

Chapitre XI : Phénomènes mécaniques et énergie

(Correspond au chapitre 14 p 255 du livre. QCM p 265 — Exercices p 266 à 275)

I - L'énergie cinétique et le travail d'une force

Tout objet en mouvement possède une énergie cinétique, liée à sa vitesse.

- L'énergie cinétique d'un système modélisé par un point matériel est:

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad (\text{avec } E_c \text{ en J ; } m \text{ en kg et } v \text{ en m}\cdot\text{s}^{-1}).$$

Exercices : p n° 5 ;

- Le travail d'une force est une grandeur physique permettant d'évaluer l'effet de cette force sur l'énergie cinétique du système au cours d'un mouvement.

Le travail d'une force constante \vec{F} dont le point d'application se déplace de A vers B est:

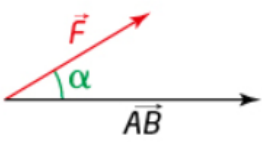
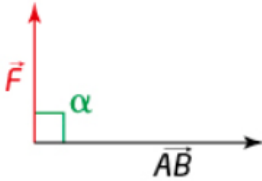
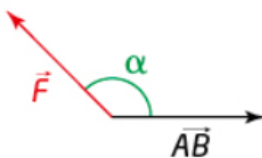
$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha$$

avec $W_{AB}(\vec{F})$: le travail de la force F en joule (J)

F : la valeur de la force en newton (N)

AB : le déplacement en mètre (m)

α : l'angle entre la direction de la force F et celle du déplacement AB.

$W_{AB}(\vec{F}) > 0$	$W_{AB}(\vec{F}) = 0$	$W_{AB}(\vec{F}) < 0$
		
$0 < \alpha < 90^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$90^\circ < \alpha < 180^\circ$
$0 < \cos\alpha < 1$	$\cos\alpha = 0$	$-1 < \cos\alpha < 0$
La force favorise le déplacement.	La force n'a pas d'effet.	La force ne favorise pas le déplacement.
Le travail est moteur.	Le travail est nul.	Le travail est résistant.
L'énergie transférée par le travail au système est positive. Le système reçoit de l'énergie.	L'énergie transférée par le travail au système est nulle.	L'énergie transférée par le travail au système est négative. Le système perd de l'énergie.

Exercices : p n° 7 ; 11 ; 18

- **Le théorème de l'énergie cinétique:**

La variation de l'énergie cinétique d'un système est égale à la somme des travaux des forces agissant sur ce système:

$$\Delta E_{cA \rightarrow B} = E_{cB} - E_{cA} = \sum W_{AB} (\vec{F}) . \text{ Les termes de cette relation s'expriment tous en joule.}$$

Exercices : p n° 9 ; 20 ; 24

II - Forces conservatives et non-conservatives

Une **force conservative** est une force dont la valeur du travail ne dépend pas du chemin suivi par le système.
Le travail d'une force conservative ne dépend que de la position départ et de la position d'arrivée du système
Exemple: le poids est une force conservative.

À chaque force conservative est associée une **énergie potentielle** (E_p), qui dépend de la position du système.
La variation de l'énergie potentielle est égale à l'opposé du travail de la force conservative:

$$\Delta E_{pA \rightarrow B} = E_{pB} - E_{pA} = - W_{AB} (\vec{F}_c)$$

- **L'énergie potentielle de pesanteur** E_{pp} d'un système de masse m situé à l'altitude z est:

$$E_{pp} = m \times g \times z$$

avec: g en m/s^2 ; E_p en **J** ; m en **kg** et l'altitude z en **m**.

On choisit une *origine* avec $E_{pp} = 0$ J quand $z = 0$ m.

Lorsque le travail d'une force dépend du chemin suivi par le système, la **force est non-conservative**.

Exemple: une force de frottement est non-conservative.

Le travail d'une force de frottement d'intensité constante dans le cas d'une trajectoire rectiligne est:

$$W_{AB} (\vec{f}) = - f \times AB$$

Exercices : p n° 13 ;

III - Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique

- **L'énergie mécanique** d'un solide est: $E_m = E_p + E_c$

Si toutes les forces sont conservatives, ou si la somme des travaux de ces forces est nulle, alors il y a **conservation de l'énergie mécanique** au cours du temps.

S'il y a des forces non-conservatives ou si la somme des travaux de ces forces n'est pas nulle, alors il y a **non-conservation de l'énergie mécanique** au cours du temps.

La variation de l'énergie mécanique est égale à la somme des travaux des forces non-conservatives:

$$\Delta E_{mA \rightarrow B} = E_{mB} - E_{mA} = \sum W_{AB} (\vec{f}_{\text{non-conservatives}})$$

Quand l'énergie mécanique diminue, il y a **dissipation d'énergie**.

Quand l'énergie mécanique augmente, il y a **gain d'énergie**.

Exercices : p n° 15 ; 17 ; 23 ; 29