

# Energie d'un système

Dans le sens commun l'**énergie** désigne tout ce qui permet d'effectuer un **travail**, fabriquer de la **chaleur**, de la **lumière**, de produire un **mouvement**. L'unité d'énergie utilisée en Physique est le Joule (J).

## Energie cinétique

L'**énergie cinétique** est l'énergie que possède un corps du fait de son mouvement.

Expression :

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

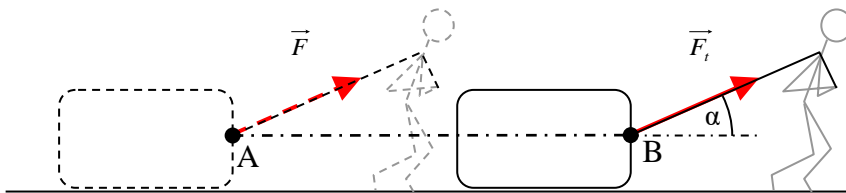
Analyse dimensionnelle de l'énergie :

A partir de l'expression donnée ci-dessus, déterminer la dimension d'une énergie ?

## Travail d'une force

Le travail d'une force est l'énergie fournie/consommée par cette force lorsque son point d'application se déplace. Le travail est exprimé en joules (J), et est souvent noté W, initiale du mot anglais Work.

### I. Expression générale du travail d'une force constante



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

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

Effet de la Force $\vec{F}$	Contribue au déplacement	S'oppose au déplacement	Sans effet sur le déplacement
Angle	$0 < \alpha < \pi/2$	$\pi/2 < \alpha < \pi$	$\alpha = \pi/2$
Projection de la force sur le déplacement	Dans le même sens que le vecteur déplacement $\vec{AB}$	Dans sens opposé au vecteur déplacement $\vec{AB}$	Nulle
Travail	$W_{AB}(\vec{F}) > 0$	$W_{AB}(\vec{F}) < 0$	$W_{AB}(\vec{F}) = 0$

Le travail d'une force constante est une grandeur algébrique :

- Si le travail d'une force est positif, le système reçoit de l'énergie ; la force « encourage » le mouvement, le travail est dit « moteur »
- Si le travail d'une force est négatif, le système perd de l'énergie ; la force « décourage » le mouvement, le travail est dit « résistant »

Vérifier que l'expression du travail a bien la dimension d'une énergie :

## II. Force conservative :

Une force est conservative lorsque le travail de cette force ne dépend pas du chemin suivi lors de son déplacement d'un point à un autre

### 1. Travail du poids

Le poids est une force conservative : le travail ne dépend pas du déplacement de la force.

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

Ou encore

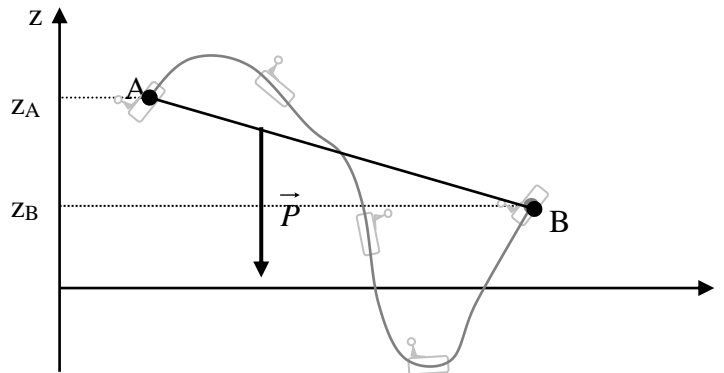
$$\vec{P} \begin{vmatrix} 0 \\ -mg \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad \vec{P} \begin{vmatrix} x_B - x_A \\ z_B - z_A \end{vmatrix}$$

$$\vec{P} \cdot \vec{AB} = 0 \times (x_B - x_A) - mg \cdot (z_B - z_A)$$

$$\vec{P} \cdot \vec{AB} = mg \cdot (z_A - z_B)$$

Et donc :

$$W_{AB}(\vec{F}) = mg \cdot (z_A - z_B)$$



### 2. Travail de la force électrique constante

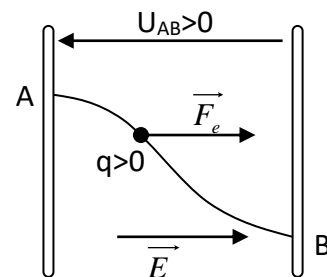
La force électrique est une force conservative : le travail ne dépend pas du déplacement de la force.

