

Chapitre 12

La conservation de l'énergie



Énergie cinétique



Mise en évidence

Vitesse d'un corps

A un instant donné, la vitesse d'un corps est le rapport de la distance parcourue entre deux instants très proches sur la durée de parcours :

$$V = d / \Delta t$$

m.s⁻¹ m s

Les conversions utiles :

$$V(\text{km.h}^{-1}) = 3,6 \times V(\text{m.s}^{-1})$$

$$V(\text{m.s}^{-1}) = V(\text{km.h}^{-1}) / 3,6$$



Vitesse d'un corps

Explication

$$\begin{array}{l} / 3,6 \quad \downarrow \quad V(\text{km.h}^{-1}) = 3,6 / 1 = 3,6 \text{ km.s}^{-1} \\ V(\text{m.s}^{-1}) = 3600 / 3600 = 1,0 \text{ m.s}^{-1} \quad \uparrow \quad \times 3,6 \end{array}$$

car $3,6 \text{ km} = 3600\text{m}$ et $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$



$$\begin{array}{l} V(\text{km.h}^{-1}) = 3,6 \times V(\text{m.s}^{-1}) \\ V(\text{m.s}^{-1}) = V(\text{km.h}^{-1}) / 3,6 \end{array}$$

Systemes étudiés

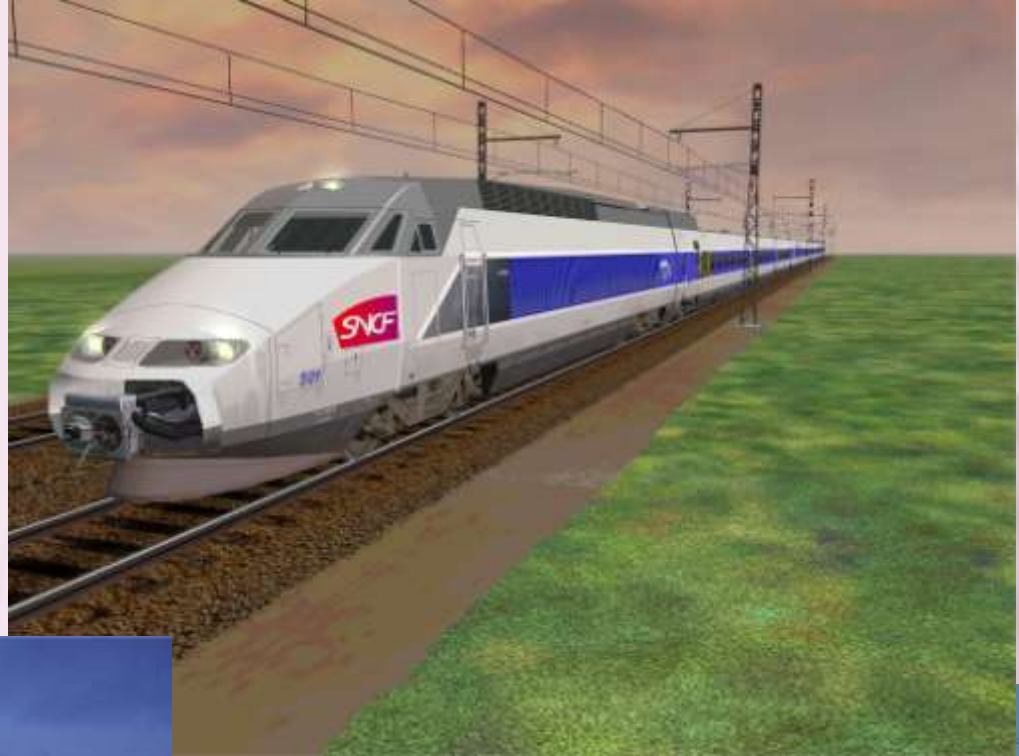
L'objet étudié constitue le système.

Un **corps ponctuel** est un corps dont les dimensions peuvent être assimilées à celle d'un point et **la vitesse de ce corps est celle du point**.

Si le corps n'est pas ponctuel, il est constitué par un **ensemble de points**.

Si ces points sont animés de **mouvements identiques**, le solide est **en translation** et la vitesse de chaque point est la **vitesse du solide**.

