

Fisica 1 per chimica industriale, compito esoneo 24/06/2014

Canale Giagu

Compito B

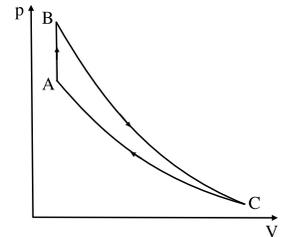
- Nome Cognome:

Numero matricola:

Tempo a disposizione 2h, è permessa la consultazione dei libri di testo/esercizi/appunti

Esercizio

In figura è rappresentato nel piano (V, p) il ciclo reversibile eseguito da una mole di gas perfetto monoatomico. La trasformazione AB consiste in un riscaldamento isocoro, la trasformazione BC è un'adiabatica reversibile, e la trasformazione CA una isoterma. Sapendo che la variazione di entropia nella trasformazione isocora è pari a $\Delta S_{AB} = S_B - S_A = 25 \text{ J/K}$, rispondere ai seguenti quesiti:



1. scrivere l'espressione (simbolica) del calore scambiato nelle tre trasformazioni e dire (giustificando quanto scritto) in quali trasformazioni il gas assorbe calore e in quali cede calore;
2. calcolare il valore del rapporto T_B/T_A (espressione e risultato numerico);
3. calcolare il rendimento del ciclo e confrontarne il valore con il rendimento del ciclo di Carnot operante tra le due temperature T_A e T_B .

[Nota: $dS = \delta Q/T \Rightarrow \delta Q = TdS$.]

Soluzione

1.)

$$\begin{aligned}Q_{AB} &= nc_V(T_B - T_A); \\ Q_{BC} &= 0; \\ \text{isoterma} : \Delta S &= \frac{Q}{T} \rightarrow Q_{CA} = T_A \Delta S_{CA}.\end{aligned}$$

Poichè $T_B > T_A$ allora $Q_{AB} > 0$, quindi assorbito, mentre poichè nel ciclo $Q_{tot} = 0$ allora $Q_{CA} = -Q_{AB} < 0$, quindi ceduto.

2.)

Calcolando esplicitamente la variazione di entropia nella trasformazione AB:

$$\begin{aligned}\Delta S_{AB} &= \int \frac{\delta Q}{T} = nc_V \int \frac{dT}{T} = nc_V \ln \frac{T_B}{T_A} \\ \rightarrow \ln \frac{T_B}{T_A} &= \frac{\Delta S_{AB}}{nc_V} \rightarrow \frac{T_B}{T_A} = e^{\frac{\Delta S_{AB}}{nc_V}} = e^{\frac{\Delta S_{AB}}{\frac{3}{2}R}} = 7.4.\end{aligned}$$

3.)

Per definizione di rendimento:

$$\eta = \frac{Q_{ass} - |Q_{ced}|}{Q_{ass}} = \frac{Q_{AB} - |Q_{CA}|}{Q_{AB}} = \frac{1 - \frac{|Q_{CA}|}{Q_{AB}}}{1} = 1 - \frac{T_A \Delta S_{CA}}{nc_V(T_B - T_A)}.$$

ΔS_{CA} è ricavabile sapendo che nel ciclo $\Delta S_{tot} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{CA} = 0 \rightarrow S_{CA} = -\Delta S_{AB}$, per cui:

$$\eta = 1 - \frac{T_A \Delta S_{AB}}{nc_V(T_B - T_A)} = 1 - \frac{\Delta S_{AB}}{nc_V \left(\frac{T_B}{T_A} - 1\right)} = 1 - \frac{\Delta S_{AB}}{\frac{3}{2}R \left(\frac{T_B}{T_A} - 1\right)} = 1 - 0.31 = 0.69.$$

Questo va confrontato con il rendimento di un ciclo di Carnot che operi tra le temperature T_A e T_B : $\eta_c = 1 - T_A/T_B = 1 - e^{-\frac{\Delta S_{AB}}{nc_V}} = 0.86 > \eta$ come atteso.