



COLLEGE EDMÉ

ci-devant
COURS PRIVÉS EDMÉ

Cours Privés Edme
Cours de Physique-Chimie
Mardi 1^{er} Février 2022
Classe de Première Spécialité

Chapitre 14- Energie Cinétique et Travail d'une Force
Chapitre 15- Energie Potentielle et Energie Mécanique

Dans ces chapitres, nous aborderons les concepts d'énergie cinétique, potentielle, mécanique et le travail d'une force.

Travail d'une Force

Rappel: Nous avons vu au chapitre 12 qu'une force est une influence qui modifie la vitesse d'un système dans un interval de temps donné. En effet, si le système de masse (m) à un temps initial (t_i) a une vitesse constante (v_i). Ce système va changer d'état, **si et seulement si**, une force intervient et change la vitesse du système et lui donne la nouvelle valeur (v_f) à l'instant final (t_f). Dans ce cas la force qui agit sur l'intervalle de temps ($\Delta t = t_f - t_i$) est lié au changement de vitesse ($\Delta \vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$) par la relation:

$$\sum \vec{F} \times \Delta t = m \times \Delta \vec{v} \quad (1)$$

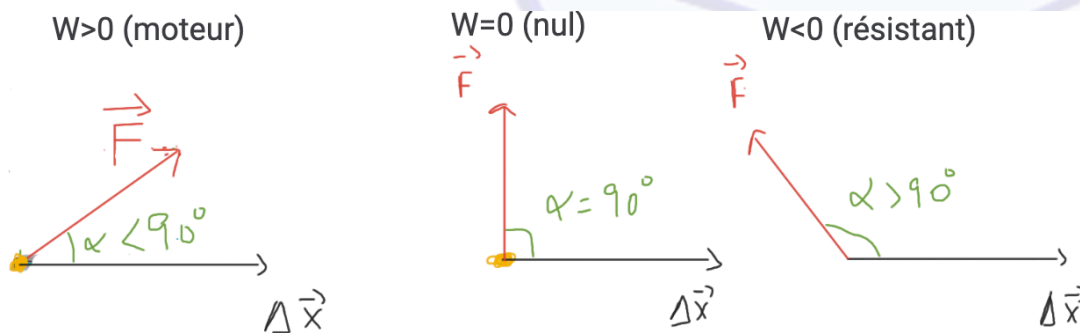
Il est important aussi de noter que, la force agit également sur une distance. En effet, supposons que l'objet à l'instant t_i était immobile et avait une position horizontale (x_0), et la force intervient pour le mettre en mouvement. L'objet se met donc à parcourir une

distance, pendant que la force y est appliquée. **Lorsqu'une force agit sur un système et change la position du système, on dit que la force travail.** Supposons que nous supprimons l'effet de la force sur l'objet et ce dernier s'arrête à une position (x_1). Le travail effectué par cette force, noté \vec{W} , est proportionnel à la force appliqué le long de la distance ($\Delta \vec{x} = \vec{x}_1 - \vec{x}_0$). Nous avons alors l'expression:

$$\vec{W} = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} \quad (2)$$

$$\vec{W} = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} \cdot \cos \alpha \quad (2')$$

L'expression (2) est valable si l'angle entre les vecteur \vec{F} et $\Delta \vec{x}$ est nul. Notez bien que le travail est un vecteur, alors, il a une direction, un sens et une norme. Souvenez vous que la norme (noté $\|\vec{W}\|$) est toujours en valeur absolue. **Le vecteur \vec{W} peut être positif, négatif ou nul.** Déterminons le signe du vecteur travail en utilisant des exemples visuels:



Si la force agit

dans la même direction et dans le même sens que le déplacement, on dit que **le travail est moteur**. Si la force agit dans la même direction mais dans le sens opposé au déplacement, on dit que **le travail est résistant**. Enfin, si la force agit de façon orthogonale (perpendiculaire) au déplacement, il ne contribue pas au déplacement, on dit alors que **le travail est nul**.

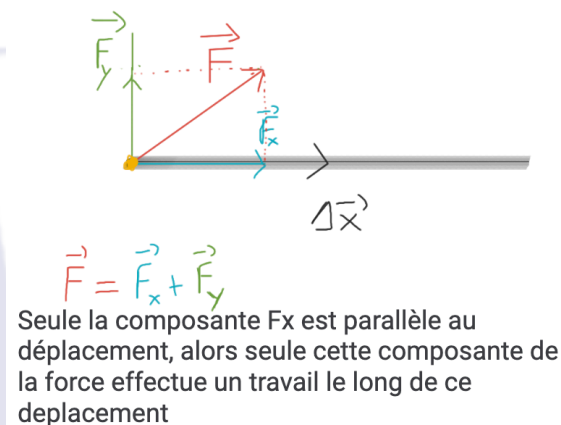
- A) Pour un exemple concret, supposons que l'on veuille soulever un livre d'une table. Ce livre est évidemment soumis à la force de gravité (F_G) qui agit verticalement et dont le sens est du haut vers le bas ($F_G = \downarrow$). Si nous soulevons le livre, nous exercerons un mouvement de direction vertical (même direction que F_G) mais de sens bas en haut ($\Delta \vec{x} = \uparrow$). Nous pouvons comprendre ce phénomène en réalisant que la force de gravité s'oppose au déplacement. Donc le travail qu'effectue la gravité sera **négatif**, alors **résistant**. ($\vec{W} = -$)
- B) Dans l'autre cas, si l'objet est en chute ou est poussé vers le bas, alors le déplacement ($\Delta \vec{x} = \downarrow$) sera dans la même direction et dans le même sens que F_G . Alors la force de

gravité contribue positivement à ce déplacement, donc le travail qu'effectue la gravité sera **positif**, alors **moteur**. ($\vec{W} = +$)