Exemples de translation



Expression

L'énergie cinétique d'un système de masse m et de vitesse V :

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

J kg m.s⁻¹

m étant soit la masse du point matériel, soit celle du solide.

V étant soit la vitesse du point matériel, soit celle du solide.

Remarque : E_c est une grandeur toujours positive.

Variation d'énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un corps peut varier entre deux instants et il est donc possible d'exprimer cette variation :

$$\Delta E_c = E_c(\text{final}) - E_c(\text{initial})$$

Attention ! Cette variation peut être positive, négative ou nulle.

Variation d'énergie cinétique

$$\Delta E_c = \text{état final} - \text{état initial}$$

Variation d'énergie cinétique

Pour l'exprimer, il faut définir les caractéristiques des états **initial et **final****

Variation d'énergie cinétique

m : masse du corps

E.I.:

V_A

$$\mathbf{Ec(A)} = \frac{1}{2} \mathbf{mV_A^2}$$

E.F.:

V_B

$$\mathbf{Ec(B)} = \frac{1}{2} \mathbf{mV_B^2}$$

Variation d'énergie cinétique

m : masse du corps

$$\Delta E_c = \text{final} - \text{initial}$$

$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A)$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m V_B^2 - \frac{1}{2} m V_A^2$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m (V_B^2 - V_A^2)$$

Étude de quelques cas particuliers

Dans le cas : $V_A < V_B$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m (V_B^2 - V_A^2) > 0$$

Dans le cas : $V_A > V_B$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m (V_B^2 - V_A^2) < 0$$

Dans le cas : $V_A = V_B$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m (V_B^2 - V_A^2) = 0$$

Énergie potentielle de pesanteur



Mise en évidence

Observation : Lorsqu'un objet tombe, sa vitesse et donc son énergie cinétique augmente. Ceci n'est possible que dans le cas de la conversion d'une énergie en une autre.

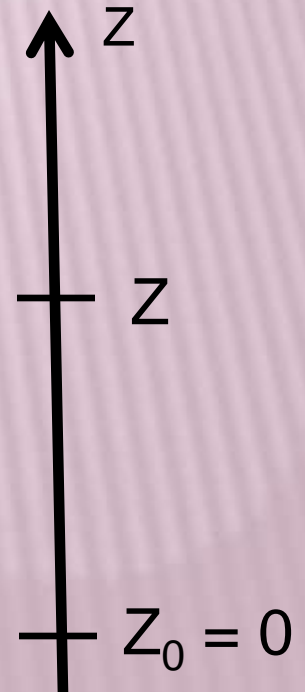
Du fait de son altitude et de la pesanteur, un corps de masse m possède une énergie potentielle de pesanteur.



Comment définir une altitude z ?

Elle se mesure par rapport à une **origine d'énergie potentielle définie arbitrairement**.

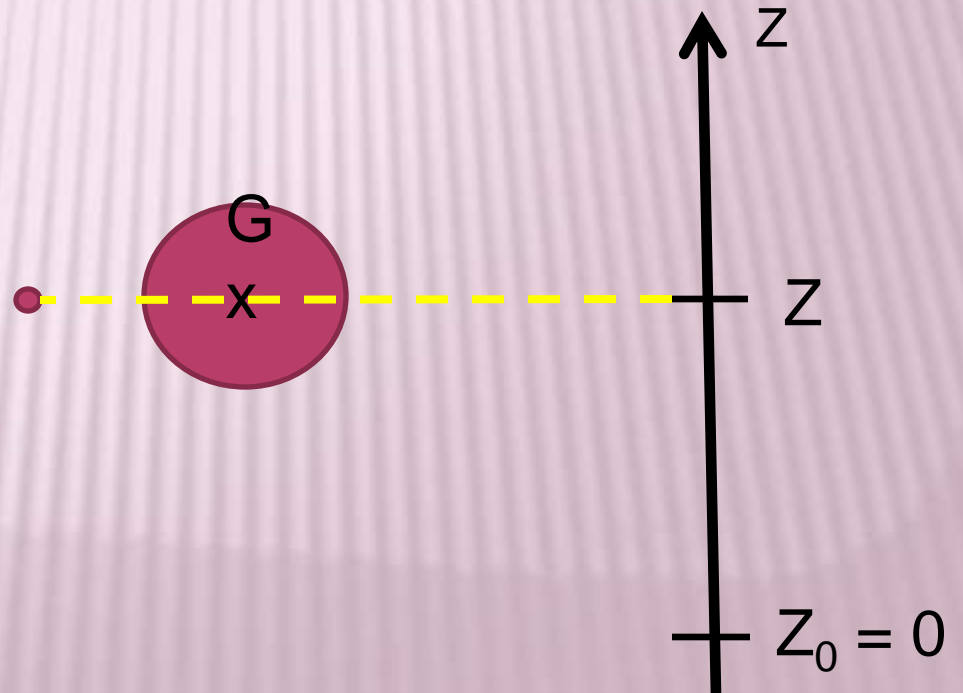
Il est utile de tracer un axe z , en général orienté vers le haut et de positionner l'origine d'Epp choisie à $z_0 = 0$ m et l'altitude z .



