Formulaire de thermodynamique

Commencer par définir le système et la transformation

Les transformations

Le premier principe

$(E_{\text{tot}} = E_{\text{macro}} + U)$

$$\boxed{\delta Q = \mathrm{d}E_{\text{tot}} - \delta W}$$

$$\left(\text{souvent } \delta Q = \mathrm{d}U - \delta W \text{ si } \mathrm{d}E_{\text{macro}} = 0\right)$$

$$\left(\text{si monobare et pression uniquement } \delta Q = \mathrm{d}H\right)$$

$$\left(\text{si ouvert } \mathrm{d}h + \mathrm{d}e_c + \mathrm{d}e_p = \delta w_u + \delta q\right)$$

Le second principe

$$\boxed{\delta S_c = \mathrm{d}S - \delta S_{\text{éch}}}$$

$$\delta S_c \geqslant 0 \quad \text{et} \quad \delta S_{\text{éch}} = \frac{\delta Q}{T_{\text{ext}}} \quad \left(= \frac{\delta Q}{T} \text{ si Q.S.}\right)$$

$$\left(\text{si ouvert } \mathrm{d}s = \delta s_c + \delta s_{\text{éch}}\right)$$

Exemples communs pour le GP

→ isotherme (⇐ lente) $\quad P_i\,V_i = P_f\,V_f$

→ isochore $\quad P_i\,T_i^{-1} = P_f\,T_f^{-1}$

→ isobare $\quad V_i\,T_i^{-1} = V_f\,T_f^{-1}$

→ adiabatique (⇐ rapide) et réversible

$$P_i\,V_i^{\gamma} = P_f\,V_f^{\gamma}$$

Les travaux et transferts thermiques

Pression

$$\delta W = -P_{\text{ext}}\,\mathrm{d}V$$

$$\left(= -P\,\mathrm{d}V \quad \text{si Q.S.}\right)$$

Électrique

$$\delta W = u\,i\,\mathrm{d}t = R\,i^2\,\mathrm{d}t$$

Puissance thermique

$$\delta Q = \mathcal{P}\,\mathrm{d}t$$

Les systèmes

Le gaz parfait

$(C_p - C_v = n\,R)$

$$\varrho = \frac{P\,M}{R\,T} \quad \text{ou} \quad P\,V = n\,R\,T$$

$$\mathrm{d}U = C_v\,\mathrm{d}T \quad \text{et} \quad \mathrm{d}H = C_p\,\mathrm{d}T$$

$$\mathrm{d}S = C_v\,\frac{\mathrm{d}T}{T} + n\,R\,\frac{\mathrm{d}V}{V} \quad \text{(HP)}$$

La phase incompressible indilatable

$$\varrho = \text{Cste} \quad \text{ou} \quad V = \text{Cste}$$

$$\mathrm{d}U = \mathrm{d}H = C\,\mathrm{d}T$$

$$\mathrm{d}S = C\,\frac{\mathrm{d}T}{T} \quad \text{(HP)}$$

Les fluides réels

→ changement de phase

$$\mathrm{d}H = L\,\mathrm{d}m \quad \text{et} \quad \mathrm{d}S = \frac{L\,\mathrm{d}m}{T_{\text{ch}}} \quad \text{(HP)}$$

→ utilisation de diagrammes thermo ($\ln P$, h) ou (T, s)

→ loi des moments (et idem pour s) $\quad x_v = \dfrac{h - h_\ell}{h_v - h_\ell}$