

1 Énergie cinétique

Un corps en mouvement possède une énergie cinétique :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

avec : E_c en **J**, m en **kg**, v en **m · s⁻¹**

2 Travail d'une force constante

force constante

Une force est constante si sa direction, son sens et sa valeur ne varient pas au cours du temps.

2.1 Énoncé

Le travail d'une force est l'énergie fournie par la force. C'est une grandeur algébrique.

Pour qu'une force fournisse un travail, son point d'application doit subir un déplacement \overrightarrow{AB} .

Le travail de cette force sur le déplacement AB, $W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime alors :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$$

Rappel sur le produit scalaire de deux vecteurs :

avec les normes et l'angle entre les vecteurs

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \times B \times \cos \theta$$

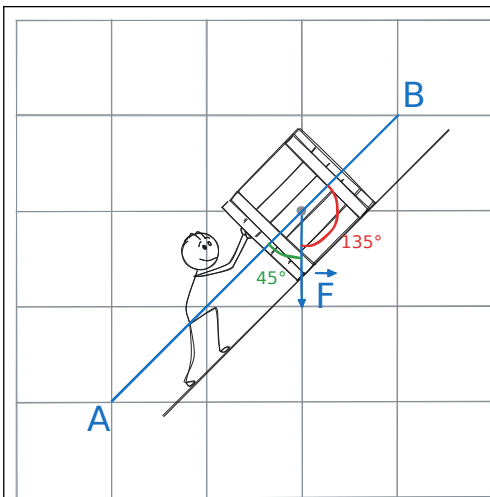
où θ est l'angle entre \vec{A} et \vec{B} .

avec les coordonnées

$$\text{Soit } \vec{A} = \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \end{pmatrix} \text{ et } \vec{B} = \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix}$$

$$\text{alors } \vec{A} \cdot \vec{B} = x_A \times x_B + y_A \times y_B + z_A \times z_B$$

Travail de la force F pour le déplacement rectiligne AB :



$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos(\theta)$$

$$\text{A.N. } W_{AB}(\vec{F}) = 1 \times \sqrt{18} \times \cos(135^\circ)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -3 \text{ J}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{A.N. } W_{AB}(\vec{F}) = 0 \times 3 - 1 \times 3$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -3 \text{ J}$$

- Si $W > 0$, on dit que le travail est **moteur** ;
- si $W < 0$, on dit que le travail est **résistant** ;
- si $W = 0$, on dit que le travail est **nul**.

3 Forces conservatives et non conservatives

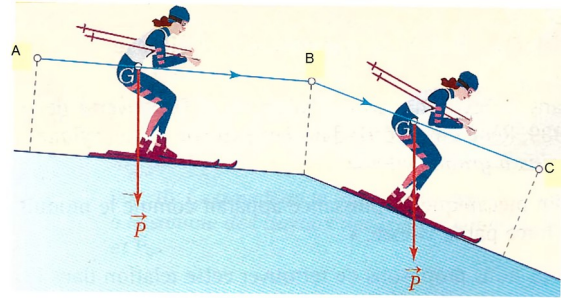
3.1 Définition

Une force est dite conservative lorsque le travail de cette force ne dépend pas **du chemin suivi**, mais uniquement des positions de départ et d'arrivée.

3.2 Travail d'une force conservative

Un exemple pour illustrer : un skieur sur deux plans inclinés

1. Le poids d'un corps est-il une force constante ?
2. Écrire l'expression du travail du poids du skieur le long de $[AB]$ et le long de $[BC]$.
En déduire l'expression du travail total du poids sur le parcours A, B, C .
3. Le travail total dépend-il du point B ?



Le travail d'une force constante est **indépendant du chemin suivi**.
Une force constante est donc **conservative**.

3.3 Cas du travail du poids

Calculons le travail du poids d'un objet de masse m se déplaçant d'un point A à un point B .

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB}$$
$$W_{AB}(\vec{P}) = \|\vec{P}\| \cdot \|\vec{AB}\| \times \cos(\alpha)$$
$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times AB \times \cos(\alpha) \quad \text{or } \cos(\alpha) = \frac{z_A - z_B}{AB}$$

donc, $W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B)$

Le travail du poids est positif si l'objet descend.
Le travail du poids est négatif si l'objet monte.