Comment définir une altitude z ?

Dans le cas d'un objet ponctuel, z est l'altitude du point.

Dans le cas d'un objet étendu, z est l'altitude du centre G (de gravité) de l'objet.



Expression

L'énergie potentielle de pesanteur d'un système de masse m à l'altitude z :

$$E_{pp} = mgz_G$$

$$\begin{array}{ccc} \text{J} & \text{kg} & \text{m} \\ & & \text{m.s}^{-2} \end{array}$$

m étant soit la masse du point matériel, soit celle du solide.

Remarque : $E_{pp_0} = mgz_0 = 0 \text{ J}$

Attention ! Il est indispensable d'avoir établi l'origine d' E_{pp} avant tout calcul !

Variation d'énergie potentielle

L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps peut varier entre deux instants et il est donc possible d'exprimer cette variation :

$$\Delta E_{pp} = E_p(\text{final}) - E_p(\text{initial})$$

Attention ! Cette variation peut être positive, négative ou nulle.

Variation d'énergie potentielle de pesanteur

$$\Delta E_c = \text{état final} - \text{état initial}$$

Variation d'énergie potentielle de pesanteur

**Pour l'exprimer, il faut
définir les caractéristiques
des états **initial** et **final****

Variation d'énergie cinétique

m : masse du corps

E.I.:

z_A

$$E_{pp}(A) = m g z_A$$

E.F.:

z_B

$$E_{pp}(B) = m g z_B$$

Variation d'énergie cinétique

m : masse du corps

$$\Delta E_{pp} = \text{final} - \text{initial}$$

$$\Delta E_{pp} = E_{pp}(B) - E_{pp}(A)$$

$$\Delta E_{pp} = m g z_B - m g z_A$$

$$\Delta E_{pp} = m g (z_B - z_A)$$

Étude de quelques cas particuliers

Dans le cas : $z_A < z_B$

$$\Delta E_{pp} = m g (z_B - z_A) > 0$$

Dans le cas : $z_A > z_B$

$$\Delta E_{pp} = m g (z_B - z_A) < 0$$

Dans le cas : $z_A = z_B$

$$\Delta E_{pp} = m g (z_B - z_A) = 0$$

Énergie totale d'un système

Énergie mécanique

Par définition, l'énergie mécanique d'un système à un instant donné est la somme des valeurs des énergies cinétique et potentielle à cet instant :

