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 $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

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

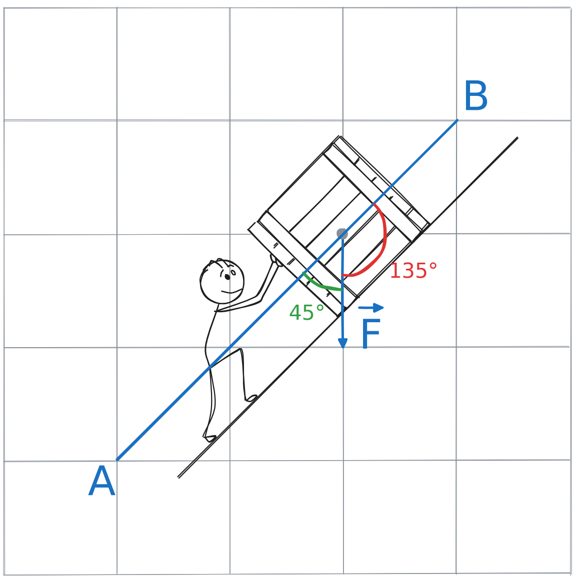
Le travail d'une force est l'énergie fournie par la force. Pour qu'une force fournisse un travail, son point d'application doit subir un déplacement $\overrightarrow{AB}$.
Le travail de cette force sur le déplacement AB, $W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime alors :

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

Rappel sur le produit scalaire de deux vecteurs :

avec les normes et l'angle entre les vecteurs $\vec{A}.\vec{B} = A \times B \times \cos\theta$ où θ est l'angle entre $\vec{A}$ et $\vec{B}$.	*avec les coordonnées* Soit $\vec{A} = \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \end{pmatrix}$ et $\vec{B} = \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix}$ alors $\vec{A}.\vec{B} = x_A \times x_B + y_A \times y_B + z_A \times z_B$

Travail de la force F pour le déplacement rectiligne AB :



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

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

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

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

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

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

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

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

- 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.

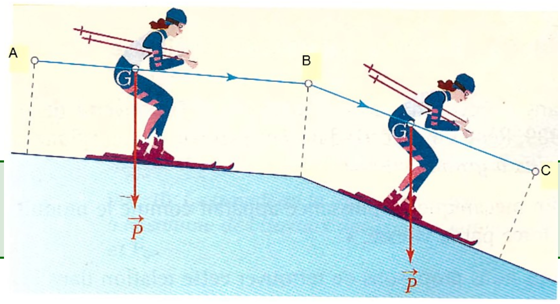
3 Forces conservatives et non conservatives

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 ?

Le poids $\vec{P}$ est une force constante si on reste proche de la surface de la Terre.

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.

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{AB}$
$W_{BC}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{BC}$
$W_{AC}(\vec{P}) = \vec{P}.(\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}) = \vec{P}.\overrightarrow{AC}$

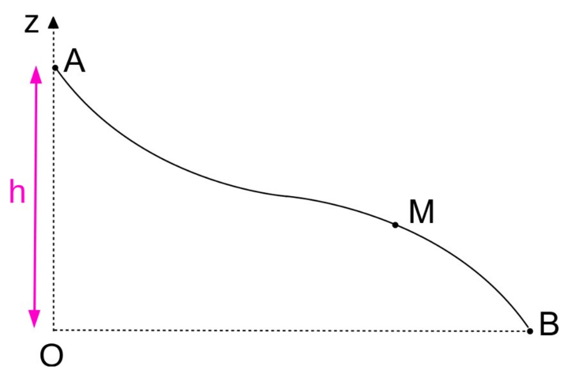
3. Le travail total dépend-il du point B ?

Le travail total ne dépend pas du point B et donc ne dépend pas du chemin suivi pour aller de A à C.

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.



$\vec{P}$ est une force constante et ne dépend pas du chemin suivi.

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = P.AB.\cos(\alpha)$

or $\cos(\alpha) = \dfrac{h}{AB}$ et $P = m.g$

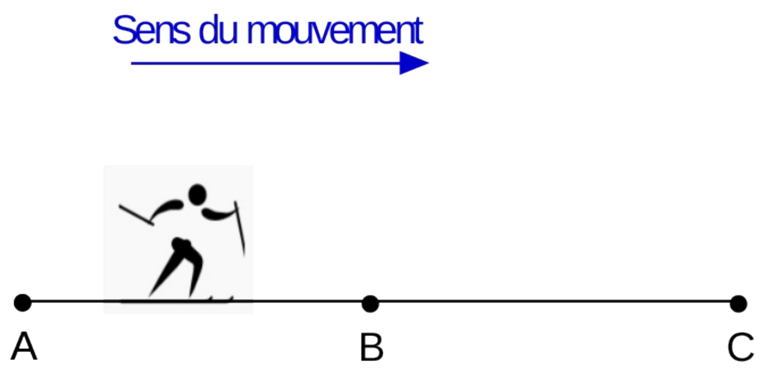
On a donc : $W_{AB}(\vec{P}) = m.g.AB.\dfrac{h}{AB}$ or $h = z_A - z_B$

$W_{AB}(\vec{P}) = m.g.h = m.g(z_A - z_B)$

	$-$ Si$z_A > z_B$: le travail du poids est moteur $-$ Si $z_A < z_B$: le travail du poids est résistant $-$ Si $z_A = z_B$: le travail du poids est nul

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

Un exemple pour illustrer : encore un skieur.



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

Le travail de la force de frottement f s'écrit : $W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f}.\overrightarrow{AB} = -f.AB$, le travail est résistant

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

De A à C, le travail de la force de frottement f s'écrit : $W_{AC}(\vec{f}) = \vec{f}.\overrightarrow{AC} = -f.AC$

De C à B, le travail de la force de frottement f s'écrit : $W_{CB}(\vec{f}) = \vec{f}.\overrightarrow{CB} = -f.CB$

On a donc $W_{AB}(\vec{f}) \neq W_{AC}(\vec{f}) + W_{CB}(\vec{f})$, le travail de la force de frottement ne dépend pas du chemin suivi. C'est une force conservative.

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

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 $\overrightarrow{F_c}$, on peut associer une énergie potentielle E_p, tel que $\Delta\mathrm{E}_p = -W_{AB}(\overrightarrow{F_c})$

6 Énergie mécanique

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

$$E_\mathrm{m} = E_\mathrm{c} + E_\mathrm{pp}$$

On peut également écrire :

$$\Delta E_\mathrm{m} = \Delta E_\mathrm{c} + \Delta E_\mathrm{pp}$$

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 :

$$E_\mathrm{m} = E_\mathrm{pp} + E_\mathrm{c} = \text{constante}$$

$$\Delta E_m = 0$$
$$\text{donc } \Delta E_c = -\Delta E_p$$

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.

$\Delta E_m = W(\overrightarrow{F_{nc}})$