

Énergie mécanique

Un corps porte plusieurs types d'énergie (chaleur, énergie chimique etc.). Lorsqu'on étudie les mouvements d'un corps on s'intéresse à l'énergie due à la vitesse (cinétique), l'énergie due à la hauteur et la force de gravitation (potentielle gravitationnelle), l'énergie contenue dans un ressort (potentielle élastique) et l'énergie perdue par le corps à cause des frottements (dissipée).

Énergie cinétique

L'énergie cinétique c'est l'énergie que porte un corps qui a une vitesse. L'énergie cinétique dépend de la vitesse du corps (une voiture roulant à 100 km/h porte plus d'énergie cinétique qu'une voiture roulant à 30 km/h) et la masse du corps (un camion de 10 tonnes roulant à 100 km/h porte plus d'énergie qu'une voiture d'une tonne roulant à 100 km (*Formulaire CRM p. 133*):

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

Si la vitesse d'un objet est nulle alors son énergie cinétique est nulle.

Exemples

L'énergie cinétique d'une voiture de 1500 kg roulant à 72 km/h :

L'énergie cinétique d'un camion de 10 tonnes roulant à 72 km/h :

L'énergie cinétique d'un satellite de 500 kg en orbite autour de la Terre avec une vitesse de 10'000 m/s :

L'énergie cinétique d'un électron ayant une vitesse de 2 km/s :

L'énergie cinétique d'une balle de fusille de 10 g sortant du canon d'une fusille à la vitesse de 900 m/s :

L'énergie cinétique d'une météorite de 100 tonnes frappant la Terre à la vitesse de 20 km/s :

Énergie potentielle gravitationnelle

Lorsqu'on éloigne un corps de la surface de la Terre on lui confère de l'énergie potentielle gravitationnelle. Cette énergie dépend de la hauteur à laquelle se trouve le corps ainsi que de sa masse (*voir formulaire CRM p. 135*) :

$$E_p = mgh$$

ÉNERGIE MÉCANIQUE

Si la hauteur d'un objet est nulle alors son énergie potentielle est nulle.

Exemples

L'énergie potentielle d'une voiture d'une tonne qui se trouve à une altitude de 100 m :

L'énergie potentielle d'une pierre de 10 kg lâché du haut d'un immeuble de 100 m de hauteur :

L'énergie potentielle d'un chariot de 50 kg qui est en haut d'un plan incliné (dénivellation entre le haut et le bas du plan incliné est de 20 m) :

L'énergie potentielle d'un ascenseur qui pèse une demi-tonne et qui se trouve au 5^{ème} étage à 15 m du sol :

L'énergie potentielle d'une goutte de pluie de 0,1 g qui se trouve à 1 km d'altitude :

L'énergie potentielle d'un grêlon de 10 g qui se trouve à 1 km d'altitude :

L'énergie potentielle d'un avion de 200 tonnes qui vole à 10 km d'altitude :

L'énergie potentielle de toute l'eau accumulée derrière le barrage de Grand-Dixence (environs 400 millions de m³ d'eau) qui se trouve à 2360 m d'altitude

L'énergie potentielle de votre cerveau (environs 1,3 kg) si votre taille est d'environ 1 m 70 :

Énergie mécanique d'un corps

$$E_{mec} = E_c + E_{p_{grav}}$$

Calculer l'énergie mécanique d'une voiture de 1200 kg roulant à 72 km/h sur une route à une altitude de 300 m :

ÉNERGIE MÉCANIQUE

Calculer l'énergie mécanique d'un parachutiste de 80 kg qui se trouve à 800 m d'altitude et qui descend vers le sol à la vitesse de 3 m/s :

Calculer l'énergie mécanique d'une bille de 100 g qui se trouve immobile en haut d'une pente (hauteur = 2 m)

Calculer l'énergie mécanique d'un ascenseur ($m = 500$ kg) qui se trouve à 15 m de sol et qui descend à la vitesse de 2 m/s

Énergie dissipée

Un corps en mouvement doit dépenser une partie de son énergie pour vaincre les frottements. On appelle énergie dissipée (E_{diss}) l'énergie dépensée pour vaincre les frottements. Elle correspond au travail des forces de frottement :

$$E_{diss} = F_F \cdot d$$

Si les frottements sont négligeables alors l'énergie dissipée est nulle.