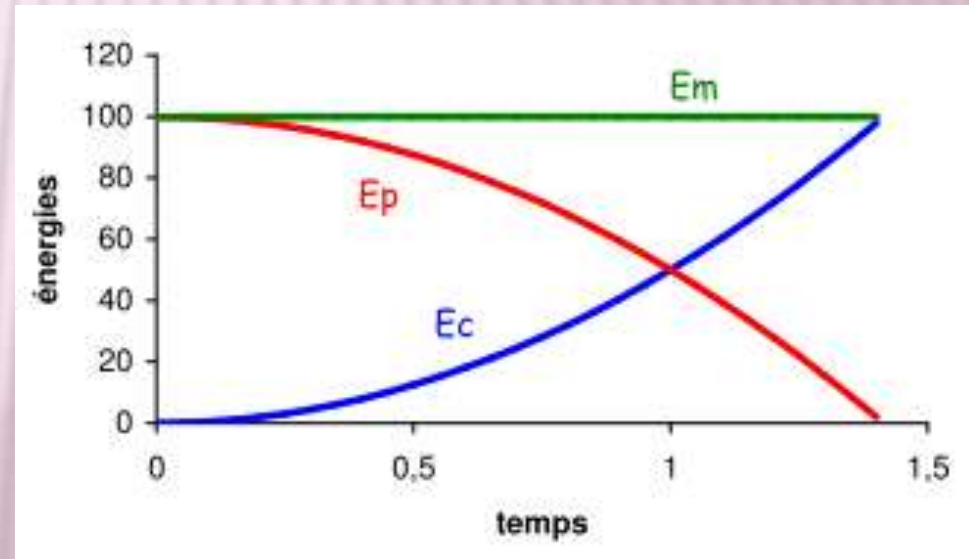
$$E_m = E_c + E_{pp}$$

Remarque : Ces énergies sont toutes exprimées en J.

Conservation ou non conservation de E_m

Lorsqu'au cours d'un mouvement, l'énergie mécanique reste constante à chaque instant alors l'énergie mécanique se conserve.

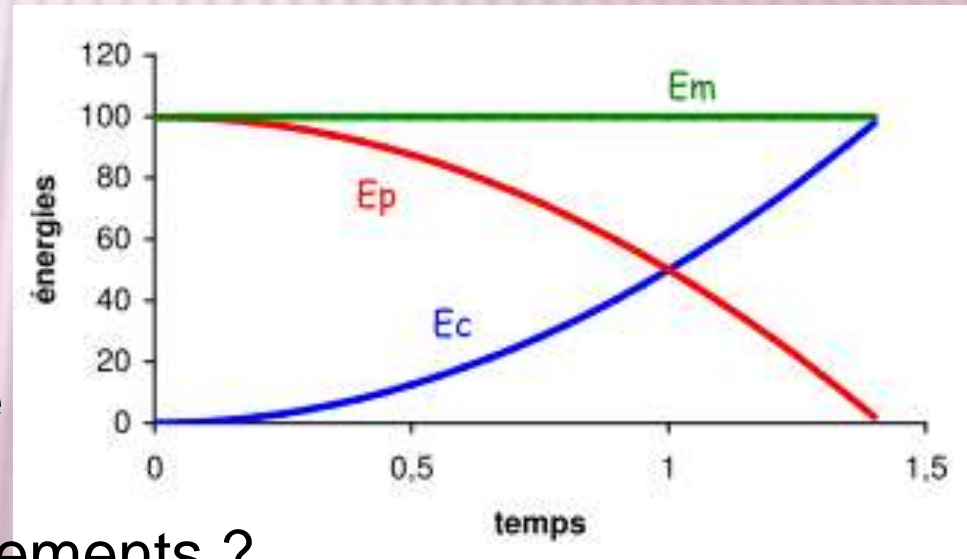
Voici le diagramme de l'évolution des énergies au cours du temps lors de la chute libre d'un corps. Nous allons l'exploiter.



Conservation ou non conservation de E_m

Activité 1

- 1) L'énergie mécanique se conserve-t-elle ?
- 2) Comment évolue l'énergie potentielle du système ? Que pouvez-vous dire de l'altitude de ce dernier ? Est-ce cohérent avec ce que vous savez de la chute libre ?
- 3) Comment évolue l'énergie cinétique du système ? Que pouvez-vous dire de la vitesse de ce dernier ? Est-ce cohérent avec ce que vous savez de la chute libre ?
- 4) Quel transfert d'énergie existe-t-il lors d'une chute libre ?
- 5) Le système subit-il des frottements ?



Conservation ou non conservation de E_m

Activité 1 correction

- 1) L'énergie mécanique garde la même valeur au cours du temps : elle se conserve.
- 2) L'énergie potentielle du système diminue, ce qui signifie que z diminue également. C'est cohérent avec le fait que, lors d'une chute libre un corps tombe et donc z décroît.
- 3) L'énergie cinétique du système augmente, ce qui signifie que V augmente également. C'est cohérent avec le fait que, lors d'une chute libre un corps part d'une vitesse nulle et tombe de plus en plus vite.
- 4) L'énergie potentielle de pesanteur est convertie en énergie cinétique.
- 5) Étant donné que l'énergie se conserve, la réponse est non. De plus, lors d'une chute libre, un corps n'est soumis qu'à son poids (donc pas de force de frottement).

