

I. Travail d'une force

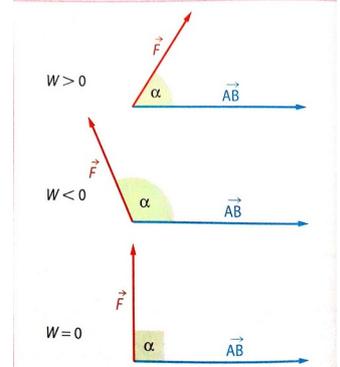
1. Expression

Le **travail** d'une force **traduit**, au **niveau énergétique**, les **effets d'une force** sur un système mécanique.

Le travail d'une force constante \vec{F} appliquée à un système se déplaçant de A à B se note $W_{AB}(\vec{F})$ et s'exprime par le produit scalaire du vecteur force par le vecteur déplacement.

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

Travail en J Produit scalaire Intensité de F en N Angle entre F et AB (en °) Distance en m



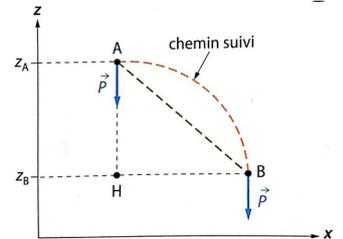
Signe du travail	$W < 0$	$W = 0$	$W > 0$
Valeurs de α	$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$
Effet de la force	Favorise le déplacement	Aucun effet	S'oppose au déplacement
Type de travail	Travail moteur	Travail nul	Travail résistant

2. Force conservatives et non-conservatives

Une force est dite **conservative** si son travail entre deux points ne dépend pas du chemin suivi entre ces deux points, uniquement de leurs positions.

Si ce n'est pas le cas, la force est dite **non-conservative**.

Toutes les forces constantes sont conservatives (ex, le poids). Un exemple de force non-conservative est la force de frottement que peut subir un système.



II. Énergies en mécanique

Rappel : On se place dans le référentiel terrestre pour étudier le mouvement de solides au voisinage de la Terre.

1. Énergie liée à la vitesse : l'énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un objet est l'énergie qu'il possède du fait de son mouvement.

L'énergie cinétique E_c , d'un solide de masse m en mouvement de translation avec une vitesse v est définie par :

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

avec E_c en J, m en kg, v en $m \cdot s^{-1}$

Rq : L'énergie cinétique augmente avec la vitesse

Théorème de l'énergie cinétique

La variation d'énergie cinétique d'un système qui se déplace d'un point A à un point B est égal à la somme des travaux de toutes les forces que subit le système.

$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{tot})$$

2. Énergie liée à l'altitude : l'énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de pesanteur d'un objet est l'énergie qu'il possède du fait de sa distance à la Terre.

Un solide de masse m est attiré vers le sol par son poids de valeur : $P = m \cdot g$

La valeur usuelle de l'intensité de la pesanteur g sur Terre est $9,8 N \cdot kg^{-1}$

L'altitude, notée z est mesurée par rapport à une origine choisie arbitrairement (au niveau du sol, de la mer ou d'une table ...)

L'énergie potentielle de pesanteur E_p , d'un solide de masse m , dont le centre d'inertie est à l'altitude z est définie par :

$$E_p = m \cdot g \cdot z \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} E_p \text{ en J} \\ m \text{ en kg} \\ g \text{ en N} \cdot \text{kg}^{-1} \\ z \text{ en m} \end{array}$$

Rq : Un solide gagne de l'énergie potentielle de pesanteur lorsque son altitude augmente. Il existe d'autres énergies potentielles que celle de pesanteur (élastique, électrostatique,...) mais elles ne sont pas au programme de cette année.

Une **énergie potentielle** est associée à une **force conservative** subie par le système, ainsi, la variation de l'énergie potentielle correspond au négatif du travail de la force qui "génère" l'énergie potentielle. $\Delta E_p = E_p(B) - E_p(A) = -W_{AB}(\vec{F}_{cons})$

Ce qui donne pour l'ensemble du système $\Delta E_p(tot) = E_p(B) - E_p(A) = -\Sigma W_{AB}(\vec{F}_{cons})$

3. Énergie mécanique

L'énergie mécanique E_m , d'un objet en mouvement au voisinage de la Terre est la somme de son énergie E_c et de son énergie potentielle de pesanteur E_p :

$$E_m = E_c + E_p \quad \text{avec} \quad E_m, E_c \text{ et } E_p \text{ en J}$$

L'étude de la **variation d'énergie mécanique** permet de connaître **l'influence des force** sur le mouvement du système et réciproquement.

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p(tot) = \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{tot}) - \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{cons}) = \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{non-cons})$$

Pour rappel, les force non-conservatives connues en première sont les forces de frottement.

Conséquence : Si le solide n'est soumis à aucun frottement alors son énergie mécanique reste constante au cours du mouvement.

Réciproquement : Un solide en mouvement dont l'énergie mécanique ne varie pas, n'est soumis à aucun frottement ou à des frottements négligeables.

Ex

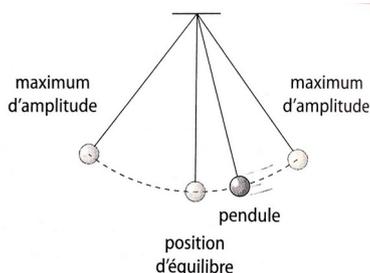


FIG. 7 Oscillation d'un pendule simple.

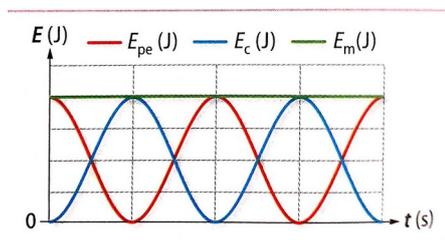


FIG. 8 Sans frottement, l'énergie mécanique du système se conserve.

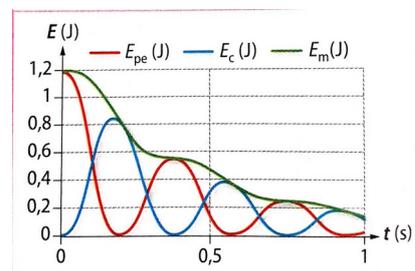


FIG. 9 En présence de frottement, l'énergie mécanique du système diminue.