

EXPLOSION D'UN SOLIDE EN DEUX MORCEAUX CONSERVATION DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT.

Au cours d'une explosion, l'énergie disponible E_D peut être d'origine chimique (un fusil tire une balle), musculaire (deux patineurs immobiles se repoussent), nucléaire (un noyau père produit un noyau fils et une particule α), mécanique (dans un pistolet à ressort, dans un fusil à air comprimé), magnétique (deux aimants liés se repoussent une fois libérés), etc..

Le système étudié est constitué du solide initial de masse m et de vitesse nulle dans le référentiel d'étude, qui se scinde en deux solides (1) et (2) de masses m_1 et m_2 , de vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_2 et d'énergies cinétiques E_{C1} et E_{C2} .

La conservation de la quantité de mouvement au cours de l'explosion impose que :

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0 \quad ; \quad \text{en valeurs, } m_1 v_1 = m_2 v_2.$$

La conservation de l'énergie implique que la somme des énergies cinétiques est égale à l'énergie disponible :

$$E_{C1} + E_{C2} = E_D \quad (\text{a})$$

Le rapport des énergies cinétiques des deux morceaux après l'explosion vaut :

$$\frac{E_{C1}}{E_{C2}} = \frac{\frac{1}{2} m_1 v_1^2}{\frac{1}{2} m_2 v_2^2} = \frac{\frac{1}{2} m_1 v_1 v_1}{\frac{1}{2} m_2 v_2 v_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (\text{b})$$

à partir des équations (a) et (b) on peut exprimer les énergies cinétiques des deux solides :

$$E_{C1} = \frac{E_D}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \quad \text{et} \quad E_{C2} = \frac{E_D}{1 + \frac{m_2}{m_1}}$$

expressions bien évidemment symétriques relativement aux indices 1 et 2.

Exemples :

Désintégration du Radium : ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$; $E_D = 4,87 \text{ MeV}$

$$E_{C\alpha} = \frac{E_D}{(1 + 4/222)} = 0,982 \times 4,87 \text{ MeV} = 4,78 \text{ MeV}$$

la particule α emporte 98% de l'énergie disponible sous forme d'énergie cinétique.

Désintégration du Néodyme : ${}^{144}_{60}\text{Nd} \rightarrow {}^{140}_{58}\text{Ce} + {}^4_2\text{He}$; $E_D = 1,90 \text{ MeV}$

$$E_{C\alpha} = \frac{E_D}{(1 + 4/140)} = 0,972 \times 1,90 \text{ MeV} = 1,85 \text{ MeV}$$

la particule α emporte 97% de l'énergie disponible sous forme d'énergie cinétique.

Le Néodyme 144 est l'émetteur α le moins massif.

Il est donc légitime d'affirmer que la totalité de l'énergie disponible est emportée par le noyau d'hélium dans une émission α (à, au maximum, 3% près).

Il est encore plus légitime, l'électron ou le positon étant 7200 fois moins massifs que la particule α , de considérer que toute l'énergie disponible se répartit entre le positon/électron et le neutrino/anti-neutrino dans une émission β (la démonstration, dans ce cas, doit être plutôt menée en utilisant les expressions relativistes de l'énergie cinétique et de la quantité de mouvement, mais les conclusions restent les mêmes).