Conservation ou non conservation de E_m

S'il existe une variation des E_c et E_{pp} au cours du temps alors cela signifie que quand l'une augmente, l'autre diminue et réciproquement.

Si des **frottements** agissent sur le système alors, une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur et la somme $E_c + E_{pp}$ varie à chaque instant : **l'énergie mécanique du système ne se conserve plus.**

Par contre, si je rajoute l'énergie dissipée sous forme de chaleur à l'énergie mécanique, cela représente **l'énergie totale lié au système et à ses échanges avec le milieu extérieur.**

Principe de conservation de l'énergie


Toute diminution d'énergie par un système s'accompagne d'une augmentation de l'énergie d'un autre de la même valeur :
l'énergie totale (système + environnement) est constante.

Les autres formes d'énergie

 potentielle élastique




Les autres formes d'énergie

 électromagnétique



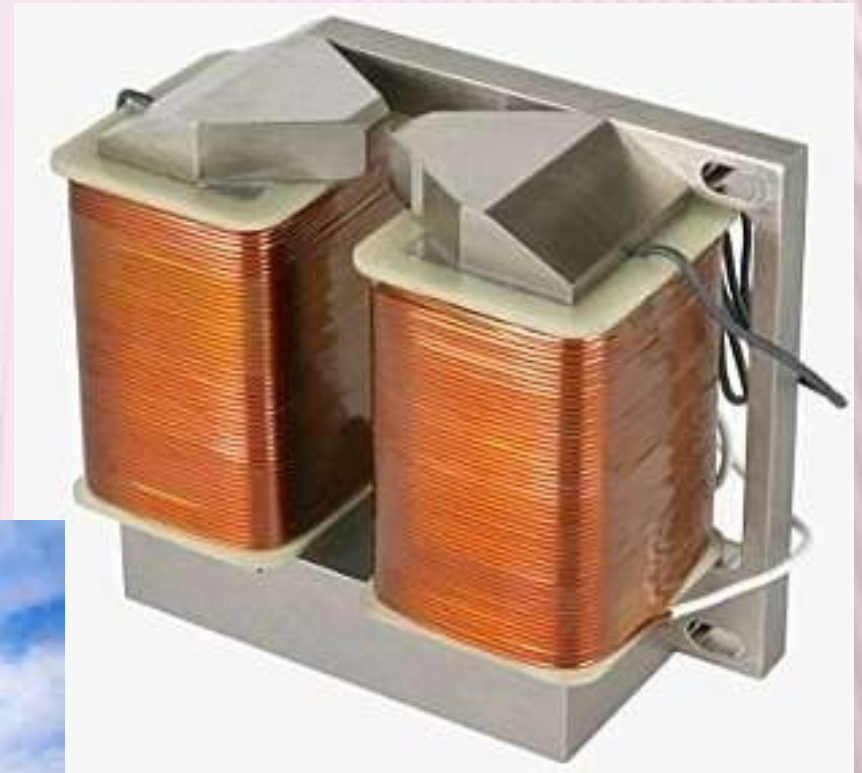
Les autres formes d'énergie

 thermique (+ rayonnée)



Les autres formes d'énergie

 électrique



Les autres formes d'énergie

 chimique



Les sources de champ magnétique




Application à la découverte du neutrino

Le neutrino est une particule très particulière, sans masse mesurable, sans charge. Elle était donc indétectable.

La loi de conservation de l'énergie a permis d'identifier sa présence « indétectable ».

En effet, l'énergie contenue dans le noyau père était supérieure à la somme de celles des noyaux fils. Cela signifiait que soit la différence entre les deux énergies disparaissait, hypothèse impossible soit qu'il existait une particule inconnue qui se formait et l'emportait avec elle.

C'est ainsi qu'est née l'hypothèse du neutrino dont la validité n'a été prouvée scientifiquement que 26 ans plus tard...



Chapitre 12

La conservation de l'énergie

C'est fini...