NICOLAS REVERDY

http://physique.reverdy.free.fr

1. Les énergies et leurs échanges

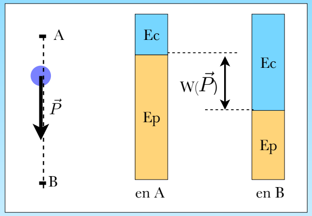
- Lors de l'étude d'un objet, on lui associe plusieurs formes d'énergie : énergie cinétique, énergies potentielles.

- Une énergie potentielle est une énergie qui peut potentiellement se transformer en énergie cinétique :
  - énergie potentielle de pesanteur (système plus haut que le sol),
  - énergie potentielle élastique (ressort alongé ou contracté)
  - énergie potentielle électrique (particule chargée dans un champ électrique)

- L'énergie mécanique d'un système est la somme de toutes les énergies du système : $E_m = E_c + E_{P1} + E_{P2} + ...$

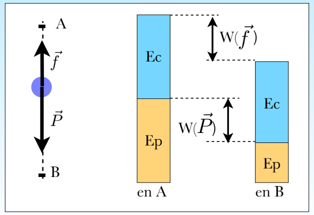
- Les forces appliquées à un système sont responsables, <u>au cours d'un mouvement du système</u>, d'un changement dans la répartition de ses énergies. Le travail (W) d'une force mesure l'énergie que la force a re-réparti entre les différentes formes d'énergie :

- Soit l'énergie totale est conservée : les forces responsables de ces changements sont les forces **conservatives** (le poids, la force électrique…).



chute d'une bille sans frottements

- Soit l'énergie totale n'est pas conservée (de l'énergie est transférée vers l'extérieur du système, le plus souvent sous forme de chaleur) : les forces responsables de ces pertes d'énergie vers l'extérieur sont des forces **non conservatives** (principalement les forces de frottement $\vec{f}$).



chute d'une bille avec frottements

- À chaque énergie potentielle est donc associée une force conservative qui en explique les variations : W($\vec{F}_C$) = — ΔEp = Ep(A) — Ep(B) avec A et B les points de départ et d'arrivée.

- <u>Définition</u> : Une force conservative est donc une force dont le travail pour faire passer l'objet d'un point A à un point B est indépendant du chemin suivi. Il ne s'exprime qu'en fonction des points de départ et d'arrivée, A et B.

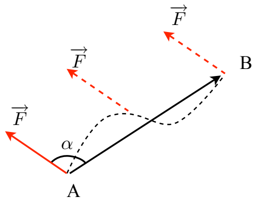
- Le **<u>théorème de l'énergie cinétique</u>** s'écrit : ΔEc = W($\vec{F}_C$) + W($\vec{F}_{NC}$)

- Puisque ΔEp = -W($\vec{F}_C$), on en déduit le **<u>théorème de l'énergie mécanique</u>** :

  ΔEc + ΔEp = ΔEm = W($\vec{F}_{NC}$).

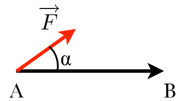
2. Expression du travail d'une force

- Dans le cas général, le travail effectué par une force **<u>constante</u>** $\vec{F}$ lors d'un déplacement quelconque de son point d'application d'un point A à un point B est donné par :

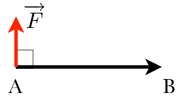


$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$ = F x AB x cos(α)	$W_{AB}(\vec{F})$ en joule F en newton AB en mètre α l'angle entre $\vec{F}$ et $\overrightarrow{AB}$

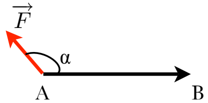
- Si W > 0 J (donc si α < π/2, on dit que le travail est **moteur** : la force aide globalement le déplacement. L'énergie potentielle associée à la force diminue entre A et B.



- Si W = 0 J (donc si α = π/2), le travail n'a aucun effet, la force est neutre vis-à-vis du déplacement. L'énergie potentielle associée à la force ne change pas de valeur.



- Si W < 0 J (donc si π/2 < α < 3π/2), on dit que le travail est **résistant** : la force s'oppose globalement au déplacement. L'énergie potentielle associée à la force augmente entre A et B.



3. Quelques exemples de travaux

3.1. <u>Le travail du poids</u>

- Le calcul du travail du poids donne : $W_{AB}(\vec{P})$ = m g AB cos(α)
  = m g h = m g (z_A-z_B)

  - Le poids est une force conservative.
  - L'énergie potentielle associée au poids est appelée l'énergie potentielle de pesanteur et a pour expression : $E_{PP} = m\ g\ z$

3.2. <u>Le travail de la force électrique</u>

- Le travail de la force est donc : $W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$ = ||F|| x ||AB|| x cos(α) = e x E x AB x cos(α)
  - La force électrique est une force conservative
  - Le travail qui peut être moteur ou résistant selon les cas.

3.3. <u>Étude d'une force non conservative</u>

- Les forces de frottement sont systématiquement orientées dans la même direction mais dans le sens opposé au mouvement (donc au vecteur vitesse).

- Etude du travail des forces de frottement d'intensité constante sur une trajctoire rectiligne :
  $W(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB}$ = f x AB x cos(180°) = -f x AB

  ✦ W < 0, le travail est donc toujours résistant
  ✦ <u>Attention</u> : les forces de frottement sont des forces non conservatives car leur travail dépend du trajet suivi, même si danns le cas d'un mouvement rectiligne, il semble dépendre seulement des points de départ et d'arrivée.