

Due moli di idrogeno inizialmente alla temperatura $T_0 = 300\text{ K}$ e a pressione p_0 si espandono assorbendo il calore $Q = 5590\text{ J}$, fino a raggiungere uno stato finale a temperatura $T_1 = 400\text{ K}$ e pressione p_0 . Si dica se la trasformazione può essere un'isobara reversibile.

a patto che la pressione p_0 non sia troppo elevata rispetto alla pressione atmosferica

alla temperatura di 300 K e 400 K l'idrogeno gassoso può, con buona approssimazione,

essere considerato un gas perfetto **biatomico** e per un **gas perfetto** che esegua una

- **qualsiasi** - trasformazione (isocora, isobara, isoterma etc.) e

qualunque ne sia il tipo **reversibile** o **irreversibile** dallo stato termodinamico A

a quello B si ha
$$\Delta U = U_B - U_A = nc_V \Delta T \quad (\text{se } c_V \text{ e' costante})$$

per un gas perfetto **biatomico** $c_V = \frac{5}{2} R$

$$\Delta U = n c_V (T_1 - T_0) = n \frac{5}{2} R (T_1 - T_0)$$

$$n = 2 \quad R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad \text{e} \quad T_1 - T_0 = 100$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4157 \text{ J}$$

per il primo principio della termodinamica $L = Q - \Delta U$

$$\Rightarrow L = 5590 - 4160 = \mathbf{1433 \text{ J}}$$

se la trasformazione fosse **reversibile** si avrebbe che $dL = p dV$ ad ogni istante

durante la trasformazione e integrando per ottenere il lavoro totale

per una generica trasformazione reversibile si avrebbe $L = \int_{V_A}^{V_B} p dV$

espressione che per una trasformazione **isobara** reversibile diverrebbe

$$L = p \int_{V_A}^{V_B} dV = p(V_B - V_A)$$

relazione che in questo caso diverrebbe $L = p_0(V_1 - V_0)$

per assunzione gli stati iniziali e finali di una trasformazione sono sempre stati di equilibrio

e dato che il sistema in esame è un gas perfetto si potrà applicare l'equazione di stato

dei gas perfetti nello stato iniziale e in quello finale della trasformazione

nello stato iniziale $p_0 V_0 = nRT_0 \quad \Rightarrow \quad V_0 = \frac{nRT_0}{p_0}$

mentre nello stato finale si ha $p_1 V_1 = nRT_1$

ovvero $p_0 V_1 = nRT_1$ dato che la pressione rimane fissa al valore p_0

dividendo membro a membro si ha $\frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1}{T_0} = \frac{4}{3} \quad \Rightarrow \quad V_1 = \frac{4}{3} V_0$

dunque
$$L = p_0(V_1 - V_0) = p_0 \left(\frac{4}{3}V_0 - V_0 \right)$$

$$= \frac{1}{3} p_0 V_0 = \frac{1}{3} nRT_0 \quad \text{dato che} \quad V_0 = \frac{nRT_0}{p_0}$$

quindi $L = \mathbf{1663 \text{ J}}$ da confrontare con il lavoro di $\mathbf{1433 \text{ J}}$ effettivamente svolto dal gas

quindi e' impossibile che la trasformazione sia un' isobara reversibile

Backup Slides