

CHAPITRE 15 : FORMES ET CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mai 2016

I. Énergie cinétique

1. Étapes préliminaires à l'étude du mouvement d'un corps

- Avant toute chose, il faut définir le système d'étude : il s'agit de faire l'inventaire de tous les corps constituant le système qu'on se propose d'étudier.
- Il faut ensuite définir le référentiel d'étude : par rapport à quel corps de référence l'observateur étudie-t-il le mouvement du système ?
- En effet, toute l'étude du système dépend de ces choix : position, vitesse, accélération, énergies, etc.

I. Énergie cinétique

2. Vitesse instantanée

- **Définition** : on appelle vitesse instantanée d'un solide ponctuel la vitesse du solide à une date précise.
- **Remarque** : par approximation expérimentale, la vitesse instantanée est calculée comme la vitesse moyenne du solide pendant un très petit intervalle de temps.

I. Énergie cinétique

3. Expression de l'énergie cinétique

- **Définition** : l'énergie cinétique d'un système est l'énergie que possède ce système du fait de sa vitesse dans le référentiel d'étude.
- Pour un solide en translation, l'énergie cinétique a pour expression

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

- ⇒ E_C : énergie cinétique en joules (J)
- ⇒ m : masse du système en kilogrammes (kg)
- ⇒ v : vitesse instantanée en mètres par seconde ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

I. Énergie cinétique

4. Variations de l'énergie cinétique

- Lorsque la vitesse d'un système augmente, son énergie cinétique augmente :

$$\Delta E_C = E_C(\text{finale}) - E_C(\text{initiale}) > 0$$

- Lorsque la vitesse d'un système diminue, son énergie cinétique diminue :

$$\Delta E_C = E_C(\text{finale}) - E_C(\text{initiale}) < 0$$

II. Énergie potentielle de pesanteur

1. Expression de l'énergie potentielle de pesanteur

- **Définition** : l'énergie potentielle de pesanteur d'un système est l'énergie que possède ce système du fait de son altitude par rapport à une référence arbitraire choisie par l'observateur. Elle résulte du champ de pesanteur terrestre.
- Pour un système de masse m dont l'altitude du centre de gravité est z , l'énergie potentielle de pesanteur a pour expression

$$E_{PP} = m \cdot g \cdot z$$

- ⇒ E_{PP} : énergie potentielle de pesanteur en joules (J)
- ⇒ m : masse du système en kilogrammes (kg)
- ⇒ g : intensité de la pesanteur ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ou $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)
- ⇒ z : altitude du centre de gravité du système en mètres (m)

II. Énergie potentielle de pesanteur

2. Variations de l'énergie potentielle de pesanteur

- Lorsque le centre de gravité d'un système s'élève, son énergie potentielle de pesanteur augmente :

$$\Delta E_{PP} = E_{PP}(\text{finale}) - E_{PP}(\text{initiale}) > 0$$

- Lorsque le centre de gravité d'un système descend, son énergie potentielle de pesanteur diminue :

$$\Delta E_{PP} = E_{PP}(\text{finale}) - E_{PP}(\text{initiale}) < 0$$

III. Énergie mécanique d'un système

1. Définition

- **Définition** : l'énergie mécanique d'un système est la somme de ses énergies cinétiques et potentielles, soit $E_M = E_C + E_{PP}$

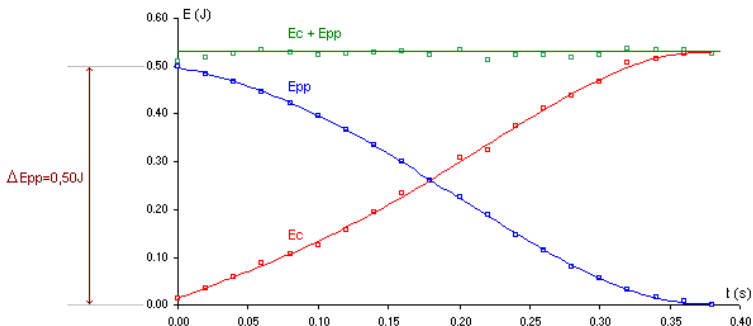
2. Conservation de l'énergie mécanique

- En l'**absence de frottements**, l'énergie mécanique d'un système se conserve (autrement dit, elle est constante).

III. Énergie mécanique d'un système

3. Un exemple concret

- Si on étudie, dans le référentiel terrestre, la chute verticale d'une balle lâchée sans vitesse initiale, on obtient les courbes d'énergie suivantes (voir T.P.).



III. Énergie mécanique d'un système

3. Un exemple concret

- Au fur et à mesure de la chute, son énergie potentielle de pesanteur diminue (courbe bleue) : $\Delta E_{PP} < 0$
- Au fur et à mesure de la chute, son énergie cinétique augmente car sa vitesse augmente (courbe rouge) : $\Delta E_C > 0$
- Pour la balle de golf, les frottements avec l'air sont négligeables devant les autres forces en présence (en première approximation) et on constate que l'énergie mécanique du système est constante (courbe verte) : $\Delta E_M = 0$
- On en déduit que $\Delta E_{PP} = -\Delta E_C$. On assiste donc à une conversion d'énergie : l'énergie potentielle de pesanteur est convertie en énergie cinétique.

III. Énergie mécanique d'un système

4. Non conservation de l'énergie mécanique

- Si le système est soumis à des forces de frottements, son énergie mécanique diminue au cours du temps.
- Il y a dissipation de cette énergie sous forme de chaleur (agitation thermique des particules constituant le système et l'environnement).

IV. Principe de conservation de l'énergie

1. Autres formes d'énergie

- Énergie thermique : due à l'agitation des particules (mesurable par la température)
- Énergie potentielle élastique : par exemple celle emmagasinée dans un ressort étiré ou comprimé
- Énergie électromagnétique : celle véhiculée par les photons
- Énergie chimique : celle libérée par une réaction chimique (oxydoréduction dans les piles, combustion, etc)
- Énergie électrique : stockée, par exemple, dans un condensateur
- Énergie nucléaire : résultant des interactions entre nucléons .../...

IV. Principe de conservation de l'énergie

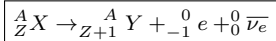
2. Principe de conservation

- Un principe ne se démontre pas. Jusqu'à présent, on a toujours constaté que l'énergie totale d'un système et du milieu extérieur se conserve.
- C'est une grandeur calculable avant et après un évènement et qui garde tout le temps la même valeur.
- Dans l'histoire des sciences, à chaque fois que l'on a cru que ce principe était violé, on a découvert une nouvelle forme d'énergie qui rétablissait ce principe.
- $E_{\text{totale}} = \text{constante}$ ou $\Delta E_{\text{totale}} = 0$

IV. Principe de conservation de l'énergie

3. Application à la découverte du neutrino

- La radioactivité β^- consiste en une transformation nucléaire au cours de laquelle est émis un électron : ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$
- En 1914, on mesure l'énergie de cet électron et on constate que les mesures sont contraires au principe de conservation de l'énergie : il manque de l'énergie entre l'état initial et l'état final.
- En 1931, le physicien Wolfgang PAULI propose que l'énergie manquante est emportée par une autre particule, pas encore détectée ni découverte : le neutrino.
- Cette particule neutre, de très faible masse, ne sera détectée qu'en 1956, attestant de la validité de la théorie de PAULI, affinée par Enrico FERMI.



EXERCICES

EN CLASSE : PP246-250 n°2, 12 et 22

À LA MAISON : PP247-252 n°10, 16, 17, 19, 25 et 26