Niveau : 1ère D

OG 1 : APPLIQUER LE THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE.

TITRE : **TRAVAIL ET PUISSANCE D'UNE FORCE CONSTANTE**

Durée : **4 H**

Objectifs spécifiques :

OS 1 : Déterminer le travail d'une force constante.

OS 2 : Déterminer le travail et la puissance d'une force constante.

Moyens :

Vocabulaire spécifique :

Documentation : Livres de Physique AREX Première C et D, Eurin-gié Première S et E. Guide pédagogique et Programme.

Amorce :

Plan du cours :

I) Généralités
- 1° Définition d'une force constante
- 2° Notion de travail

II) Travail d'une force constante
- 1° Lors d'un déplacement rectiligne
  - 1.1° Expression du travail
  - 1.2° Conséquences
- 2° Lors d'un déplacement quelconque
  - 2.1° Travail élémentaire
  - 2.2° Expression du travail d'une force constante pendant un déplacement quelconque
  - 2.3° Cas particulier du travail du poids

III) Puissance d'une force constante
- 1° Puissance moyenne
- 2° Puissance instantanée

Activités questions	Activités réponses		Observations

TRAVAIL ET PUISSANCE D'UNE FORCE CONSTANTE

I) Généralités

1° Définition d'une force constante

Une force $\vec{F}$ est dite **constante** lorsqu'elle **conserve**, au cours du temps, sa direction, son sens et son intensité (valeur).

2° Notion de travail

On dit qu'une force **effectue un travail** lorsqu'appliquée sur un corps, elle le **déplace** ou le **déforme**.

II) Travail d'une force constante

1° Lors d'un déplacement rectiligne

1.1° Expression du travail

Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante $\vec{F}$ lors d'un déplacement rectiligne (de son point d'application) de A à B est égal au **produit scalaire** de la force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$.

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

Soit : $\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos\theta}$ avec $F = \|\vec{F}\|$, $AB = \|\overrightarrow{AB}\|$ et $\theta = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$

Joule (J) N m

Le travail s'exprime en **Joule (J)**.

1.2° <u>Conséquences</u>

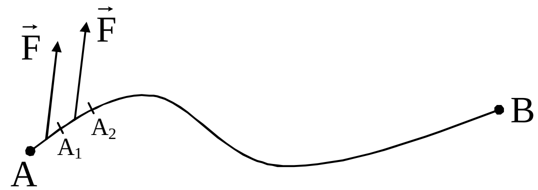
Le travail est une grandeur algébrique. Son signe dépend de la valeur de l'angle θ.

* Pour $0 \le \theta \le 90°$, $\cos\theta > 0$ et $W > 0$: le travail est dit **moteur**.
* Pour $\theta = 90°$, $\cos\theta = 0$ et $W = 0$: le travail d'une force perpendiculaire au déplacement est **nul**.
* Pour $90° \le \theta \le 180°$, $\cos\theta < 0$ et $W < 0$: le travail est dit **résistant**.

2° <u>Lors d'un déplacement quelconque</u>

2.1° <u>Travail élémentaire</u>

Soit $\vec{F}$ une force constante dont le point d'application se déplace selon une trajectoire curviligne AB.



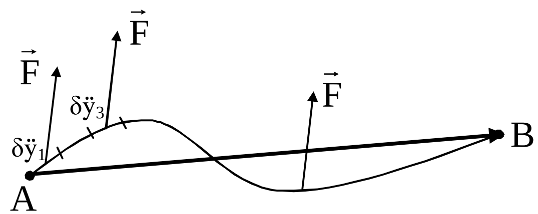
On peut diviser AB en petits segments de droites δÿ$_1$, δÿ$_2$, δÿ$_3$, … tels que δÿ$_1$ = AA$_1$, δÿ$_2$ = A$_1$A$_2$, δÿ$_3$ = A$_2$A$_3$, …

Le vecteur $\overrightarrow{\delta\ell_i}$ est appelé **vecteur déplacement élémentaire**.

La grandeur $\delta W_i = \vec{F}\cdot\overrightarrow{\delta\ell_i}$ est appelé **travail élémentaire** de la force $\vec{F}$ pendant le déplacement élémentaire $\delta\ell_i$.

