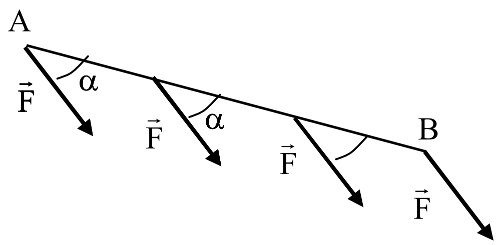
Chapitre 10

Travail et énergie

I. Le travail

En physique, le **travail** est une **grandeur algébrique** (nombre positif ou négatif) qui est l'énergie mise en œuvre par une force $\vec{F}$ pour faire évoluer un système d'un point A à un point B (comme d'habitude on ne s'occupe que du centre de gravité de ce système).

1) Cas d'une force constante $\vec{F}$:



Le travail d'une force constante s'écrit :

$$\boxed{W_{AB}\left(\vec{\mathbf{F}}\right) = \vec{\mathbf{F}}\,.\,\overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos\alpha}$$

$W_{AB}\left(\vec{\mathbf{F}}\right)$: travail de la force : J

F : Valeur de la force : N

AB : longueur du déplacement : m

α : angle entre les vecteurs $\vec{\mathbf{F}}$ et $\overrightarrow{AB}$

Cas particuliers de l'angle α :

Si $\alpha = 0$ alors $\cos\alpha = 1$ et $W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB$

Si $0 \leq \alpha < 90°$, alors $\cos\alpha > 0$ et $W_{AB}\left(\vec{\mathbf{F}}\right) > 0$ le travail est moteur

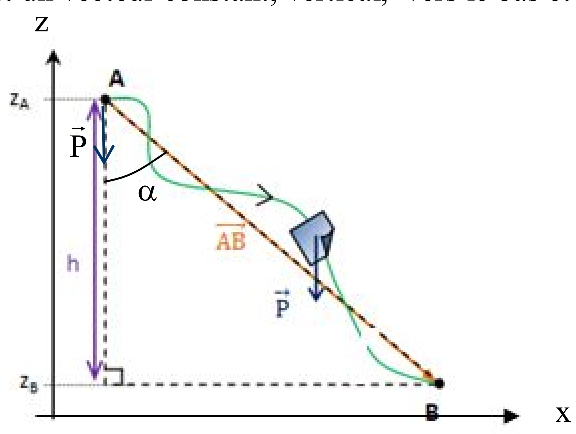
Si $\alpha = 90°$, alors $\cos\alpha = 0$ et $W_{AB}\left(\vec{\mathbf{F}}\right) = 0$ le travail est nul $\left(\vec{\mathbf{F}} \perp \overrightarrow{\mathbf{AB}}\right)$

Si $90° < \alpha \leq 180°$, alors $\cos\alpha < 0$ et $W_{AB}\left(\vec{\mathbf{F}}\right) < 0$ le travail est résistant

Si $\alpha = 180°$ alors $\cos\alpha = -1$ et $W_{AB}(\vec{F}) = -F \times AB$

2) Travail du poids

Le poids $\vec{P}$ est une force constante $\vec{P} = m \times \vec{g}$ comme m est une constante et que $\vec{g}$ est un vecteur constant $\vec{P}$ est un vecteur constant, vertical, vers le bas et de valeur constante.



Le travail du poids s'écrit :

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

Or on remarque dans le triangle de hauteur h et d'hypoténuse AB que $\cos\alpha = \dfrac{h}{AB} = \dfrac{(z_A - z_B)}{AB}$

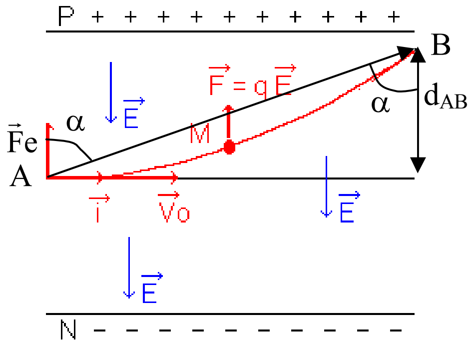
$$W_{AB}(\vec{P}) = P \times AB \times \frac{(z_A - z_B)}{AB} = P \times (z_A - z_B)$$

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

Avec z_A l'altitude de départ et z_B l'altitude d'arrivée

3) Travail de la force électrostatique

De la même manière $\vec{F}e$ est une force constante $\vec{F}e = q \times \vec{E}$ comme la charge est constante et le champ électrostatique aussi la force est un vecteur constant, perpendiculaire aux électrodes, dans le sens de $\vec{E}$ si q>0 dans le sens inverse de $\vec{E}$ si q<0 et de valeur constante.



Dans cet exemple la particule est chargée q < 0, elle rentre dans le champ électrostatique en A et en ressort en B.

