

Problema N° 23

Due moli di gas perfetto monoatomico compiono il seguente ciclo di trasformazioni:

AB) compressione isoterma reversibile, dallo stato A ($T_A = 300 \text{ K}$;

$V_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$) allo stato B in cui si è dimezzato il volume;

BC) espansione isobara reversibile, fino allo stato C con $V_C = V_A$;

CA) trasformazione che chiude il ciclo, in cui si ha una variazione di entropia dell'ambiente pari a $\Delta S_{amb.(CA)} = 30 \text{ J/K}$.

Determinare:

- 1) le coordinate termodinamiche dello stato C;
- 2) se la trasformazione CA è reversibile.

Sapendo inoltre che il lavoro netto compiuto dal gas durante l'intero ciclo vale

$L_{tot} = 2000 \text{ J}$, determinare:

- 3) se la trasformazione CA è isocora;
- 4) il calore Q_{CA} scambiato dal gas durante la trasformazione CA.

Traccia della soluzione

$$\bullet \quad p_A = \frac{2RT_A}{V_A} = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 300}{2 \cdot 10^{-2}} = 2,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_B = \frac{2RT_B}{V_B} = \frac{2RT_A}{\frac{1}{2}V_A} = 2p_A = 4,99 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_C = p_B ; V_C = V_A \Rightarrow T_C = \frac{2p_A V_A}{2R} = 2T_A = 600 \text{ K}$$

$$\bullet \quad \Delta S_{AB}^{amb} = - \left(2R \ln \frac{V_B}{V_A} \right) = -2R \ln 0,5 = 11,52 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{BC}^{amb} = - \left(5R \ln \frac{T_C}{T_B} \right) = -5R \ln 2 = -28,80 \text{ J/K}$$

$$\Rightarrow \Delta S_{tot}^{amb} = 11,52 - 28,8 + 30 = 12,72 \text{ J/K} \Rightarrow \text{irreversibile}$$

$$\bullet \quad L_{AB} = \int_A^B p dV = 2RT_A \ln \frac{V_B}{V_A} = 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot \ln 0,5 = -3456 \text{ J}$$

$$L_{BC} = V_C - V_B \quad p_B = \frac{1}{2} V_A \cdot p_B = 10^{-2} \cdot 4,986 \cdot 10^5 = 4986 \text{ J}$$

$$\Rightarrow L_{CA} = L_{tot} - L_{AB} - L_{BC} = 2000 + 3456 - 4986 = 470 \neq 0$$

$$\bullet \quad Q_{CA} = \Delta U_{CA} + L_{CA} = nc_V \Delta T + L_{CA} =$$

$$= 2 \frac{3}{2} R T_A - T_C = 3 \cdot 8,31 \cdot 300 - 600 + 470 = -7479 + 470 = -7009 \text{ J}$$