

CH 16

FORMES ET CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

1. Énergies d'un objet ponctuel

1.1. Définition

On appelle objet ponctuel (ou point matériel) un objet dont les dimensions peuvent être considérées comme négligables à l'échelle du problème que l'on cherche à étudier. On considère que toute la masse de l'objet est concentrée en son centre de gravité.

1.2. Énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un objet est due au mouvement de cet objet.

L'énergie cinétique E_c (en joules) d'un objet ponctuel de masse m (en kilogramme) se déplaçant à la vitesse v (en m.s⁻¹) est égale au demi produit de sa masse par le carré de sa vitesse : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$

Remarques :

- Pour un solide (non ponctuel) en mouvement de translation, chaque point du solide a la même vitesse, par conséquent la formule précédente de l'énergie cinétique est également valable avec m la masse de l'objet et v la vitesse de l'un de ses points ;
- Comme la vitesse dépend du référentiel d'étude choisi alors il en est de même pour l'énergie cinétique.

1.3. Énergie potentielle de pesanteur

Faire gagner de l'altitude à un objet nécessite un effort afin de compenser à chaque instant l'effet du poids de l'objet : plus l'objet est placé en hauteur et plus il acquiert de l'énergie qu'il peut restituer ensuite sous forme d'énergie cinétique si on lâche cet objet.

L'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} (en joules) d'un objet ponctuel de masse m (en kilogrammes) dans le champ de pesanteur terrestre dépend de sa position par rapport à la Terre ; elle est donnée par l'expression : $E_{pp} = m \times g \times z$ avec g l'intensité de la pesanteur (en m.s⁻²) et z l'altitude de l'objet (en mètre).

La position de l'objet est repréée sur un axe vertical (Oz) orienté vers le haut.

L'énergie potentielle de pesanteur est nulle à l'origine de cet axe : $E_{pp}(O) = 0$.

Afin d'utiliser la relation donnant l'énergie potentielle de pesanteur, il faut définir le point choisi pour l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur.

1.4. Énergie mécanique

L'énergie mécanique d'un objet est égale à la somme de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle E_{pp} : $E_m = E_c + E_p$.

2. Conservation ou non de l'énergie mécanique d'un système

2.1. Définition

On appelle système l'objet ou l'ensemble d'objets que l'on étudie. Tout ce qui n'appartient pas au système constitue le milieu extérieur.

2.2. Cas de la chute libre

Un objet est en chute libre s'il n'est soumis qu'à l'action de son poids.

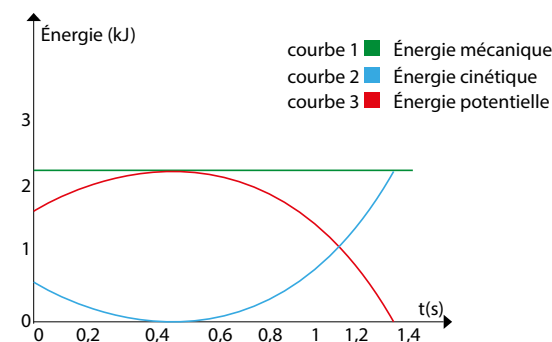
L'étude des lancers des projectiles met en évidence, qu'en l'absence de frottement, les énergies cinétique et potentielle varient mais leur somme reste constante.

Dans le cas d'une chute libre, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide s'échangent l'une et l'autre de sorte que l'énergie mécanique soit conservée (reste constante) : $E_m = E_c + E_{pp} = \text{constante}$.

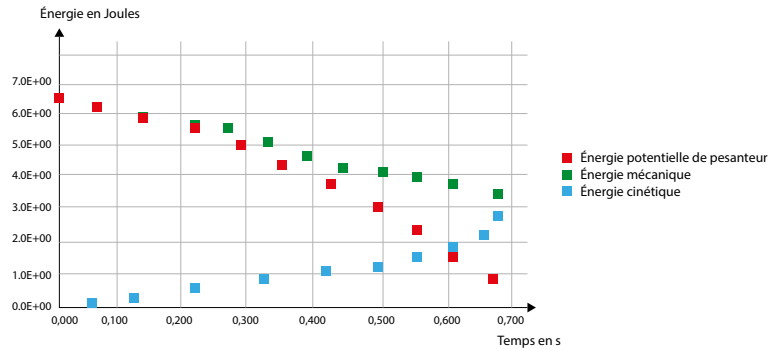
2.3. Mouvements avec frottements

Lors d'une chute d'une balle soumise à des frottements non négligables l'énergie mécanique n'est plus constante :

Variations des énergies au cours d'un plongeon :



Étude énergétique de la chute d'une balle :



Sans apport d'énergie du milieu extérieur, l'énergie mécanique d'un système ne se conserve pas s'il y a des frottements : elle décroît progressivement.

Le bouclier thermique d'une capsule spatiale entrant dans l'atmosphère subit des frottements intenses qui élèvent considérablement la température de la capsule. Dans un mouvement avec frottement, le transfert thermique est responsable de la disparition de l'énergie mécanique.

3. Conservation de l'énergie

3.1. Diverses formes d'énergie d'un système

D'autres formes d'énergie peuvent être mises en évidence :

- l'énergie mécanique d'une chute d'eau peut être convertie en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique
- au cours d'une réaction chimique (combustion par exemple), de l'énergie thermique peut être libérée et cédée au milieu extérieur : l'énergie chimique du système chimique diminue au cours de la réaction chimique
- au cours d'une réaction nucléaire, de l'énergie est libérée et cédée au milieu extérieur: l'énergie nucléaire diminue. À tout système, on peut associer une grandeur appelée énergie qui peut revêtir différentes formes (cinétique, potentielle, électrique, chimique, nucléaire...). L'énergie totale E d'un système est la somme de toutes ces formes d'énergie.

3.2. Modes de transfert d'énergie

Les échanges d'énergie d'un système avec l'extérieur peuvent se faire selon trois modes: transfert par des forces extérieures, par rayonnement ou transfert thermique. (Les trois modes de transfert d'énergie seront vus en Terminale)

3.3. Principe de conservation de l'énergie

- L'énergie est une grandeur qui ne peut être ni créée ni détruite.
- Si le système n'échange pas d'énergie avec le milieu extérieur alors son énergie reste constante ; c'est le principe de conservation de l'énergie.
- Si le système échange de l'énergie avec le milieu extérieur, l'augmentation ou la diminution de l'énergie totale du système est égale à l'énergie échangée avec le milieu extérieur.

3.4. Une application du principe de conservation de l'énergie : la découverte du neutrino

- Le physicien Ernest Rutherford (1871-1937) a découvert que lors de sa désintégration un noyau se désintègre en donnant un noyau fils et en émettant un électron
- En 1914, James Chadwick (1891-1974) mesure l'énergie de l'électron émis : le résultat est contraire au principe de conservation de l'énergie : en effet, la somme de l'énergie du noyau fils et de l'énergie de l'électron est inférieure à l'énergie du noyau père.
- En 1930, Wolfgang Pauli (1900-1958) propose que lors de cette désintégration, il y ait aussi émission d'une particule neutre qui emporte l'excédent d'énergie afin de satisfaire au principe de conservation d'énergie.
- En 1932, Chadwick découvre le neutron mais celui-ci a une masse trop importante pour être la particule prédite par Pauli.
- En 1933, Enrico Fermi (1901-1954) propose une théorie plus générale, qui prend en compte la particule de Pauli : la théorie de l'interaction faible. Il appelle neutrino cette particule (petit neutre)
- En 1956, le neutrino est mis en évidence expérimentalement.