On remarque que la force $\vec{F}e$ fait un angle α avec le vecteur $\overrightarrow{AB}$ ainsi :

$$W_{AB}(\vec{F}e) = Fe \times AB \times \cos\alpha = q \times E \times AB \times \cos\alpha$$

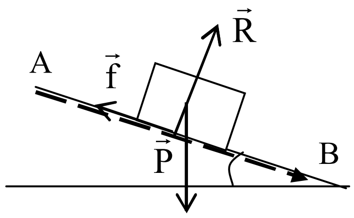
On remarque que $\cos\alpha = \dfrac{d_{AB}}{AB}$ en remplaçant dans

L'expression précédente $W_{AB}(\vec{F}e) = q \times E \times AB \times \dfrac{d_{AB}}{AB} = q \times E \times d_{AB} = q \times U_{AB} = q \times (V_A - V_B)$

$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}e) = q \times (V_A - V_B)}$$

Avec V_A le potentiel en volt au point A et V_B le potentiel en volts au point B.

4) Travail d'une force de frottements :



Le vecteur $\overrightarrow{AB}$ est en pointillé, le système descend le long du plan incliné, le travail de la force de frottement s'écrit :

$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \bullet \overrightarrow{AB} = f \times AB \times \cos 180°$$

$$\boxed{W_{AB}(\vec{f}) = -f \times AB}$$

II. Energies

1) Energie potentielle de pesanteur

Un système à l'altitude z (≠ 0) possède une énergie potentielle de pesanteur :

$$\boxed{E_{pp} = m \times g \times z}$$

*Démontrer que la **variation** d'énergie potentielle de pesanteur d'un système passant d'un point A d'altitude z_A à un point B d'altitude z_B, avec $z_B < z_A$, est égale à l'opposé du travail du poids du point A au point B.*

2) Energie potentielle électrostatique

De la même manière qu'une masse possède de l'énergie potentielle de pesanteur, un charge possède une énergie potentielle électrostatique :

$$\boxed{E_{pe} = q \times V}$$

*Démontrer que la **variation** d'énergie potentielle électrostatique d'une particule chargée passant d'un point A au potentiel V_A à un point B au potentiel V_B, est égale à l'opposé du travail de la force électrostatique du point A au point B.*

3) Energie cinétique

Quand un système passe d'une énergie potentielle à une autre, il est animé d'une vitesse et donc possède de l'énergie cinétique à chaque instant sous la forme :

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

4) Energie mécanique

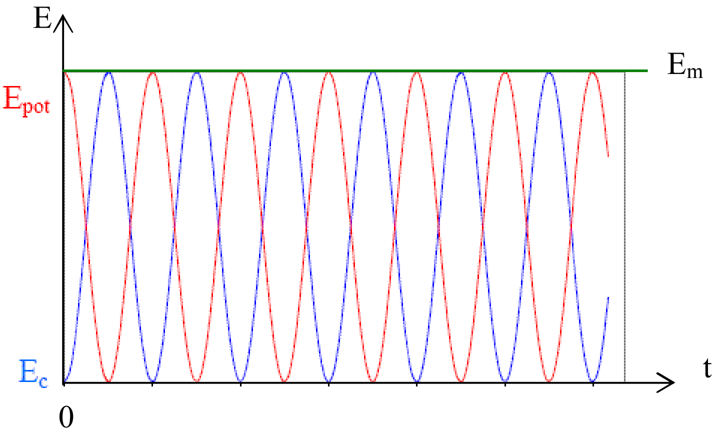
L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle d'un système :

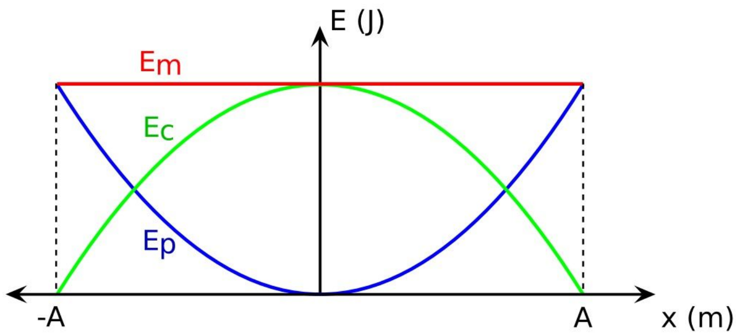
$$\boxed{E_m = E_p + E_c}$$

III. Conservation de l'énergie mécanique

1) Energie mécanique conservée

Il y a conservation de l'énergie mécanique lorsqu'il a transfert intégral de l'énergie potentielle en énergie cinétique à chaque instant et réciproquement. Ainsi, on représente :





2) Energie mécanique non conservée

Lorsque l'énergie mécanique ne se conserve pas au cours du temps, c'est qu'elle est dissipée par des forces non conservatives qui travaillent. Exemple avec la force de frottement :

$$\boxed{\Delta E_m = W(\vec{f})}$$

On peut obtenir le graphique suivant :