.

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

PROBLEMA I

600g

Un cubetto di ghiaccio di massa  $m=100g$  alla temperatura del congelatore di  $t_g = -10^{\circ}C$  (calore latente del ghiaccio  $Cal_{fus} = 80 cal/g$ , il calore specifico e' la meta' di quello dell'acqua) viene immerso in un bicchiere in cui vi e' una massa  $M=400g$  di acqua alla temperatura di  $t_a = 25^{\circ}C$ . La temperatura finale e'  $t_f > 0$ . 1) Si faccia un grafico qualitativo di temperatura verso calore per rappresentare il processo. 2) Calcolare la temperatura finale  $t_f$  della bevanda.



$$2) m t_g (0 - t_g) + m Cal_f + m \cdot 1 (t_f - 0) + M (t_f - 25) = 0$$

$$100 \cdot 0,5 \cdot 10 + 100 \cdot 80 + 100 t_f + 400 (t_f - 25) = 0$$

$$500 + 8000 + 100 t_f + 400 t_f - 10000 = 0$$

$$500 t_f = 1500$$

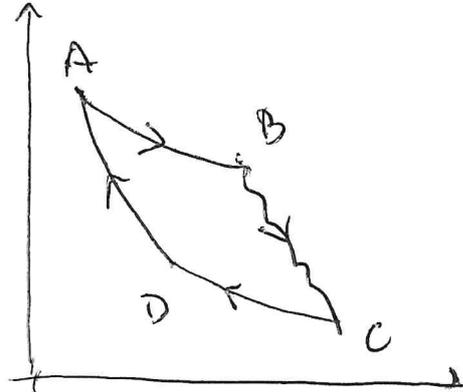
$$t_f = \frac{1500}{500} = 3^{\circ}C$$

93°C

PROBLEMA II

Una mole di gas perfetto monoatomico descrive il ciclo irreversibile di Carnot disegnato in figura. A partire dallo stato A, definito da  $p_A, V_A, T_A$ , si esegue un'espansione isoterma reversibile fino allo stato B, di volume  $V_B = 2V_A$ . Successivamente un'espansione adiabatica irreversibile porta il sistema nello stato C, di volume  $V_C = 6V_A$  e temperatura  $T_C = T_A/2$ . Si chiude il ciclo con una compressione isoterma ed una compressione adiabatica, entrambe reversibili. Eseguire i calcoli assumendo  $p_A = 4,052 \times 10^5 Pa$ ;  $V_A = 12,3 dm^3$ .

Calcolare (con risultati in MKS): 1) la temperatura  $T_A$ ; 2) il lavoro  $W_{BC}$  fatto dal gas nella trasformazione adiabatica irreversibile; 3) il rapporto  $V_D/V_A$ ; 4) il lavoro fatto nei vari tratti ( $W_{AB}, W_{CD}, W_{DA}$ ) e il lavoro totale  $W$  del ciclo; 5) il rendimento  $\eta$  del ciclo.



1)  $pV = nRT$      $p_A V_A = n R T_A$

$$T_A = \frac{p_A V_A}{n R} = \frac{4,052 \cdot 10^5 \cdot 12,3 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,31} = 600 K$$

2) I° principio     $Q_{BC} = W_{BC} + \Delta U_{BC}$

$\hookrightarrow = 0$  adiab.

$$W_{BC} = -\Delta U_{BC} = -n C_v (T_C - T_B) =$$

$$= -\frac{3}{2} R \left( \frac{T_A}{2} - T_A \right) = \frac{3}{2} R \cdot \frac{T_A}{2} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot 8,31 \cdot 600 = 3,74 \cdot 10^3 J$$

3) legge adiab.

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$$

$$\left( \frac{V_D}{V_A} \right)^{\gamma-1} = \frac{T_A}{T_D}$$

$$\frac{V_D}{V_A} = \left( \frac{T_A}{T_D} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = \left( \frac{T_A}{T_A/2} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = (2)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{V_D}{V_A} = 2^{\frac{1}{2/3}} = 2^{3/2} = \sqrt{8} = 2,83$$

$$4) \quad W_{DA} = -m C_V (T_A - T_D) = -m C_V (T_B - T_C) = -W_{BC} \\ = -3,74 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$W_{AB} = R T_A \ln \frac{V_B}{V_A} = 8,31 \cdot 600 \cdot \ln 2 = 3,46 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$W_{CD} = R T_C \ln \frac{V_D}{V_C} = 8,31 \cdot 300 \cdot \ln 0,47 = -1,87 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\begin{matrix} \downarrow \\ T_A \\ \frac{1}{2} \end{matrix} \quad \rightarrow = \frac{V_D}{V_A} \cdot \frac{V_A}{V_C} = 2,83 \cdot \frac{1}{6}$$

$$W = W_{AB} + \cancel{W_{BC}} + W_{CD} + \cancel{W_{DA}} = 3,46 \cdot 10^3 - 1,87 \cdot 10^3 = \\ = \underline{\underline{1,59 \cdot 10^3 \text{ J}}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{ass.}}}$$

$$5) \quad \eta = \frac{W}{Q_{AB}} = \frac{W}{W_{AB}} = \frac{1,59 \cdot 10^3}{3,46 \cdot 10^3} = \underline{\underline{0,46}}$$

ed  $\bar{\eta} < \eta_c$  che lavora alle stesse temperature

$$\rightarrow = 1 - \frac{T_C}{T_A} = 0,5$$

$0,46 < 0,5$  come è spettato!

