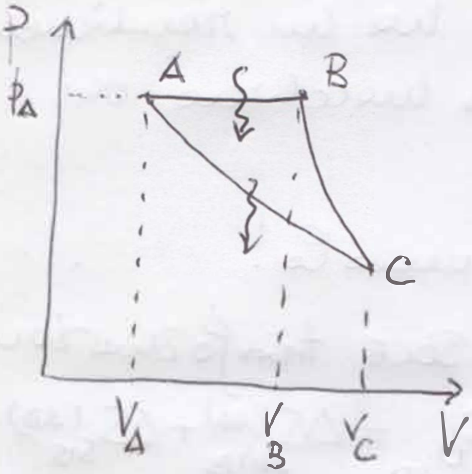
Es #1

$n = 1$ He = monoatomico



$T_A = 300\ K$

$V_A = 20$ litri $= 0.02\ m^3 = 20 \times 10^{-3}\ m^3$

$T_B = 400\ K$

① AB - reversibile

Calcoliamo le coordinate che ci servono. Dimentichiamo p e concentriamoci su T e V

V_B | $p_A = p_B \Rightarrow \dfrac{nRT_A}{V_A} = \dfrac{nRT_B}{V_B} \Rightarrow V_B = 26.7 \times 10^{-3}\ m^3$

Adiabatica BC

$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \quad \text{ma } T_C = T_A$$

da cui

$$V_C = 41.1 \times 10^{-3}\ m^3$$

$$\eta = \frac{L}{Q_{ass}} = 1 + \frac{Q_{ced}}{Q_{ass}} = 1 + \frac{Q_{CA}}{Q_{AB}} = 1 + \frac{nRT_A \ln \frac{V_A}{V_C}}{n c_p (T_B - T_A)}$$

$Q_{CA} = -1797\ J$ $\qquad Q_{AB} = 2079\ J$

$$\eta = 1 - \frac{1797}{2079} = 0.136 \sim \boxed{14\%}$$

$\Delta S_U = \emptyset$!!! Macchina reversibile

---

② AB irreversibile - cosa cambia?

Il lavoro è sempre $p_A (V_B - V_A)$ perché la pressione esterna si assume costante.

Ora in questo caso cosa cambia?

Il ~~eff~~ rendimento è lo stesso!!! Ma

ATTENZIONE! IL RENDIMENTO È COMUNQUE MINORE DI

$$\eta_C = 1 - \frac{T_A}{T_B} = 0.25$$

Quindi in entrambi i casi la macchina reversibile o irreversibile ha un rendimento inferiore a quello di una macchina di Carnot.

Come sarà ΔS_U? Vediamolo!

Calcoliamo ΔS_U per le SOLE trasformazioni irreversibili ovvero $\Delta S_{U_{AB}} = \Delta S_{AMB}^{(AB)} + \Delta S_{SIS}^{(AB)}$

$$\Delta S_{SIS}(AB) = \int_{T_A}^{T_B} \frac{n c_p \, dT}{T} = n c_p \ln \frac{T_B}{T_A} > 0$$

$$\Delta S_{AMB}(AB) = \frac{-Q_{AB}}{T_B} = \frac{n c_p (T_A - T_B)}{T_B} < 0$$

$$\Delta S_U(AB) = n c_p \left(\ln \frac{T_B}{T_A} + \cancel{\frac{T_A - T_B}{T_B}} \right)$$

$$= n c_p \left(\ln \frac{T_B}{T_A} + \frac{T_A}{T_B} - 1 \right)$$

$$= \frac{5}{2} R \left(0.288 + 0.750 - 1 \right) = 0.783 \ J/K$$

Es.2 La trasformazione è ADIABATICA, non essendoci contatto termico con l'ambiente, ed è IRREVERSIBILE in quanto non c'è equilibrio durante la trasformazione.