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

or  $\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$

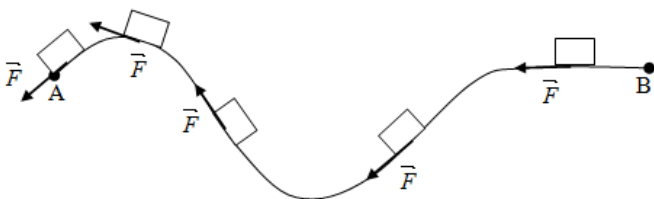
donc  $W_{AB}(\vec{F}_e) = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{AB}$  où  $\vec{E} \cdot \vec{AB} = U_{AB}$

soit  $W_{AB}(\vec{F}_e) = q \cdot U_{AB}$



## III. Force non conservative : cas des frottements

La force de frottement n'est pas une force constante, même si son intensité peut ne pas varier ; en effet, sa direction change continuellement. Le travail de cette force dépend donc du chemin suivi.



L'expression du travail de la force de frottement est :

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

où L est la distance réellement parcourue

**La force de frottement n'est pas une force conservative : elle dépend du chemin suivi au cours du déplacement.** Le travail de la force de frottement est résistant : elle s'oppose au mouvement.

## Energie potentielle

### I. Energie potentielle de pesanteur :

- C'est l'énergie d'un système {objet de masse  $m$  ; Terre} due à l'interaction gravitationnelle entre l'objet et la Terre.

- Expression :  $E_p = mgz + cste$

On choisit généralement  $E_p = 0$  pour  $z = 0$  de façon à ce que  $cste = 0$  d'où  $E_p = mgz$

- La variation de l'énergie potentielle de pesanteur du système est opposée au travail du poids.

$$\Delta E_p = E_{p_B} - E_{p_A} = -W_{AB}(\vec{P})$$

### II. Energie potentielle électrique

- L'énergie potentielle électrique se définit :  $E_{pel} = q \cdot V + cste$   
où  $V$  est le potentiel électrique du point considéré (s'exprime en Volt)

## Energie mécanique d'un système

L'énergie mécanique d'un système est la somme de ses énergies potentielles (de pesanteur, électrique, ...) et de son énergie cinétique :  $E_m = E_c + E_p$

### I. Conservation de l'énergie mécanique

**Lorsqu'un système est soumis à des forces conservatives et/ou à des forces non conservatives dont le travail est nul, son énergie mécanique  $E_m$  se conserve :**

$$E_m = E_c + E_p = cste \quad \text{soit} \quad \Delta E_m = 0 \quad \text{ou encore} \quad \Delta E_c = -\Delta E_p$$

Lorsqu'il y a conservation de l'énergie mécanique, il y a transfert total de l'énergie potentielle en énergie cinétique ou inversement.

### II. Non conservation de l'énergie mécanique

**Lorsqu'un système est soumis à des forces conservatives et/ou à des forces non conservatives qui travaillent, son énergie mécanique  $E_m$  ne se conserve pas ; sa variation est égale au travail des forces non conservatives.**

$$E_m \neq cste \quad \text{alors} \quad \Delta E_m = W(\vec{f}_{non\ conservative})$$

où  $f$  est la résultante des forces non conservatives.

Lorsqu'il y a non conservation de l'énergie mécanique, il y a transfert partiel de l'énergie potentielle en énergie cinétique ou inversement. L'énergie "perdue" a été dissipée par les forces de frottement qualifiées de **forces dissipatives**.