$\bar{\eta}$  è un ciclo non completamente reversibile!

(e quindi non è ciclo di Carnot)

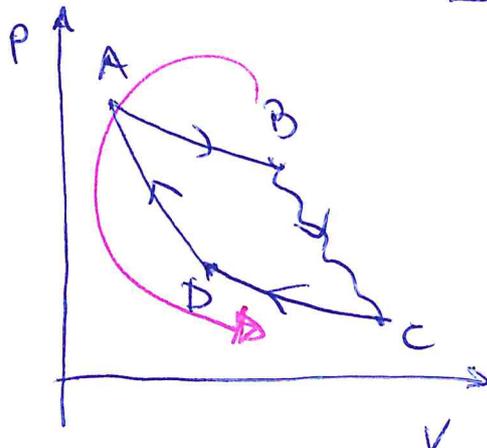
NOME

PROBLEMA II

Una mole di gas perfetto monoatomico descrive il ciclo irreversibile di Carnot disegnato in figura. A partire dallo stato A, definito da  $p_A, V_A, T_A$ , si esegue un'espansione isoterma reversibile fino allo stato B, di volume  $V_B = 2V_A$ . Successivamente un'espansione adiabatica irreversibile porta il sistema nello stato C, di volume  $V_C = 6V_A$  e temperatura  $T_C = T_A/2$ . Si chiude il ciclo con una compressione isoterma ed una compressione adiabatica, entrambe reversibili. Eseguire i calcoli assumendo  $p_A = 4,00 \text{ atm}; V_A = 12,3 \text{ dm}^3$ .

Calcolare (con risultati in MKS): 1) la temperatura  $T_A$ ; 2) il lavoro  $W_{BC}$  fatto dal gas nella trasformazione adiabatica irreversibile; 3) il rapporto  $V_D/V_A$ ; 4) il lavoro fatto nei vari tratti ( $W_{AB}, W_{CD}, W_{DA}$ ) e il lavoro totale  $W$  del ciclo; 5) il rendimento  $\eta$  del ciclo.

→ FACOLTATIVO Date per note tutte le quantita' sopra, scrivere la formula della variazione di entropia  $\Delta S_{BC}$  del gas nella trasformazione BC in modo che possa essere calcolata in base alle quantita' sopra..



NON POSSO FARE CALCOLO DA B → C dirett. su adiab. IRREVERSIBILE. DEVO FARE DA B a C nel senso inverso se questo è un'isotermia reversibile!

$$\Delta S_{BC} = S_C - S_B =$$

$$= (S_C - S_D) + (S_D - S_A) + (S_A - S_B)$$

= 0 adiab.

$$= \Delta S_{DC} + \Delta S_{BA} =$$

$$= -\Delta S_{CD} - \Delta S_{AB} =$$

$$= \frac{-W_{CD}}{T_C} - \frac{W_{AB}}{T_A} =$$

$$= -\frac{(2W_{CD} + W_{AB})}{T_A} =$$

nelle isot.

$$\Delta S_{ip} = \frac{\int_i^f dQ}{T} =$$

$$= \frac{Q_{ip}}{T} = \frac{W_{ip}}{T}$$

$$= 4,89 \cdot 10^{-1} \text{ S/K}$$

ovvero le quantita'



NOME E COGNOME

1) Scrivere l'eq. generica di un moto armonico e dare due esempi.

2) Pigiama col piede sul freno e riusciamo a bloccare un'auto in corsa. In base a che legge della fisica? Sapresti spiegarlo brevemente?

3) Cosa significa che l'energia interna  $U$  e' una funzione di stato? Quanto vale  $\Delta U$  in un ciclo chiuso?

4) Spiega la caratteristica degli strumenti detta "portata". Perche' e' molto importante conoscere la portata di uno strumento?

5) Scrivi la formula del lavoro  $W$  in termodinamica e fai vedere cosa risulta in una trasformazione isoterma di un gas perfetto.

6) Scrivi in formula il primo principio della termodinamica.

7) Circa la misura del calore molare a volume costante  $C_V$ , noi trattiamo la molecola di ossigeno  $O_2$  come avente 5 gradi di liberta', ma questo e' sempre vero oppure no? Se la risposta e' no, da che cosa dipende?

8) Scrivi in formula la legge di Maier.

9) Date le velocita' delle  $n$  particelle di un gas  $v_i$  come e' definita la velocita' quadratica media  $v_{qm}$ ? Perche' non si usa la velocita' media?

10) Nel grafico qui sotto indica chi e' la isoterma a  $T_{cold}$ , quella a  $T_{hot}$  e la adiabatca.

