Chap 5: Travail et énergie.

I. Travail d’une force constante

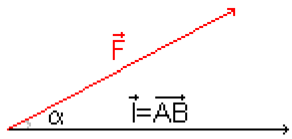
A. Notion de force et de travail.

Une force est caractérisée par sa direction son sens et son intensité. Si ces 3 caractéristiques ne varient pas au cours du temps la force est constante.

Activité Travail

On appelle travail d'une force constante $\vec{F}$, lors d'un déplacement de A vers B, le produit scalaire de la force $\vec{F}$ par le déplacement $\overrightarrow{AB}$. On le note $W_{AB}(\vec{F})$.

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

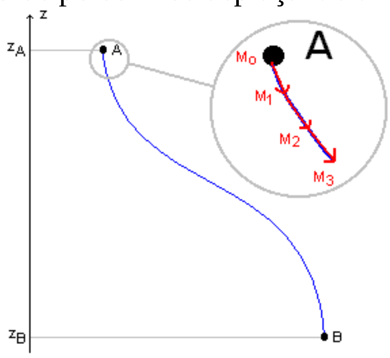


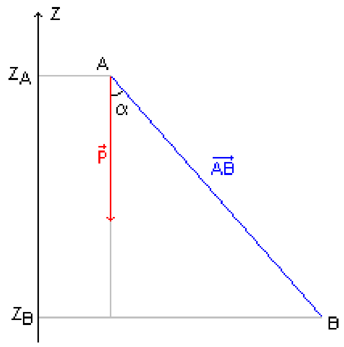
- $0 \leqslant \alpha < 90°$: Dans ce cas, $\cos(\alpha)>0$ et $W_{AB}(\vec{F})>0$. On dit que la force $\vec{F}$ effectue un **travail moteur.**
- $90° < \alpha \leqslant 180°$: Dans ce cas, $\cos(\alpha)<0$ et $W_{AB}(\vec{F})<0$. On dit que la force $\vec{F}$ effectue un **travail résistant.**
- $\alpha = 90°$: Dans ce cas, $\cos(\alpha)=0$ et $W_{AB}(\vec{F})=0$. La force $\vec{F}$ n'effectue **aucun travail**.

Lorsque le travail d’une force ne dépend pas du chemin suivi : la force est dite **conservative**

B. Travail du poids d'un corps

Soit un solide S de poids $\vec{P}$ se déplaçant d'un point A d'altitude z_A vers un point B d'altitude z_B.





Le travail du poids du solide S s'écrit:

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

$$W_{AB}(\vec{P}) = P.AB.\cos(\alpha) \quad => \quad W_{AB}(\vec{P}) = m.g.AB.\cos(\alpha)$$
$$\text{Or } AB.\cos(\alpha) = z_A - z_B \quad => \quad W_{AB}(\vec{P}) = m.g.(z_A - z_B)$$

$$\boldsymbol{W_{AB}(\vec{P}) = m.g.(z_a - z_b)}$$

Le travail du poids ne dépend que de l’altitude de départ et de celle d’arrivée. **Le poids est une force conservative.**

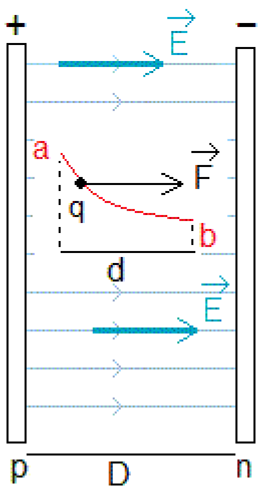
Remarques :

On pourra noter $W_{AB}(\vec{P}) = +/-m.g.h$ avec $h = z_A - z_B$.

Si (le mobile descend), : le poids effectue un travail moteur.

Si (le mobile s'élève), le poids effectue un travail résistant.

C. Travail d'une force électrique



Dans un champ électrostatique uniforme$\vec{E}$, la force qui s'exerce sur une particule de charge q est : $\vec{F} = q.\vec{E}$

Lorsque la particule se déplace d'un point A à un point B, le travail de cette force électrostatique est :

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

$$W_{AB}\left(\vec{F}\right) = q.\vec{E}.\overrightarrow{AB}$$

$$W_{AB}\left(\vec{F}\right) = q.E.AB\cos\alpha$$

Or Le champ électrostatique dépend de la tension et la distance entre les 2 plaques du condensateur :

$$E = \frac{U_{PN}}{D} = \frac{U_{AB}}{d}$$

Et on voit que

$$d = AB\cos\alpha$$

On a donc :

$$W_{AB}\left(\vec{F}\right) = q.E.d = q.U_{AB}$$

Le travail de la force électrostatique ne dépend que des positions de départ et d'arrivée. **La force électrostatique est une force conservative.**

D. Travail d'une force de frottement.

Considérons un mobile en mouvement rectiligne uniforme soumis à une force de frottement d'intensité constante.

$$W_{AB}\left(\vec{f}\right) = \vec{f}.\overrightarrow{AB}$$

Lorsque les frottements sont opposés au mouvement (ce qui est généralement le cas) on a :

$$W_{AB}\left(\vec{f}\right) = -f.AB$$

Il arrive que les frottements soit moteur on a alors :

$$W_{AB}\left(\vec{f}\right) = f.AB$$

Le travail des forces de frottements dépend du chemin suivi : la force de frottement est donc **non conservative.**