Exemples :

Calculer l'énergie dissipée sur 1 km d'une voiture roulant à 72 km/h si les frottements sont de 500 N :

Calculer l'énergie dissipée par un cycliste parcourant 1 km si les frottements sont de 20 N :

Calculer l'énergie dissipée par une pierre lâchée d'une hauteur de 100 m **entre** le début de son mouvement et son arrivée au sol si les frottements sont de 2 N :

Calculer l'énergie dissipée par un parachutiste de 80 kg descendant à la vitesse constante de 2 m/s entre une altitude 800 m et le sol :

Principe de conservation d'énergie

En absence d'un apport d'énergie autre que l'énergie mécanique, l'énergie mécanique d'un corps à un moment (E_{m1}) est égale à son énergie mécanique à un autre moment (E_{m2}), diminuée de l'énergie qu'il a dépensée pour vaincre les frottements (E_{diss}) :

$$E_{m1} - E_{diss} = E_{m2}$$

$$E_{m1} = E_{m2} + E_{diss}$$

Cette équation peut servir à résoudre certains problèmes de physique liés aux mouvements des corps.

Exercices

1. On lâche une pierre de 1 kg d'une hauteur de 100 m.
 - a. Calculer sa vitesse juste avant de toucher le sol si les frottements sont négligeables.

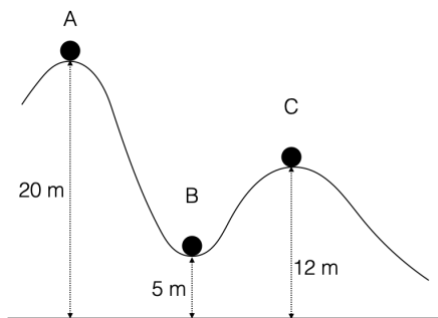
 - b. Calculer sa vitesse juste avant de toucher le sol si les frottements sont de 2 N.

2. Une voiture de 1000 kg roulant à 30 m/s freine jusqu'à l'arrêt sur une distance de 100 m.
 - a. Calculer l'énergie dissipée durant le freinage

 - b. Calculer les forces de freinage

3. Une bille est posée en haut d'un plan incliné. La dénivellation entre le haut et le bas du plan est de 5 m et les frottements sont négligeables. Calculer sa vitesse lorsqu'elle arrive en bas du plan incliné.

