

Le premier principe de la thermodynamique

Résumé

I Définitions

Définition : énergie interne et énergie totale

L'énergie interne d'un système thermodynamique notée U est définie par :

$$U = E_{c,micro} + E_{p,micro}.$$

L'énergie totale d'un système est :

$$\mathcal{E}_T = U + E_{c,macro}$$

Définition : Capacité thermique à volume constant

La capacité thermique à volume constant d'un système est définie par :

$$C_v = \frac{dU}{dT};$$

en considérant le volume constant.

On définit aussi $C_{V,m} = \frac{C_V}{n}$ et $c_V = \frac{C_V}{m}$ les capacités thermiques à volume constant molaire et massique.

Pour un gaz parfait monoatomique $C_V = \frac{3}{2}nR$ et pour un diatomique $C_V = \frac{5}{2}nR$. Ainsi l'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de sa température.

Pour une phase condensée $\Delta U = mc_v\Delta T$.

Définition : fonction d'état

Une grandeur physique est une fonction d'état si sa valeur à l'équilibre est définie uniquement par la valeur des variables d'état à l'équilibre et est indépendante du chemin suivi pour atteindre l'équilibre.

II Premier principe

Énoncé du premier principe : l'énergie interne d'un système thermodynamique est une fonction d'état extensive et telle que dans un référentiel galiléen :

$$\Delta(E_c + U) = W + Q.$$

III Enthalpie

Définition : Enthalpie d'un système

L'enthalpie d'un système est définie par :

$$H = U + PV.$$

Pour un système en évolution monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et l'état final :

$$\Delta H = W' + Q$$

avec W' le travail des forces autres que celles de pression.

Définition : Capacité thermique à pression constante

La capacité thermique à pression constante d'un système est définie par :

$$C_p = \frac{dH}{dT};$$

en considérant la pression constante.

On définit aussi $C_{P,m} = \frac{C_P}{n}$ et $c_P = \frac{C_P}{m}$ les capacités thermiques à volume constant molaire et massique.

Pour le gaz parfait : $C_P = C_V + nR$, on définit d'ailleurs $\gamma = C_P/C_V$. Pour les phases condensées : $c_V = c_P = c$ capacité thermique massique.

IV travail des forces de pressions

Travail des forces de pression : le travail des forces de pression est donné par :

$$W_P = - \int_{V_i}^{V_f} P_{ext} dV.$$

V Premier principe pour un système en écoulement

Premier principe en milieu ouvert :

$$m\Delta(e_c + h) = W_u + Q.$$

Avec W_u le travail utile, c'est-à-dire le travail des forces autres que les forces de pression. En notant D_m le débit massique :

$$D_m \Delta(e_c + h) = P_u + P_{therm}.$$