Chapitre 5 : Le travail d'une force :

Introduction : *fiche élève*

Considérons des **objets qui subissent des forces dont le point d'application se déplace** :
Par exemple :
On peut faire changer un solide d'altitude : imaginons une grue transportant une palette, la force de tension du fil à son point d'application qui se déplace (puisque le solide se déplace), on arrive à lever le chargement.

On dit alors dans ce cas que la force exercée par la grue **travaille**.

I Travail d'une force constante lors d'un déplacement rectiligne :

1) Définition :

a. Une force est dite constante lorsque sa **valeur, son sens et sa direction ne varient pas** au cours du temps.

b. Le travail d'une force constante $\vec{F}$ pour un déplacement rectiligne $\vec{AB}$ de son point d'application est le produit scalaire de $\vec{F}$ par $\vec{AB}$. Il est noté :

$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}\,.\,\vec{AB} = F*AB*\cos\alpha}$$

- $W_{AB}(\vec{F})$: travail exprimé en Joules (J).
- F : valeur de la force en Newton (N).
- AB : longueur du déplacement (m)
- α : angle entre $\vec{F}$ et $\vec{AB}$ (° ou rad)

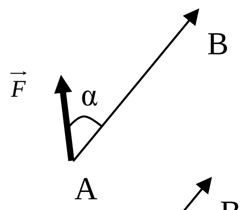
Exercices n°5,8 et 11 p103

2) Le travail : grandeur algébrique, différents types de travail :

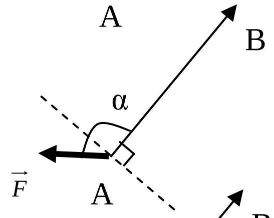
- Selon la valeur de l'angle α, le travail peut être **positif, négatif ou nul**, c'est pour quoi on dit que c'est une grandeur algébrique.

- Différents types de travail :

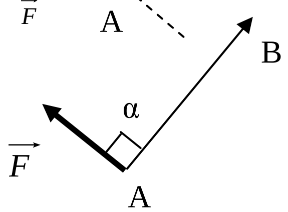
a. **Si α<90°** alors cos α >0 et **W>0 (travail positif)**.
On remarque que la force va favoriser le mouvement dans le sens du déplacement $\vec{AB}$. On dit que le **travail est moteur**.



b. **Si α>90°** alors cos α <0 et **W<0 (travail négatif).**
La force va alors s'opposer au mouvement du solide, on dit qu'elle effectue un **travail résistant**.



c. Si **α=90°** alors cos α =0 et W=0 (**travail nul**).



3) Application :

Un remorqueur tire un pétrolier sur une distance de 600 m avec une force constante de valeur F = 200 kN. La droite d'action de la force et la direction du déplacement rectiligne font un angle de 30°.

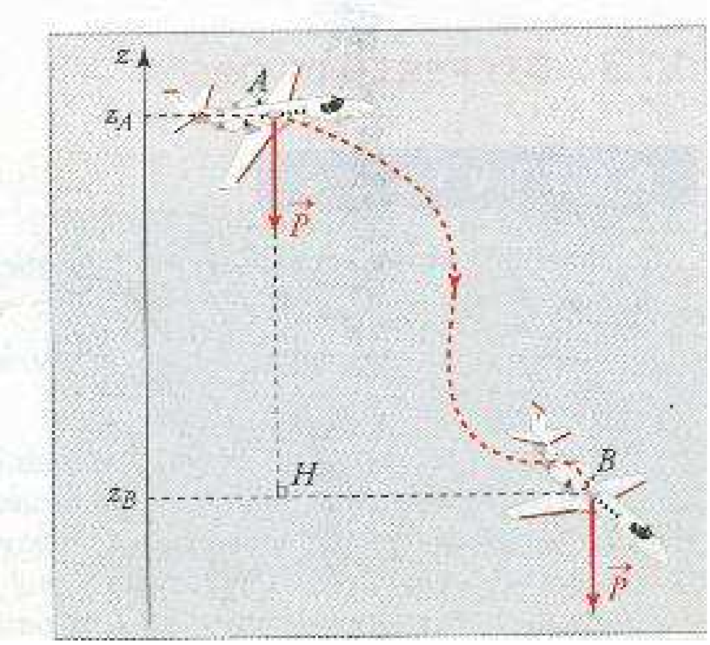
a. Calculer le travail fournit par la force exercée par le câble sur le pétrolier. Comment qualifie t-on le travail ?
b. Si l'angle était de 150°, quel serait la valeur du travail, comment le qualifierai-t-on ?

II Travail d'une force lors d'un déplacement quelconque :

1) Le travail du poids :

On pourra considérer que dans une zone étendue à quelques kilomètres au dessus de la surface de la terre, le poids est une force constante.

- Considérons un avion par exemple dans sa phase d'atterrissage :



Calculons le travail du poids au cours de son déplacement entre A et B :

Le travail s'écrit :

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} . \vec{AB} = \vec{P} .(\vec{AH} + \vec{HB})$

$= \vec{P} . \vec{AH} + \vec{P} . \vec{HB}$

Or l'angle entre $\vec{P}$ et $\vec{HB}$ est un angle de 90° donc le produit scalaire de ces deux grandeurs sera nul.

soit $\mathbf{W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} . \vec{AH}}$

De plus $\vec{AH} = z_A - z_B$ et $P = m*g$

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

- Conclusion :

Lorsque le **centre d'inertie** G d'un corps passe **d'un point A à un point B**, le **travail du poids** dépend seulement de l'altitude $\mathbf{z_A}$ du point de départ et de l'altitude $\mathbf{z_B}$ du point d'arrivée. **Il ne dépend donc pas du chemin suivi.**

Rq : Selon le signe de la différence d'altitude, le travail est soit moteur, soit résistant.

Exercice n° 19 p104

2) Généralisation :

- Le travail d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application M se déplace d'un point A à un point B ne dépend pas du trajet suivi par M entre A et B.

$$\mathbf{W_{AB}} = \vec{F} \,.\, \vec{AB}$$

- Travail d'un ensemble de forces :

Soit un ensemble de force $\vec{F}_1$; $\vec{F}_2$ **; … dont les points d'application subissent le même déplacement** $\overrightarrow{AB}$ et telles que $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$

Alors :

$W_{AB} = \vec{F}_1 . \overrightarrow{AB} + \vec{F}_2 . \overrightarrow{AB} + \ldots = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots) . \overrightarrow{AB} = \vec{F} . \overrightarrow{AB}$

III Puissance d'une force :

1) Définition :

La puissance moyenne d'une force est le quotient du travail W qu'elle fournit par le temps Δt pendant lequel elle le fournit :

$$\boxed{P = \frac{W}{\Delta t}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{P : Puissance exprimée en Watt (W)} \\ \text{W : travail exprimé en Joules (J).} \\ \Delta\text{t : durée (s)} \end{array} \right.$$

2) Puissance d'un ensemble de forces :

Un ensemble de forces va fournir un travail W = Σ Wi.

Donc la puissance moyenne P de cette ensemble de force est donnée par :

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Sigma Wi}{\Delta t} \ soit \ P = \Sigma Pi$$

Quelques ordres de grandeurs de puissances :

Un aspirateur : 10^3W / Une voiture : 10^6W / Réacteur nucléaire : 900MW / La fusée Ariane : 10^9W

Exercices n°22 et 31 p 104 et 106