2.2° <u>Expression du travail d'une force constante pendant un déplacement quelconque</u>

Soit AB une trajectoire quelconque,



Le travail total effectué par la force constante $\vec{F}$ sur le trajet AB est égal à la somme des travaux élémentaires :

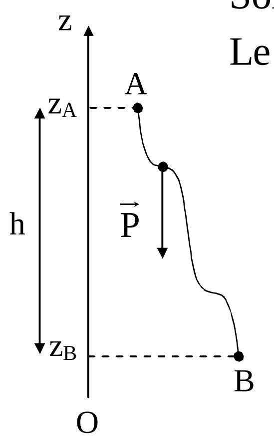
$$
\begin{aligned}
W_{AB}(\vec{F}) &= \vec{F}\cdot\overrightarrow{\delta\ell_1}+\vec{F}\cdot\overrightarrow{\delta\ell_2}+\ldots+\vec{F}\cdot\overrightarrow{\delta\ell_n} \\
&= \vec{F}\cdot(\overrightarrow{\delta\ell_1}+\overrightarrow{\delta\ell_2}+\ldots+\overrightarrow{\delta\ell_n}) \\
&= \vec{F}\cdot\sum_i\overrightarrow{\delta\ell_i} \qquad \text{or} \quad \sum_i\overrightarrow{\delta\ell_i}=\overrightarrow{AB}
\end{aligned}
$$

d'où : $$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB}}$$

Le travail d'une force constante ne dépend pas de la trajectoire décrite mais uniquement des positions initiale A et finale B de son point d'application.

2.3° Cas particulier du travail du poids

Soit un corps dont le centre d'inertie passe d'un point A à un point B. Le travail du poids est :



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

$$W_{AB}(\vec{P}) = P\cdot AB\cdot\cos(\vec{P},\overrightarrow{AB}), \qquad \text{or } \cos(\vec{P},\overrightarrow{AB}) = \frac{h}{AB}$$

$$\Rightarrow W_{AB}(\vec{P}) = P\cdot AB\cdot\frac{h}{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = P\cdot h$$

$$\boxed{W_{AB}(\vec{P}) = m\cdot g\cdot h = m\cdot g\,(z_A - z_B)}$$ avec $h = z_A - z_B$

Le travail du poids d'un corps est indépendant du chemin suivi. Il ne dépend que de la différence d'altitude de son centre d'inertie.

* **<u>Conséquences</u>**

– Si le corps descend, $z_A - z_B > 0$ et $W_{AB}(\vec{P}) = m.g\,(z_A - z_B) = +\,m.g.h$:
le poids est une force **motrice**.

– Si le corps monte, $z_A - z_B < 0$ et $W_{AB}(\vec{P}) = m.g\,(z_A - z_B) = -\,m.g.h$:
le poids est une force **résistante**.

III) <u>Puissance d'une force constante</u>

1° <u>Puissance moyenne</u>

On appelle **puissance moyenne** développée par une force $\vec{F}$, le quotient du travail de force par le temps mis pour l'effectuer.

On écrit : $$\boxed{\mathcal{P}_{moy}(\vec{F}) = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{t_B - t_A} = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t}}$$

$W_{AB}(\vec{F}) \rightarrow$ **J** ; $\Delta t \rightarrow$ **s**

La puissance s'exprime en **Watt** (**W**).

2° <u>Puissance instantanée</u>

La **puissance instantanée** d'une force constante agissant sur un solide est le produit scalaire de la force $\vec{F}$ par le vecteur vitesse instantané $\vec{v}$ du solide.

$$\mathcal{P}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

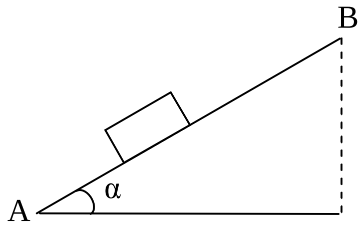
Soit $$\boxed{\mathcal{P}(\vec{F}) = F \times v \times \cos\alpha}$$ avec $\alpha = (\vec{F}, \vec{v})$

<u>Remarque</u> : La puissance est aussi une grandeur algébrique.

<u>Exercice d'application</u>

Sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale, un bloc de pierre glisse de A vers B sous l'action d'une force constante $\vec{F}$, à la vitesse v.

La force $\vec{F}$ est parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné et orientée vers le haut.



On donne : AB = ÿ = 3 m ; v = 0,5 m.s^{-1} ; m = 40 kg ; α = 30° ; g = 9,8 N/kg.

1. Représentez toutes les forces agissant sur le bloc de pierre.
2. Déterminer la valeur de la force $\vec{F}$ exercée.
3. Calculez le travail et la puissance de la force $\vec{F}$.
4. Calculez le travail et la puissance du poids $\vec{P}$ du bloc de pierre.
5. Calculez le travail et la puissance de la réaction du support $\vec{R}$ en tenant compte du principe de l'inertie.