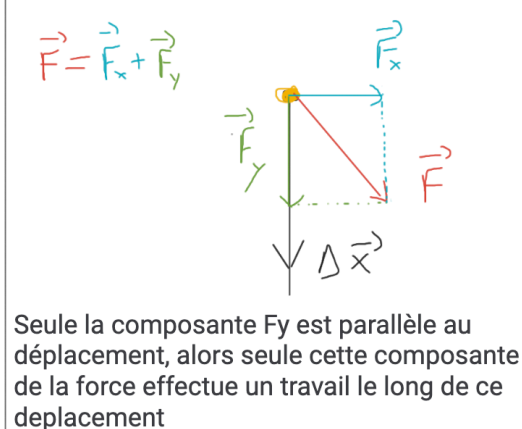
- C) La dernière considération pour cet exemple est si l'on bouge l'objet horizontalement (sens: droite vers la gauche ou vice et versa) alors le déplacement ($\Delta \vec{x} = \rightarrow$ ou \leftarrow) est perpendiculaire à F_G , alors la gravité ne contribue pas à ce déplacement. Donc le travail qu'effectue la gravité sera **nul**. ($\vec{W} = 0$)
- D) Le travail est indépendant de la trajectoire utilisée, il dépend seulement du point initial et le point final.
- E) Nous pouvons aussi déterminer le travail **totale** sur un système. Ceci s'effectue simplement en trouvant la somme des forces agissant sur le déplacement en considération.

N.B: Ce qui est important de réaliser est que, pour déterminer le travail d'une force, on détermine toujours la composante du vecteur travail qui est parallèle au vecteur déplacement, seul la composante de la force de même direction que le déplacement peut effectuer un travail moteur ou résistant. (voir le schéma ci-dessous)

Mouvement Horizontal



Mouvement Vertical



Énergie Cinétique

Lorsqu'une force agit sur un système, ce dernier échange de l'énergie avec son environnement. le système peut gagner de l'énergie, ou perdre de l'énergie. L'énergie associée au mouvement d'un objet est son **énergie cinétique** (ϵ). **Plus la vitesse de l'objet est grande, plus l'objet possède de l'énergie cinétique. L'inverse est aussi vrai.**

Considérons un objet bougeant de la droite vers la gauche à une vitesse initiale (v_i). Une force agit sur l'objet afin d'augmenter la vitesse de ce dernier à une nouvelle valeur (v_f). Nous savons

déjà que la force a effectué un travail **moteur** (qui encourage le mouvement). Entre autre, la vitesse de l'objet a augmentée. Nous disons que l'effet du travail a causé un changement de l'énergie cinétique de l'objet ($\epsilon_i < \epsilon_f$). En effet, la norme du travail effectué est lié au changement d'énergie cinétique par l'expression :

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (3)$$

$$W = \epsilon_f - \epsilon_i$$

où ($\epsilon_{f/i} = \frac{1}{2}mv_{f/i}^2$) et W est positif. **L'énergie se mesure en Joule (J)**

Si par contre notre objet bougeait de la gauche vers la droite avec v_i , mais la force de frottement du sol effectue un travail **resistant** et ralentis l'objet à $v_f < v_i$, alors l'énergie cinétique diminue. Mais cette énergie est transféré au sol sous forme de chaleur. Alors l'équation (3) s'applique toujours, mais W sera négatif.

Énergie Potentielle

L'énergie potentielle d'un système est lié à la position de l'objet dans un champ, gravitationnel ou autre. Dans le champ gravitationnel l'énergie potentiel ϵ_p est:

$$\epsilon_{pp} = mgh \quad (4)$$

Alors nous pouvons voir que, plus un objet est massif, plus son énergie potentiel est grande, et de plus, plus la distance de l'objet au centre de la terre augmente (plus h augmente), plus l'énergie potentielle augmente.

Le mot *potentielle* nous aide à comprendre un concept fondamental. En effet, si nous maintenant un objet de masse $m = 60 \text{ kg}$ à une altitude $h = 500 \text{ m}$. Alors:

$$\epsilon_{pp} = 60 \times 500 \times 9.81 = 273000 \text{ J}$$

Mais si nous laissons tomber cette objet de cette altitude, sous l'effet de son poids (nous négligeons la résistance fluide de l'aire). Toute cette énergie potentielle se **convertis** en énergie cinétique! Donc quelle sera la vitesse de l'objet au moment ou il percutera le sol?

$$\epsilon_c = 273000 \text{ J} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{(2 \times 273000)}{60}}$$

Alors $v = 95 \text{ m/s}$.

Ceci nous montre que l'énergie potentielle (énergie de position) est une énergie stockée qui peut être convertis/utilisé afin d'effectuer un mouvement. (Réfléchissez à cette question: *Pourquoi est-ce important de conserver de grande masse d'eau à une très haute altitude, pour générer de l'électricité en faisant tourner une hélice au contact de l'eau?*)

Énergie Mécanique

L'énergie mécanique d'un système est simplement **la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle**.

$$\epsilon_M = \epsilon_c + \epsilon_{pp}$$

Si notre système n'est soumis à aucune force de frottement, l'énergie mécanique **se conserve (on dit aussi que le système n'est soumis qu'à des forces conservatives)**. C'est-à-dire, la somme des énergies cinétiques et potentielles est toujours constante. (voir le schéma ci-dessous). Lorsque l'énergie cinétique (en vert) augmente, l'énergie potentielle (orange) diminue, et vice et versa. Mais l'énergie mécanique (bleu) est toujours constante (égale à 2 dans cet exemple).

