

I) Travail :

En physique, le travail d'une force se traduit par un transfert d'énergie entre deux systèmes. Cela modifie la vitesse, la direction, l'altitude, la température ou la forme du système qui le reçoit.

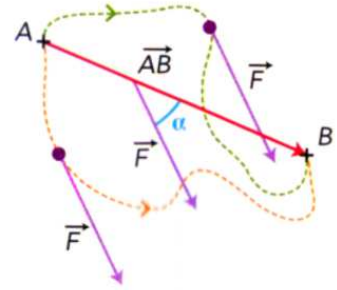
1) Travail d'une force constante :

\* Une force constante a un sens, une direction et une intensité constants dans le temps.

\* Dans un référentiel donné, le travail d'une force constante  $\vec{F}$  exercée sur un solide qui se déplace sur une droite AB est défini par :  $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos(\vec{F}, \vec{AB})$   
 angle  $(\vec{F}, \vec{AB}) = \alpha$  (en radian ou en degré)

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

unités : intensité F en newton (N), distance AB en mètre (m),  
 travail  $W_{AB}$  en joule (J)



Le travail d'une force dite conservative est indépendant du chemin suivi.

Le poids, la force électrostatique... sont conservatives

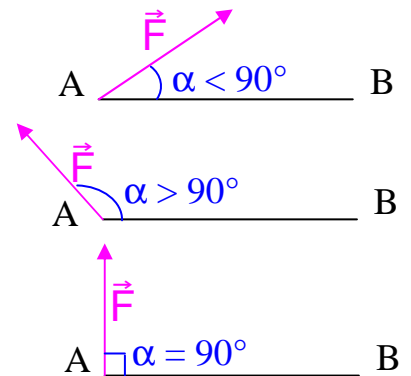
Le signe du travail  $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \alpha$  est celui de  $\cos \alpha$

- Si  $\alpha < 90^\circ$  alors  $\cos \alpha > 0$  et  $W_{AB}(\vec{F}) > 0$ . Le travail est moteur.

- Si  $\alpha > 90^\circ$  alors  $\cos \alpha < 0$  et  $W_{AB}(\vec{F}) < 0$ . Le travail est résistant.

- Si  $\alpha = 90^\circ$  alors  $\cos \alpha = 0$  et  $W_{AB}(\vec{F}) = 0$  J. Le travail est nul.

Le travail est nul si la force  $\vec{F}$  est perpendiculaire à la trajectoire.



2) Travail du poids :

$\vec{P}$  est une force constante (à notre échelle).  $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB}$

On choisit un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .  $\vec{AB}(x_B - x_A, y_B - y_A, z_B - z_A)$ ,  $\vec{P}(0, 0, -P)$

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB} = 0 \times (x_B - x_A) + 0 \times (y_B - y_A) - P \times (z_B - z_A) = -m \times g \times (z_B - z_A) = m \times g \times (z_A - z_B)$$

Le travail du poids d'un solide est identique quelque soit le chemin suivi entre A et B.

Le poids est une force conservatrice.

En utilisant, l'altitude h entre A et B, on obtient :

$$h = |z_A - z_B| \quad (h \text{ est positive}) \quad , \quad W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B) = \pm m \times g \times h$$

Si le solide monte, le travail du poids est négatif, résistant. Si le solide descend, il est moteur.

3) Travail d'une force électrostatique :

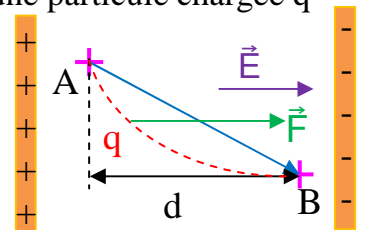
Dans un champ électrostatique uniforme, la force électrostatique s'exerçant sur une particule chargée q s'exprime par la relation  $\vec{F}_e = q \vec{E}$

$$W_{AB}(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \vec{AB} = q \times E \times AB \times \cos \alpha = q \times E \times d = q \times U_{AB}$$

En 1<sup>ère</sup>, on a vu :  $E = U_{AB} / d$

Le travail de cette force est aussi indépendant du chemin suivi.

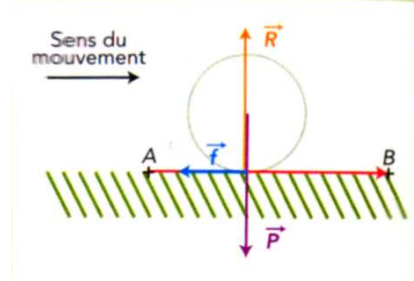
Cette force est conservatrice.



