Cours Travail et énergie cinétique

I. Le travail d’une force

1. Notion de travail d’une force

Le travail est une grandeur algébrique qui permet d’évaluer l’effet d’une force sur l’énergie d’un objet en mouvement.
Le travail constitue un mode de transfert d’énergie. Il s’exprime en Joule (J).

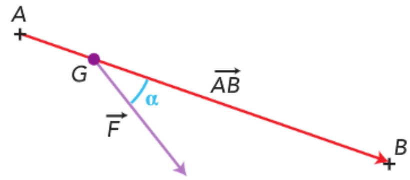
Exemple : Pour pousser une voiture sur une ligne droite, il faut appliquer une force de poussée. À cette force sera associée une quantité d'énergie à fournir pour déplacer la voiture qui représente le travail de la force de poussée.

2. Travail d'une force constante

F O R M U L E Travail d'une force

Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d’application se déplace de A à B est égal au produit scalaire du vecteur force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$

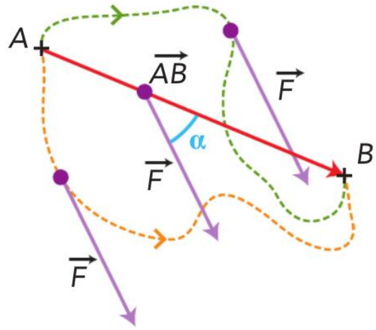
$$\boldsymbol{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos\alpha}$$



Avec :
$W_{AB}(\vec{F})$ s’exprime en Joule (J)
F la valeur de la force, en Newton (N)
AB le déplacement, en mètre (m)
α désigne l’angle entre le vecteur force $\vec{F}$ et le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$

Si le déplacement n’est pas rectiligne, la définition du travail reste la même.

Si le **travail d’une force** est indépendant du chemin suivi, on dit que la force est **conservative**.



D É F I N I T I O N Travail moteur et travail résistant

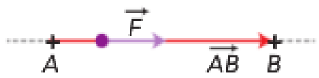
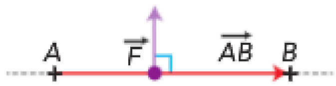
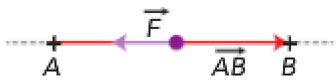
Le travail est qualifié de **moteur** ou **résistant** en fonction de son signe :
Si W > 0, le travail est moteur
Si W < 0, le travail est résistant

Exemple : Pour soulever une voiture dont la masse vaut une tonne et demi, il faut une force $\vec{F}$ d'une valeur de 15 000 N environ dont la direction est la verticale du lieu considéré. Le travail que cette force devra fournir pour soulever la voiture à la verticale d'une hauteur de 3,0 mètres sera de :

$$W_{AB}(\vec{F}) \ = \ \vec{F}.\overrightarrow{AB}$$
$$W_{AB}(\vec{F}) \ = \ F.AB$$
$$W_{AB}(\vec{F}) \ = \ 1{,}5.10^4 \times \ 3{,}0$$
$$W_{AB}(\vec{F}) \ = \ 4{,}5.10^4 \ J$$

Le travail étant positif, il s'agit bien d'un travail moteur.

Différentes situations selon l'angle α :

angle α (en degré °)	cos α (sans unité)	situation	$W_{AB}(\vec{F})$ signe	Travail moteur ou résistant
				
				
				

II. Théorème de l'énergie cinétique

1. Définition de l'énergie cinétique

Dans un référentiel donné, l'énergie cinétique Ec d'un système s'exprime par la relation :

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

Ec : l'énergie cinétique en joule (J) ;
m : la masse du système en kilogramme (kg) ;
v : la vitesse du système en mètre par seconde ($m.s^{-1}$).

2. Théorème de l'énergie cinétique

Dans un **référentiel galiléen** tel que le référentiel terrestre, la variation de l'énergie cinétique d'un système de masse m entre un point A et un point B est égale à la somme des travaux des forces F agissant sur le système :

$$\boldsymbol{\Delta Ec = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})}$$

Les termes de cette relation s'expriment tous en joule.

