

P4 - Principes thermodynamiques et applications - L'essentiel

- Une transformation élémentaire est une transformation dont l'état initial et l'état final sont infiniment proches. Les variations des variables et fonctions d'état au cours d'une telle transformation sont notées dT , dV , dP , dU , dS ... (à distinguer de δW et δQ !)

- Pour une transformation finie entre un état initial (1) et un état final (2), les variations des variables et fonctions d'état s'obtiennent en intégrant les variations infinitésimales.

$$\text{exemple : } \Delta U = U_2 - U_1 = \int_{(1)}^{(2)} dU$$

- Pour une grandeur f exprimée à partir de deux grandeurs u et v , l'expression de df en fonction de du et dv est appelée *différentielle* de f .

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)_v du + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)_u dv$$

$\left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)_v$: *dérivée partielle* de F par rapport à la variable u (la variable v étant maintenue constante)

- Premier principe Pour une transformation élémentaire d'un système fermé,

$$dU + dE_c = \delta W + \delta Q$$

- Second principe Pour une transformation élémentaire d'un système fermé,

$$dS = \delta \mathcal{S}_{\text{échangée}} + \delta \mathcal{S}_{\text{créée}}$$

$$\delta \mathcal{S}_{\text{ech}} = \frac{\delta Q}{T_f} \quad (T_f: \text{température de la source avec laquelle } \delta Q \text{ est échangée)}$$

$$\delta \mathcal{S}_{\text{cr}} \geq 0 \quad (\delta \mathcal{S}_{\text{cr}} = 0 \Leftrightarrow \text{la transformation est réversible})$$

- Expression du travail élémentaire des forces de pression : $\delta W_{\text{Fp}} = - P_{\text{ext}} dV$

Pour une transformation réversible (ou mécaniquement réversible) : $\delta W_{\text{Fp,rev}} = - P dV$

- Pour les systèmes fermés recevant comme seul travail celui des forces de pression,

$$dU = T dS - P dV$$

(identité thermodynamique)

- On peut réécrire les deux principes avec les grandeurs massiques (intensives, indépendantes de la taille du système étudié) :

$$\Delta u + \Delta e_c = w + q$$

w est le travail massique (en J.kg^{-1}), q est le transfert thermique massique (en J.kg^{-1})

$$\Delta s = \varepsilon_{\text{ech}} + \varepsilon_{\text{cr}}$$

ε_{ech} est l'entropie massique échangée

ε_{cr} est l'entropie massique créée