#### 4) Cas de la réaction d'un support (d'un plan) :

La réaction d'un support est décomposée en deux forces, la réaction normale  $\vec{R}_N$  perpendiculaire au support et la force de frottements  $\vec{f}$ .

Dans le cas des frottements, le travail **dépend** du chemin suivi : ces forces ne sont pas conservatives. On s'intéresse uniquement au calcul du travail de ces forces le long d'un trajet **rectiligne**.



$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overline{AB} = f \times AB \times \cos \alpha = -f \times AB \quad (\alpha = 180^\circ, \cos \alpha = -1)$$

Le travail est résistant ( $W < 0$ )

$$\text{Pour la réaction normale } \vec{R}_N : W_{AB}(\vec{R}_N) = \vec{R}_N \cdot \overline{AB} = R_N \times AB \times \cos \alpha = 0 \text{ J} \quad (\alpha = 90^\circ, \cos \alpha = 0)$$

## II) Energies potentielle et cinétique :

### 1) Energie potentielle de pesanteur :

On appelle énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  d'un solide S de masse m situé à l'altitude  $z_B$  la quantité.

$$E_{pp_B} = m \times g \times z_B$$

$E_{pp_B}$  en joules (J), m : masse en kg,  $z_B$  : altitude du solide en mètres

Il faut définir une altitude de référence où  $z = 0$ .

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

### 2) Energie potentielle élastique : (cas d'un ressort)

On appelle énergie potentielle élastique  $E_{p\text{él}}$  d'un ressort de raideur k d'allongement x :

$$E_{p\text{él}} = \frac{1}{2} k \times x^2$$

Unités :  $E_{p\text{él}}$  en joules (J), k : raideur du ressort en  $N \cdot m^{-1}$ , x : allongement en mètres (m)

### 3) Energie potentielle électrique :

On appelle énergie potentielle électrique  $E_{p_e}$  :  $E_{p_e} = q \times V$

Unités :  $E_{p_e}$  en joules (J), q : charge électrique en coulomb (C), V : potentiel élect. en volt (V)

$$E_{p_e_B} - E_{p_e_A} = q \times V_B - q \times V_A = q \times (V_B - V_A) = -q \times U_{AB} = -W_{AB}(\vec{F}_e)$$

**Pour une force conservative, la variation de l'énergie potentielle d'un système se déplaçant d'un point A à un point B correspond à l'opposé du travail de la force entre ces deux points.**

### 4) Energie cinétique :

L'énergie cinétique d'un solide indéformable de masse m, est l'énergie qu'il possède du fait de son mouvement.

$$\text{Pour un solide en translation à la vitesse } v_G : E_c = \frac{1}{2} m \times v_G^2$$

Unités :  $E_c$  en joules (J), m masse en kg,  $v_G$  vitesse en  $m \cdot s^{-1}$ .

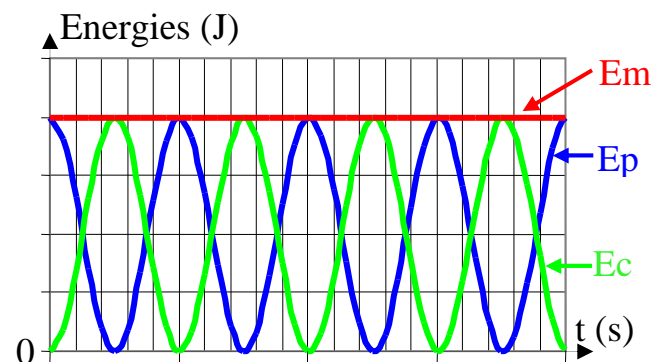
## IV) Energie mécanique :

L'énergie mécanique d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle

$$E_m = E_c + E_p$$

Lorsqu'un système est soumis à des forces conservatrices et / ou à des forces non conservatrices dont le travail est nul, l'énergie mécanique se conserve, elle est constante dans le temps.

On assiste alors à un transfert d'énergie entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.



Lorsqu'un système est soumis à des forces conservatrices et / ou à des forces non conservatrices qui travaillent, l'énergie mécanique ne se conserve pas.

Sa variation est égale au travail des forces non conservatrices.  $\Delta E_m = W(\vec{f})$

$\vec{f}$  : résultantes des forces non conservatrices.

La force de frottements est non conservatrice et son travail n'est pas nul.

Si un système est soumis à des frottements, son énergie mécanique ne se conserve pas.

Les frottements sont qualifiés de dissipatifs car ils provoquent une perte d'énergie mécanique sous forme de chaleur.

