

6 Systèmes de particules, collisions

■ Centre de masse (ou centre d'inertie ou barycentre)

➤ Le centre de masse G d'un système de N masses m_i placées en M_i est défini par :

$$\vec{OG} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{OM}_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad \text{ou encore} \quad \sum_{i=1}^N m_i \vec{GM}_i = \vec{0}$$

■ Quantité de mouvement

➤ La quantité de mouvement d'un système de N masses m_i se déplaçant à la vitesse \vec{v}_i est définie par :

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i = M \vec{v}_G \quad \text{avec} \quad M = \sum_{i=1}^N m_i, \quad \vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

■ 2^e loi de Newton

➤ Pour un système de particules, on distingue les **forces externes**, exercées par le milieu extérieur, des **forces internes**, exercées par les autres masses du système.

➤ D'après la 3^e loi de Newton : $\sum \vec{F}_{int} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \sum \vec{F}_{ext} + \sum \vec{F}_{int} = \sum \vec{F}_{ext}$.

➤ La 2^e loi de Newton s'écrit alors : $\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} = M \vec{a}_G$

➤ Si le système est **isolé** : $\vec{P} = \text{cste}$

■ Energie

➤ L'énergie cinétique du système s'écrit : $E_c = \sum_{i=1}^N E_{ci} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N m_i v_i^2$

➤ Le **théorème de l'énergie cinétique** appliqué au système s'écrit dans un référentiel galiléen :

$$\Delta E_c = \sum W_{ext} + \sum W_{int}$$

Il fait intervenir le travail de *toutes* les forces, internes et externes, exercées sur le système !

➤ $\sum W_{int} = 0$ si le système est rigide.
 $\sum W_{int} \neq 0$ en général si le système est déformable.

⚠ Si la résultante des forces internes est toujours nulle, $\sum W_{int}$ peut être $\neq 0$!

■ Collisions

- Une **collision** est une interaction très brève, localisée dans l'espace et d'intensité très grande devant les forces externes.
- Lors d'une collision, **la quantité de mouvement du système est conservée** : $\vec{P}_{\text{avant}} = \vec{P}_{\text{après}}$.
- Lors d'une collision, $\vec{v}_G = \overrightarrow{\text{cste}}$: **G a un mouvement rectiligne uniforme.**
- Lors d'une **collision élastique**, l'énergie cinétique du système est conservée : $E_{c,\text{avant}} = E_{c,\text{après}}$.
- Lors d'une **collision élastique contre un mur**, le vecteur vitesse est réfléchi par le mur.
- Une collision est **parfaitement inélastique**, lorsque les corps restent collés ensemble après la collision.