III. Travail du poids et travail d'une force électrique

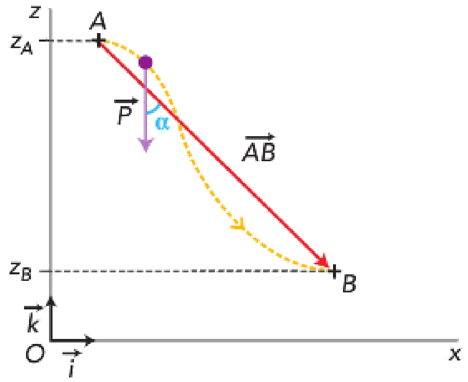
1. Travail du poids

Dans le champ de pesanteur $\vec{g}$ considéré comme uniforme, le poids d'un objet de masse m est une force constante.

Lorsqu'un objet de masse m se déplace d'un point A à un point B, le travail du poids est :

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = P.AB.\cos\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{(z_A - z_B)}{AB}$$



FORMULE Travail du poids

Dans un champ de pesanteur uniforme, le travail du poids ne dépend que des altitudes du point de départ et du point d'arrivée : $\boldsymbol{W_{AB}(\vec{P}) = m.g.(z_A - z_B)}$
Le poids est une force conservative.

Exercice d'application : Un parachutiste saute d'un hélicoptère en vol stationnaire à une hauteur $h = 1.0\times10^3$ m au dessus du sol. Il arrive au sol avec une vitesse de valeur v = 10 m/s.

Calculer le travail de résistance de l'air $\vec{R}$ s'appliquant sur le parachutiste et son parachute lors de cette chute.

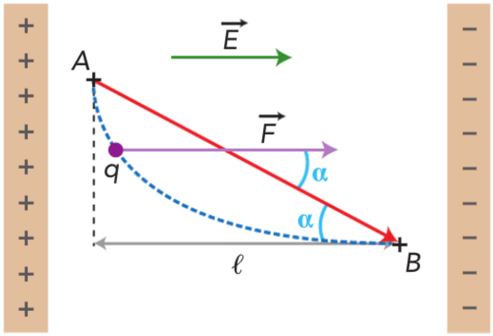
Données:
masse du parachutiste équipé: M = 100 kg
intensité de la pesanteur: $g = 9{,}8 N.kg^{-1}$

2. Travail d'une force électrostatique

Dans le champ électrostatique $\vec{E}$ considéré comme uniforme, la force électrostatique $\vec{F} = q.\vec{E}$ qui s'exerce sur une particule de charge q est une force constante.

Lorsque la particule de charge q se déplace d'un point A à un point B, le travail de la force électrostatique est :
$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos\alpha$

$$\cos\alpha = \frac{l}{AB}$$



$E = \frac{U_{AB}}{l}$ avec U_{AB} la tension en volt (V) et E le champ électrostatique en volt par mètre ($V.m^{-1}$)

F O R M U L E Travail d'une force électrique

Dans un champ électrostatique uniforme, le travail de la force électrostatique ne dépend que des positions du point de départ et du point d'arrivée : $\boldsymbol{W_{AB}(\vec{F}) = q.E.l = q.U_{AB}}$
Le poids est une force conservative.

Exercice d'application : On se propose d'étudier ici le canon à électrons qui accélère les électrons d'une plaque A vers une plaque B.
Le champ électrique E est uniforme et horizontal entre les plaques A et B verticales. Sa norme vaut :
$E = 300\,000\ V.m^{-1}$.
On étudie le mouvement d'un électron de masse m et de charge –e entre ces deux plaques.
Au temps t = 0, l'électron se trouve en O, origine du repère cartésien. La vitesse de l'électron en O est nulle.
L'électron atteint la plaque B en un point M.
La distance entre les plaques vaut OM = L = 10 cm.
Données :
- charge élémentaire $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C
- intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$
- masse de l'électron : $m = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg

Déterminer la vitesse de l'électron à la sortie du canon à électron