Énergétique

Formulaire

À savoir par cœur ! v1.3

Lycée Jean Zay – 21 rue Jean Zay – 63300 Thiers – Académie de Clermont-Ferrand

1 Énergie cinétique (ne dépend pas du point d'écriture)

1.1 Cas général

$$\boxed{2\,E_{c(S/R)} = \left\{\mathcal{V}_{S/R}\right\} \otimes \left\{\mathcal{C}_{S/R}\right\}}$$

$$\text{Comoment :}\ {}_A\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{\Omega_{S/R}}\\ \overrightarrow{V_{A\in S/R}}\end{array}\right\} \otimes {}_A\left\{\begin{array}{c}m\,\overrightarrow{V_{G\in S/R}}\\ \overrightarrow{\sigma_{A\in S/R}}\end{array}\right\} = \overrightarrow{\Omega_{S/R}}\cdot\overrightarrow{\sigma_{A\in S/R}} + \overrightarrow{V_{A\in S/R}}\cdot m\,\overrightarrow{V_{G\in S/R}}$$

1.2 Cas particuliers

- A est fixe dans R : $2\,E_{c(S/R)} = \overrightarrow{\Omega_{S/R}}\cdot\left(\bar{\bar{I}}_{(A,S)}.\overrightarrow{\Omega_{S/R}}\right)$
- A est confondu avec G : $2\,E_{c(S/R)} = m\,\overrightarrow{V_{G\in S/R}}^2 + \overrightarrow{\Omega_{S/R}}\cdot\left(\bar{\bar{I}}_{(G,S)}.\overrightarrow{\Omega_{S/R}}\right)$
- S en translation par rapport à R : $2\,E_{c(S/R)} = m\,\overrightarrow{V_{G\in S/R}}^2$
- S en rotation autour d'un axe fixe dans R : $2\,E_{c(S/R)} = J\omega^2$

1.3 Cas d'un ensemble de solides (E)

$$E_{c(E/R)} = \sum_{i=1}^{n} E_{c(S_i/R)}$$

2 Puissance

2.1 Puissance développée par une action extérieure à un solide S

2.1.1 Expression générale

$$\boxed{P_{\text{ext}\to S/R} = \left\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\right\} \otimes \left\{\mathcal{V}_{S/R}\right\}}$$

$$\text{Comoment :}\ {}_A\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{R\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}}\\ \overrightarrow{M_A\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}}\end{array}\right\} \otimes {}_A\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{\Omega_{S/R}}\\ \overrightarrow{V_{A\in S/R}}\end{array}\right\} = \overrightarrow{R\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}}\cdot\overrightarrow{V_{A\in S/R}} + \overrightarrow{M_A\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}}\cdot\overrightarrow{\Omega_{S/R}}$$

2.1.2 Cas particuliers

- $\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}$ est un glisseur : $P_{\text{ext}\to S/R} = \overrightarrow{R\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}} \cdot \overrightarrow{V_{A\in S/R}} = \overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{V}$
- $\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}$ est un torseur couple : $P_{\text{ext}\to S/R} = \overrightarrow{M_A\{\mathcal{T}_{\text{ext}\to S}\}} \cdot \overrightarrow{\Omega_{S/R}} = \overrightarrow{C} \cdot \overrightarrow{\omega}$

2.2 Puissance des inter-efforts (nulle si la liaison $\mathscr{L}_{S_1/S_2}$ est parfaite)

$$P_{S_1\leftrightarrow S_2} = P_{S_1\to S_2/R} + P_{S_2\to S_1/R} = \boxed{\{\mathcal{T}_{S_1\to S_2}\} \otimes \{\mathcal{V}_{S_2/S_1}\}}$$

3 Théorème de l'Énergie Cinétique (Théorème Énergie/Puissance)

3.1 Pour un solide S

$$\boxed{\frac{dE_{c(S/R)}}{dt} = P_{\bar{S}\to S/R}}$$

3.2 Pour un ensemble de solides (E)

$$\frac{dE_{c(E/R)}}{dt} = P_{\bar{E}\to E/R} + \sum_{i,j=1}^{n} P_{S_i\leftrightarrow S_j}$$

$$\boxed{\frac{dE_{c(E/R)}}{dt} = P_{\bar{E}\to E/R} + P^E_{\text{int}}}$$

4 Méthode

- Faire le bilan des actions extérieures et calculer leurs puissances ;
- Faire le bilan des liaisons parfaites car dans ce cas la puissance des inter-efforts est nulle ;
- Calculer la puissance des inter-efforts restants. ;
- Appliquer le Théorème de l'Énergie Cinétique.

5 Utilisation du Théorème de l'Énergie Cinétique

On utilisera préférentiellement le TEC lorsque l'on souhaite obtenir une unique inconnue ou une seule équation de mouvement (problème à un paramètre d'effort extérieur pilote, à une mobilité cinématique...).

Cette relation unique est une combinaison des 6 équations fournies par le PFD. **Ce n'est pas** une relation supplémentaire.

L'utilisation du TEC conduit à une approche globale dont la résolution est plus rapide.