II. Transferts énergétiques

A. Energie potentielle.

A toute force conservative est associée une énergie potentielle. On défini ainsi une énergie potentielle de pesanteur (le poids), l'énergie potentielle électrique (Fe), énergie potentielle élastique (force de rappel du ressort)…

Pour le poids nous avons :

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

Nous avons vu en première que l'énergie potentielle de pesanteur est :

$$Epp_A = m.g.z_A$$

Nous avons donc :

$$W_{AB}(\vec{P}) = Epp_A - Epp_B = -(Epp_B - Epp_A) = -\Delta Epp$$

De même pour la force électrostatique :

$$W_{AB}(\overrightarrow{Fe}) = q.U_{AB} = qV_A - qV_B$$

L'énergie potentielle électrique est :

$$Epe = qV$$

Donc :

$$W_{AB}(\overrightarrow{Fe}) = -\Delta Epe$$

Généralisons :

La variation d'énergie potentielle d'un système se déplaçant d'un point A à un point B est égal à l'opposé du travail des forces conservatives :

$$\boldsymbol{\Delta Ep = -W_{AB}(\vec{F})}$$

B. Energie mécanique

L'énergie mécanique est :

$$Em = Ec + Ep$$

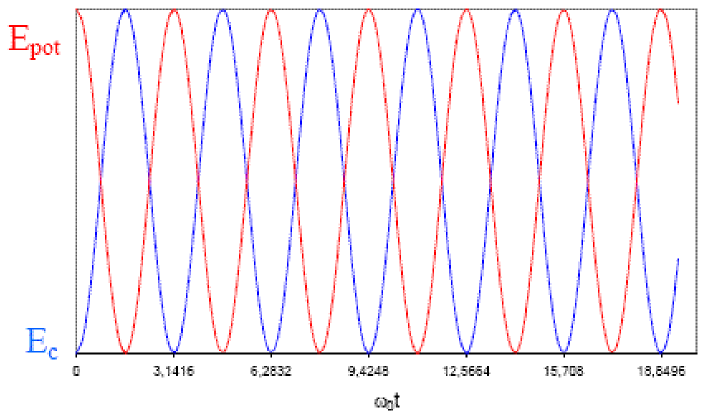
Donc la variation d'énergie mécanique est :

$$\Delta Em = \Delta Ec + \Delta Ep$$

Lorsqu'un système n'est soumis qu'à des forces conservatives et/ou à des forces non conservatives dont le travail est nul, son énergie mécanique se conserve. (Lorsque les frottements sont négligeables)

On a donc

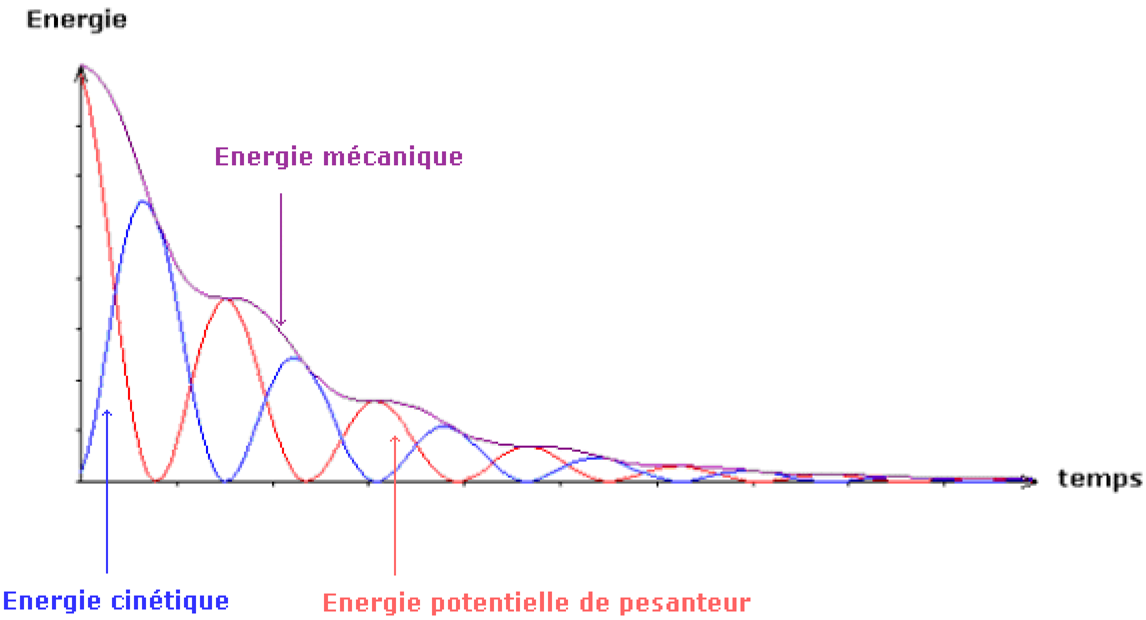
$$\Delta Em = 0 \ \ donc : \ \Delta Ec = -\Delta Ep$$



Lorsqu'un système est soumis à des forces conservatives et/ou à des forces non conservatives qui travaille son énergie mécanique ne se conserve pas. (Lorsque les frottements ne sont pas négligeables)
Il y a transfert partiel d'énergie cinétique en énergie potentielle ou inversement.
Il y a donc dissipation d'énergie.
On a donc

$$\Delta Em = W(\vec{f})$$

Où $\vec{f}$ est la résultante des forces non conservatives



<u>Exercices N°10-13p199, 19p200 21p201 , 31p206</u>