Formulaire de Thermodynamique

Raphaël Jamann

1 Les Lois de Newton

- **2ème loi de Newton : principe fondamental de la dynamique (PFD)**
  Les forces sont à l'origine du mouvement : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \dfrac{\mathrm{d}\vec{p}}{\mathrm{d}t} = m\vec{a}$ dans un référentiel galiléen.
- **3ème loi de Newton : principe des actions réciproques**
  Si deux points sont en interaction, on a deux forces : $\vec{f_{1/2}} = -\vec{f_{2/1}}$
  Une force unique existant seule n'existe pas, d'où la résultante nulle des forces intérieures à un système.

2 Définitions

2.1 Moment cinétique

$$\begin{aligned}\vec{\sigma} &= \vec{OM} \wedge \vec{p}\\ &= \vec{OM} \wedge m\vec{v}\\ &= r\vec{e_r} \wedge mr\dot{\theta}\vec{e_\theta}\\ &= mr^2\dot{\theta}\vec{e_z}\\ &= J\vec{\Omega}\end{aligned}$$

- Moment d'inertie :
  $J = mr^2$ (grandeur d'inertie)
- Vecteur rotation instantané :
  $\vec{\Omega} = \dot{\theta}\vec{e_z}$ (grandeur cinématique)

$$\frac{\mathrm{d}\vec{\sigma}}{\mathrm{d}t} = \sum \vec{\mathcal{M}}_{ext}$$

2.2 Énergie cinétique

$$\varepsilon_c = \frac{1}{2}mv^2 \qquad \frac{\mathrm{d}\varepsilon_c}{\mathrm{d}t} = \sum P_{ext}$$

2.3 Énergie mécanique

Définition de l'énergie mécanique :

$$E_M = E_C + \sum E_P$$

2.4 Quantité de mouvement

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad \frac{\mathrm{d}\vec{p}}{\mathrm{d}t} = \sum \vec{F_{ext}}$$
$$m\vec{a} = \sum \vec{F_{ext}}$$

2.5 Travail d'une force

Le travail mécanique représente la quantité d'énergie échangée entre le système et le milieu extérieur et pouvant être transformée d'une forme en une autre.

Pour une force constante, $W_{A \to B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$

On note aussi, $\delta W = \vec{F} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$, ce qui donne pour une force quelconque :

$$W_{A \to B}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

3 Les théorèmes importants

3.1 Théorème de l'énergie mécanique

Dans un référentiel galiléen, la variation d'énergie mécanique d'un point matériel est égale à la somme des travaux des forces non-conservatives :

$$\Delta E_M = E_M(B) - E_M(A) = \sum_i W_{A \to B}(\vec{F}_{i,\mathbf{nc}}) = W_{A \to B}(\vec{F}_{ext,\mathbf{nc}})$$

3.2 Théorème de l'énergie cinétique (TEC)

Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un point matériel est égale à la somme des travaux de toutes les forces :

$$\Delta E_C = E_C(B) - E_C(A) = \sum_i W_{A \to B}(\vec{F}_i) = W_{A \to B}(\vec{F}_{ext})$$

$$\mathrm{d}E_c = \delta W_{(\vec{F})}$$

3.3 Théorème du moment cinétique (TMC)

Pour un point matériel en rotation autour d'un axe fixe Δ ($J_\Delta \ddot{\theta}$ la dérivée du moment cinétique sur Δ) :

$$\sum \mathcal{M}_{\vec{F}}(\Delta) = J_\Delta \ddot{\theta} = J_\Delta \dot{\omega}$$