Quantité de mouvement

1 Question de cours

Exercice 1

Redémontrer la formule donnant l'énergie cinétique E_2 d'une particule de masse m_2 initialement au repos après avoir subi un choc élastique avec une particule incidente d'énergie cinétique initiale E_0 et de masse m_1. Que devient cette relation dans le cas $m_2 \gg m_1$?

Exercice 2

Comment s'écrit le principe fondamental de la dynamique en fonction de la quantité de mouvement ? Comment s'écrit-il lorsque la masse du système est constante ? Comment s'écrit-il lorsque la masse varie ?

Exercice 3

Définir ce qu'est le centre d'inertie d'un système.

Exercice 4

Définir ce que sont les chocs élastiques et inélastiques et dire quelles sont les quantités conservées dans ces chocs.

Exercice 5

Démontrer le principe de l'action et de la réaction en utilisant la conservation de la quantité de mouvement.

2 Exercices

Exercice 1

Une bille lâchée depuis une hauteur h rebondit sur le sol.

i. On définit le coefficient de restitution k comme le rapport des célérités de la bille juste après et avant le choc. Entre quelles valeurs limites k est-il compris, et quel type de choc définissent-elles ?

ii. La bille subit un grand nombre de rebonds successifs jusqu'à ce qu'elle s'immobilise. Déterminer la distance totale parcourue D et le temps T écoulé jusqu'à immobilisation. On évaluera ces deux termes dans le cas d'une bille d'acier tombant de 1 m sur de l'acier ($k \sim 0,9$).

Exercice 2

Un objet de masse m et de vitesse $\vec{v}_0$ (énergie cinétique E_0) entre en collision avec un objet de masse m_2 initialement au repos, les deux objets formant ensuite un agglomérat (choc mou) : par exemple deux boules de pâte à modeler qui se collent, deux voitures qui s'encastrent, deux noyaux atomiques qui fusionnent... C'est le cas extrême des chocs inélastiques (pas de rebonds).

i. Calculer la vitesse $\vec{V}$ de l'agglomérat et en déduire son énergie cinétique E.

ii. Vérifier qu'il s'agit bien d'un choc inélastique. Où est passée l'énergie cinétique perdue ? Commenter les exemples ci-dessus.

Exercice 3

Deux particules identiques dont l'une est initialement au repos s'éloignent après un choc élastique.

i. Montrez que dans le cas non-relativiste, les deux directions après le choc sont orthogonales. Le démontrer à partir du produit scalaire $\vec{v}_1.\vec{v}_2$ et directement à partir de la formule générale :

$$E_2 = \frac{4\,m_1\,m_2}{(m_1+m_2)^2}\,E_0\,\cos^2\phi.$$

ii. Comment est modifié l'angle entre les directions si la particule incidente a une vitesse très proche de c (cas ultra-relativiste) ? On commencera par vérifier que dans ce cas on peut écrire $E \sim pc$ en utilisant les expressions relativistes de la quantité de mouvement $\vec{p} = \gamma\, m_0\, \vec{v}$ et de l'énergie totale $E = \gamma\, m_0\, c^2$, où $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$, m_0 étant la masse au repos de la particule.