4. Une bille de 100 g se déplace sur une trajectoire selon le schéma ci-dessous. La vitesse de la bille est nulle en A.

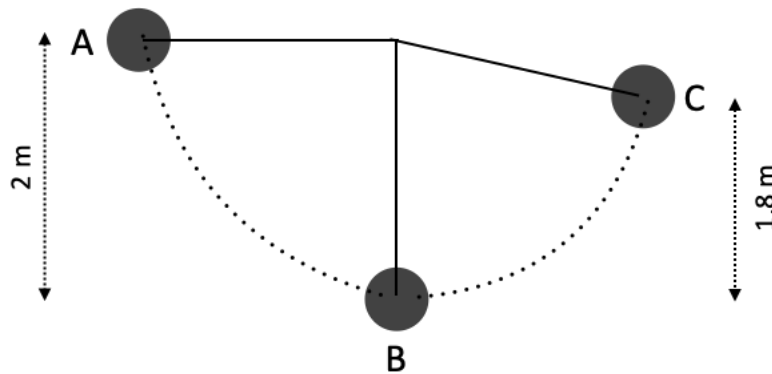


- a. Calculer sa vitesse lorsqu'elle est en C si les frottements sont négligeables.
 - b. Calculer sa vitesse en C si les frottements font dissiper 0,3 J d'énergie entre A et C.
5. Une voiture de 1000 kg à l'arrêt démarre et atteint la vitesse de 20 m/s en 10 secondes. Les frottements sont de 500 N.
- a. Calculer l'énergie mécanique de la voiture au bout des 10 secondes.
 - b. Calculer l'énergie dissipée durant les 10 premiers secondes.
 - c. Calculer le travail de la force motrice durant les 10 premiers secondes.
 - d. Comparez le travail de la force motrice avec l'énergie cinétique de la voiture et l'énergie dissipée. Que constatez-vous ?

6. Un cycliste de 80 kg est immobile en haut d'une route d'une longueur de 1 km. Il lâche les freins et descend en roue libre jusqu'en bas de la route. La dénivellation entre le haut et le bas de la route est de 200 m. Les frottements sont de 5 N

- a. Quelle est la vitesse du cycliste en bas de la route ?
- b. Quelle est la vitesse du cycliste en bas de la route si les frottements sont négligeables ?

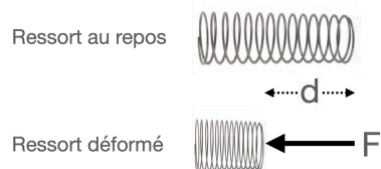
7. Une pendule est constituée d'une masse de 1 kg et d'une corde de 2 m. On lâche la masse qui passe de position A à B puis à C (voir le schéma).



- a. En négligeant les frottements calculer sa vitesse en B
- b. En négligeant les frottements calculer la tension de la corde en B.
- c. Si la masse s'arrête en C, déterminer l'énergie dissipée entre A et C.

Énergie potentielle élastique

Un ressort est un objet qui peut accumuler de l'énergie. Si on comprime ou si on étire un ressort on lui donne de l'énergie. Cette énergie (énergie potentielle élastique) dépend de la dureté du ressort (constante élastique k) et de la longueur correspondant à son étirement ou sa compression (d) par rapport à son état au repos (*formulaire CRM p. 135*):



$$E_{p\acute{e}l} = \frac{1}{2}kd^2$$

$E_{p\acute{e}l}$: énergie potentielle élastique du ressort (J)

k : constante élastique du ressort (N/m)

d : déformation du ressort par rapport à son état de repos (m)

Par exemple si on comprime de 30 cm un ressort dont la constante élastique est de 150 N/m, il contiendra de l'énergie due à cette déformation :

$$E_{p\acute{e}l} = \frac{1}{2} \cdot 150 \cdot 0,3^2 = 6,75 \text{ J}$$

Pour déformer un ressort il faut exercer une force. Plus le ressort est dur, plus la force doit être grande. Mias aussi plus on déforme le ressort et plus l'intensité de cette force doit être grande. Cette force est proportionnelle à la déformation et à la constante élastique :

$$F = kd$$

Par exemple la force qu'il faut exercer pour comprimer de 30 cm un ressort dont la constante élastique est de 150 N/m peut être calculé de la manière suivante :

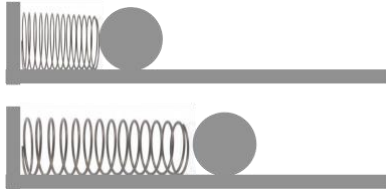
$$F = 150 \cdot 0,3 = 45 \text{ N}$$

Exercices

On pose une bille de 100 g devant un ressort comprimé de 20 cm par rapport à sa forme au repos. La constante élastique du ressort est de 200 N/m. On relâche le ressort qui reprend sa forme au repos en poussant la bille.

Quelle force est

Calculer la vitesse de la bille au moment où le ressort a pris sa forme au repos :



$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kd^2}{m}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 0,2^2}{0,1}} = 80 \text{ m/s}$$