$Q = 0$; $\Delta U = n c_v (T_f - T_0)$; $L = -\Delta U$

Il lavoro è $\int_0^f p_e \, dV$ e poiché la pressione esterna è costante risulta essere

$$L = p_e (V_f - V_0) \qquad V_0 = \frac{nRT_0}{p_0} = 2.46 \times 10^{-3} m^3$$

quindi per il I PTD

$$n c_v (T_f - T_0) + p_e (V_f - V_0) = \phi$$

$n = 1$; $c_v = \frac{3}{2} R$; $T_0 = 300 \, K$; $p_e = 1.013 \times 10^5 \, Pa$,

Il gas raggiungerà la pressione finale uguale alla pressione esterna.

pertanto

$$V_1 = \frac{nRT_1}{p_1}$$

e l'equazione di sopra diventa

$$n c_v (T_1 - T_0) + p_1 \left(\frac{nRT_1}{p_1} - \frac{nRT_0}{p_0} \right) = \phi$$

$$\frac{3}{2} R (T_1 - 300) + 1 \left(\frac{RT_1}{1} - \frac{R \cdot 300}{10} \right) = 0$$

$$T_1 = 192 \, K \rightarrow V_1 = 15.75 \times 10^{-3} \, m^3$$

$$L = 1346.27 \, J$$

Per la variazione di entropia del gas basta calcolare

$$\Delta S_{gas} = n c_V \ln \frac{T_1}{T_0} + nR \ln \frac{V_1}{V_0}$$

$$= -5.57 + 15.44 = 9.87 \text{ J/K}$$

~~[illegible]~~ Possiamo calcolare la variazione di entropia dell'universo in quanto la trasformazione è adiabatica e quindi

$$\Delta S_U = \Delta S_{sis} = 9.87 \text{ J/K}$$

Es#3 ~~XIV~~ 2/3 2.6/4

Due gas perfetti ~~[illegible]~~ si trovano in due recipienti contigui, entrambi di volume V, isolati dal resto dell'~~mondo~~ universo. I gas hanno la stessa Temperatura ed n_1, n_2 moli. Si ~~toglie la parete~~ apre il rubinetto che li ~~separa~~ collega ed i gas si mescolano. ~~C~~Calcolare ΔS_U quando

a) i due gas sono ~~[illegible]~~ uguali ed $n_1 = n_2 = n$

b) i due gas sono uguali, ma $n_1 \neq n_2$

c) i due gas sono diversi

<u>In generale</u>

~~[illegible]~~ $\Delta S_U = \Delta S_{S_1} + \Delta S_{S_2} + \overset{\phi}{\overset{\shortparallel}{\Delta S_{AMB}}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$

a)

$\Delta S = \phi$ in quanto NON vi è alcuna variazione di pressione, di Volume, di Temperatura. Se ~~[illegible]~~ rimetto la parete trovo gli stessi due gas nella condizione iniziale! e $\Delta S_A = \phi$.

b) se $n_1 \neq n_2 \Rightarrow$ variazione di pressione! che si bilancia spontaneamente una parte di gas da un recipiente all'altro, quindi una parte di gas si sposta da un volume V ad un volume V_2. se $n_1 > n_2$ allora una quantità di gas pari a $(n_1 - n_2)$ raddoppia il suo volume e quindi

$$\Delta S = (n_1 - n_2) R \ln \frac{2V}{V} = n R \ln \frac{2V}{V} = n R \ln 2$$

~~se~~ ~~se~~ $n_2 = \phi \Rightarrow \Delta S = n_1 R \ln 2$

già visto ...

c) Se i due gas sono diversi allora n_1 riempie $2V$ da V e n_2 riempie $2V$ da V e quindi

$$\Delta S_4 = n_1 R \ln \frac{2V}{V} + n_2 R \ln \frac{2V}{V} = (n_1 + n_2) R \ln 2$$

INFATTI IMMAGINATE QUANTO LAVORO A RIMETTERE TUTTO COME PRI