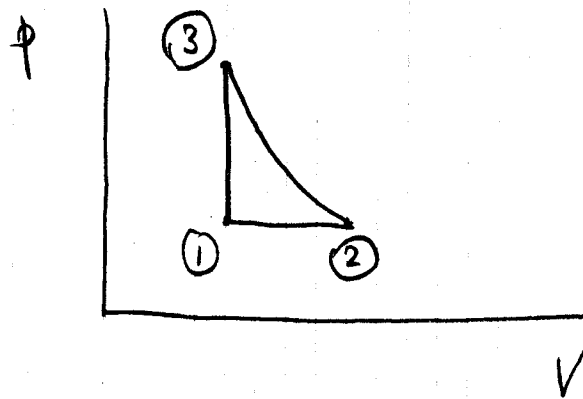


## Esercizio

(1)

Ad un grammo di aria, considerato come un gas perfetto biatomico di peso molecolare  $\mu = 29$  g/mole, viene fatto compiere un ciclo formato da 3 trasformazioni: un'espansione isobara, una compressione isoterma ed una isocora. Sapendo che  $V_1 = 1$  lt,  $p_1 = 1$  atm e  $V_2 = 2V_1$ , trovare le lavoro compiuto dal gas, il calore fornito al gas e la variazione di entropia.

## Soluzione



$$L = \int p \, dV$$

$$L_{1,2} = \int_{1}^{2} p \, dV = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 V_1 = 10^{-3} \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 1,013 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$L_{2,3} = \int_{2}^{3} p \, dV = \int_{2}^{3} \frac{nRT}{V} \, dV = nRT_2 \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{V} =$$

$$= nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = p_2 V_2 \ln \frac{1}{2} = 2p_1 V_1 \ln 0,5 =$$

$$= 2 \cdot 1,013 \cdot 10^2 \ln 0,5 = -140,4 \text{ J}$$

$$L_{3,1} = 0$$

$$L = L_{1,2} + L_{2,3} + L_{3,1} = 101,3 - 140,4 + 0 = -39,1 \text{ J} \quad (2)$$

$$\Delta Q = \Delta U + L = 0 - 39,1 = -39,1 \text{ J}$$

↑  
per definizione

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = 0 \text{ J/K}$$

perché il ciclo è reversibile!  
Un ciclo reversibile appare nel  
piano pV come una linea  
chiusa.

Comunque

$$\Delta S_{1,2} = \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} = \int_{(1)}^{(2)} \frac{nC_p dT}{T} = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_1 V_1 = nRT_1$$

$$p_2 V_2 = nRT_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = 2 \quad \text{quindi} \quad n = m/\mu = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\Delta S_{1,2} = nC_p \ln 2 = 3,4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{7}{2} R \ln 2 = 0,69 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{2,3} = \int_{(2)}^{(3)} \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T} \Delta Q = \frac{1}{T} L = \frac{1}{T} \int_{(2)}^{(3)} p dV =$$

$$= \frac{1}{T} \int_{(2)}^{(3)} \frac{nRT}{V} dV = nR \ln \frac{V_3}{V_2} = nR \ln 0,5 = -0,20 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{3,1} = \int_{(3)}^{(1)} \frac{dQ}{T} = \int_{(3)}^{(1)} \frac{nC_v dT}{T} = nC_v \ln \frac{T_1}{T_3} = nC_v \ln 0,5 =$$

$$= 3,4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{5}{2} R \cdot \ln 0,5 = -0,49 \text{ J/K}$$

Donque

$$\Delta S_{RT} = \Delta S_{1,2} + \Delta S_{2,3} + \Delta S_{3,1} = 0,69 - 0,20 - 0,49 = 0 \text{ J/K}$$

Riappriamo qualche concetto sull'entropia. (3)

- 1) Nessun processo è possibile in cui l'entropia totale diminuisce, quando tutti i sistemi che prendono parte al processo sono stati presi in considerazione.
- 2) L'entropia di un sistema non isolato può diminuire se questo cede calore verso l'ambiente esterno e può essere in generale diverso da zero anche per trasformazione reversibile.
- 3) Se nello stesso processo identificati in 2) prendo<sup>pero</sup> in considerazione anche l'ambiente esterno e complessivamente ho un sistema isolato (cioè ho preso in considerazione tutti i sistemi che prendono parte al processo) la variazione totale di entropia (quella del sistema interno più quella dell'ambiente esterno) è nulla per una trasformazione reversibile e maggiore di zero per una trasformazione irreversibile.