PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES

I - Énergie cinétique et travail d'une force

1 - Énergie cinétique

Un objet qui se déplace possède une énergie de mouvement, appelée énergie cinétique, qui dépend de sa masse et de sa vitesse. Dans le cas d'un objet en mouvement de translation, l'énergie cinétique est donnée par :

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

avec E_c en joules (J); m en kilogrammes (kg) et v en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)

2 - Travail d'une force constante

Une force constante est une force dont l'intensité, le sens et la direction ne changent pas au cours du temps. Le travail d'une force traduit au niveau énergétique les effets d'une action mécanique sur un système en mouvement.

Le travail d'une force constante $\vec{F}$, appliquée à un système qui se déplace d'un point A vers un point B se note $W_{AB}(\vec{F})$:

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

avec $W_{AB}(\vec{F})$ en Joules (J); F en newtons (N); AB en mètres (m) et l'angle $(\vec{F}, \overrightarrow{AB})$ en degrés (°). On parle bien ici d'un produit scalaire que vous avez vu en maths.

Le travail est une grandeur algébrique dont le **signe** est déterminé par la **valeur de l'angle** entre les vecteurs force et déplacement.

$W_{AB}(\vec{F}) > 0$	$W_{AB}(\vec{F}) = 0$	$W_{AB}(\vec{F}) < 0$
$0° \leq (\vec{F}, \overrightarrow{AB}) < 90°$	$(\vec{F}, \overrightarrow{AB}) = 90°$	$90° < (\vec{F}, \overrightarrow{AB}) \leq 180°$
La force favorise le déplacement	La force n'agit pas sur le déplacement	La force défavorise le déplacement
Le travail est **moteur**	Le travail est **nul**	Le travail est **résistant**

3 - Théorème de l'énergie cinétique

La variation d'énergie cinétique d'un système qui se déplace de A vers B est égale à la somme des travaux des forces qui s'appliquent sur ce système lors du déplacement.

$$\Delta E_C = E_C(B) - E_C(A) = \Sigma\, W_{AB}(\vec{F})$$

Rappel : le signe Δ signifie toujours une différence, soit ici la différence entre l'énergie cinétique finale (en B) et l'énergie cinétique initiale (en A).

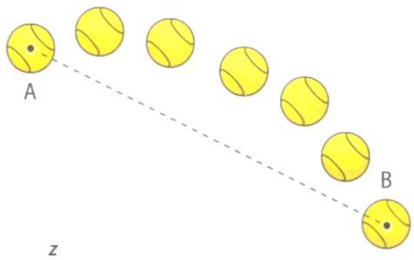
II - Forces conservatives et non-conservatives

1 - Force conservative

Une force est dite conservative si la valeur de son travail est indépendante du chemin parcouru par le système sur lequel elle s'applique.
Toutes les forces constantes sont conservatives.
A chaque force conservative est associée une énergie potentielle qui est liée à la position du système.

2 - Énergie potentielle de pesanteur

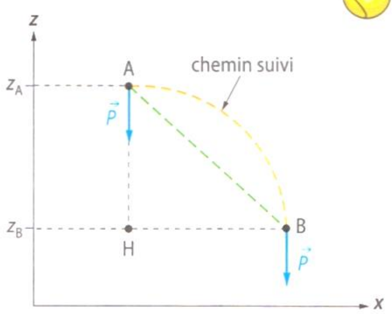
Si on prend le cas du déplacement quelconque d'une balle entre deux positions A et B. Le travail du poids est alors :



$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB}$ or $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AH} + \overrightarrow{HB}$ donc

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AH} + \vec{P} \cdot \overrightarrow{HB}$
$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AH}$ car $\vec{P} \cdot \overrightarrow{HB} = 0$

On a alors :
$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AH} = P \times AH \times \cos(0°) = mg\,(z_A - z_B)$



Le travail du poids ne dépend donc que de la différence d'altitude et pas du chemin parcouru. **Le poids est donc une force conservative**.

Comme toute force conservative, le poids est associé à une énergie potentielle de pesanteur (E_{pp}) liée à la position du système.

La variation d'énergie potentielle de pesanteur de la balle du point A au point B est opposée au travail du poids entre ces deux positions.

$$\Delta E_{pp} = E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = - W_{AB}(\vec{P}) = - mg\ (z_A - z_B) = mgz_B - mgz_A$$

Par identification des différents termes, on en déduit :

$$\mathbf{E_{pp} = mgz}$$

Avec E_{pp} en Joules (J); m en kilogramme (kg); g intensité de la pesanteur en $N.kg^{-1}$ (ou $m.s^{-2}$) et z hauteur en mètre (m).

3 - Force non-conservative

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

Le travail d'une force de frottement $\vec{f}$, opposée au déplacement du système entre A et B, dépend du trajet suivi. Il est opposé au mouvement et donc toujours résistant.

$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = f \times AB \times \cos(180°) = - f \times AB$$

III – Énergie mécanique

L'énergie mécanique d'un système est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle (les trois énergies sont en Joules (J)).

$$\mathbf{E_m = E_c + E_p}$$

En l'absence de forces non-conservatives, il y a conservation de l'énergie mécanique au cours du temps. Cela implique que l'énergie cinétique et l'énergie potentielle se transforme l'une en l'autre au cours du mouvement.

En présence de forces non-conservatives, l'énergie mécanique ne se conserve plus. La variation d'énergie mécanique est alors égale à la somme des travaux des forces non-conservatives. $\Delta E_m = \Sigma\ W_{AB}(\vec{f})_{non\text{-}conservatives}$

Exercices du livre à faire : p297 n° 27, 28, 29, 33, 34, 43, 49, 57, 58
p 319 n° 30, 31, 42, 44, 54, 56