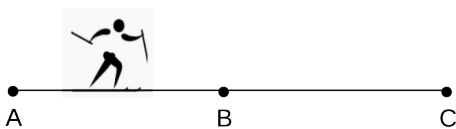
3.4 Travail d'une force non-conservative, les forces de frottements

Sens du mouvement →

Un exemple pour illustrer : encore un skieur.

Cas n°1 : un skieur de ski de fond va directement de A vers B .

Cas n°2 : Calculons maintenant le travail de \vec{f} si le skieur va de A à B en passant par C .



Le travail d'une force non-conservative **dépend du chemin suivi**. Une force de frottement **n'est pas conservative**.

4 Théorème de l'énergie cinétique

4.1 Énoncé

Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique ΔE_c d'un système en mouvement d'un point A à un point B est égale à la somme des travaux des forces qu'il subit.

$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum_i W_{AB}(\vec{F}_i)$$

méthode :

1. **Définir le système**
2. **Référentiel**
3. **Bilan des forces**
4. **Utilisation du TEC**

5 Énergie potentielle de pesanteur

À toute force conservative \vec{F}_c , on peut associer une énergie potentielle E_p , tel que $\Delta E_p = -W_{AB}(\vec{F}_c)$

6 Énergie mécanique

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle du système :

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

On peut également écrire :

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

6.1 Conservation de l'énergie mécanique

Lorsqu'un système n'est soumis qu'à des **forces conservatives** (ou bien des forces non conservatives dont le travail est nul), son énergie mécanique se conserve :

$$E_m = E_{pp} + E_c = \text{constante}$$

$$\Delta E_m = 0$$

$$\text{donc } \Delta E_c = -\Delta E_p$$

Les variations d'énergie potentielle sont compensées par les variations d'énergie cinétique.

6.2 Non-conservation de l'énergie mécanique

Lorsqu'un système est soumis à des forces non conservatives qui travaillent (par exemple des frottements), son énergie mécanique E_m ne se conserve pas : sa variation est égale au travail des forces non conservatives.

$$\Delta E_m = W(\vec{F}_{nc})$$

A Le halage

Un cheval de trait tire une péniche en ligne droite sur un chemin de halage. Il exerce une force \vec{F} constante de norme 2 000 N. Le câble reliant le cheval à la péniche fait un angle de 6° avec la direction du canal.

1. Calculer le travail de la force sur une distance de 500 mètres.
2. Ce travail est-il moteur ou résistant ? Justifier.
3. Comment accroître la valeur du travail en conservant la norme de \vec{F} constante ?

B Traîneau sur la neige

Un traîneau est tiré sur la neige par un attelage de chiens entre deux points A et B distants de 350 m. Le câble de l'attelage exerce sur le traîneau une force \vec{F} que l'on supposera constante, de valeur $2,0 \cdot 10^2$ N. Le câble fait un angle $\theta = 10^\circ$ avec la direction de AB. Pendant le déplacement, la neige exerce une force de frottement \vec{f} que l'on supposera constante, de valeur $f = 1,7 \cdot 10^2$ N, de direction AB et de sens opposé au déplacement.



1. Calculer le travail de la force de traction lors de ce déplacement. Ce travail est-il moteur ou résistant ?
2. Calculer le travail de la force de frottement lors de ce déplacement. Ce travail est-il moteur ou résistant ?

C Calculer le travail de la force de pesanteur

Pour découvrir sans fatigue la haute montagne, un touriste emprunte le téléphérique de l'Aiguille du Midi entre la station

de Chamonix à l'altitude 1 038 m et la station intermédiaire du plan de l'Aiguille à l'altitude de 2 310 m. La longueur totale

parcourue par la cabine du téléphérique est de 2 555 m.

Donnée : Masse de la cabine avec les passagers : $m = 6,5 \cdot 10^3$ kg.

1. Calculer le travail du poids de la cabine à la montée Préciser si ce travail est moteur ou résistant.
2. Calculer le travail du poids de la cabine à la descente. Préciser si ce travail est moteur ou résistant.

D Service au tennis

Une balle modélisée par un point matériel de masse $m = 1,5 \times 10^2$ g est lancée verticalement vers le haut, d'un point M, avec une vitesse de valeur $v_0 = 6,0$ m.s⁻¹

1. Si on considère que les forces exercées par l'air sur la balle sont nulles, de quelle hauteur, au-dessus du point de lancement, la balle s'élèvera-t-elle ?
2. En réalité, la balle s'élève jusqu'à une hauteur de 1,5 m au-dessus de A. Comment peut-on expliquer la différence avec la hauteur calculée ?