

CHAPITRE 11 : OSCILLATEURS ET MESURE DU TEMPS

Pierre-André LABOLLE

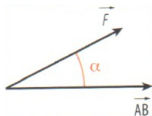
Lycée International des Pontonniers

Janvier 2014

I. Travail d'une force

1. Définition du travail d'une force constante

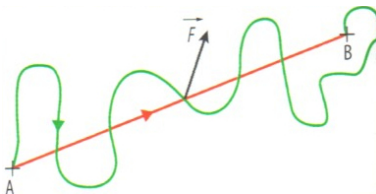
- Le mouvement, la vitesse et l'énergie d'un point matériel de masse m sur lequel s'exerce une force sont susceptibles d'être modifiés sous l'effet de cette force.
- L'énergie transférée au système de par l'application d'une force est appelée **travail de la force** et s'exprime en joules. Le transfert peut avoir lieu dans les deux sens : augmentation ou diminution de l'énergie du système.
- Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante $\vec{F}$ (norme, direction et sens constants) exercée sur un point matériel se déplaçant du point A au point B est donné par la relation suivante : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \alpha$
- $W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime en joules J, F en newtons N et AB en mètres m.



I. Travail d'une force

1. Définition du travail d'une force constante

- Le travail d'une force constante ne dépend donc pas du trajet suivi pendant le déplacement du point matériel : il dépend uniquement du point de départ A et du point d'arrivée B .
- On appelle une telle force **force conservative**.
- Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force est une grandeur algébrique : si $W_{AB}(\vec{F}) > 0$, alors la force favorise le déplacement et le travail est dit **travail moteur**; si $W_{AB}(\vec{F}) < 0$, alors la force s'oppose au déplacement et le travail est dit **travail résistant**.



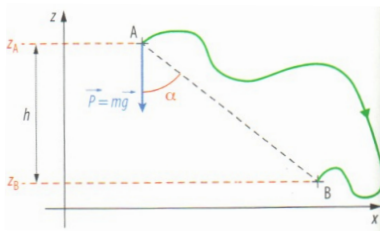
I. Travail d'une force

2. Travail du poids

- Dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$, le poids exercé sur un système de masse m est une force constante : $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$.
- Le travail du poids d'un système se déplaçant du point A au point B s'exprime alors de la façon suivante : $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = m \cdot g \cdot AB \cdot \cos \alpha$

I. Travail d'une force

2. Travail du poids



- Or $AB \cdot \cos \alpha = h = z_A - z_B$ d'après la trigonométrie.
- Ainsi, $W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$ où z_A est l'altitude du point de départ et z_B celle du point d'arrivée.

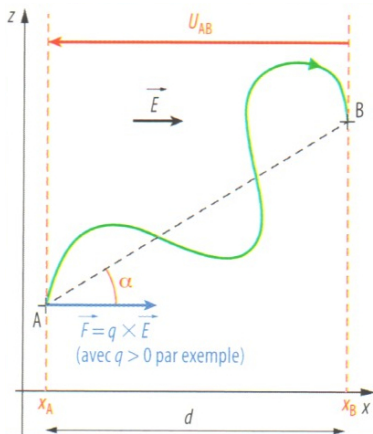
I. Travail d'une force

3. Travail d'une force électrique constante

- Dans un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$, la force exercée sur un corps de charge électrique q est une force constante : $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$.
- Le travail de la force électrique s'exerçant sur le système se déplaçant du point A au point B s'exprime alors de la façon suivante :
$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = q \cdot E \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

I. Travail d'une force

3. Travail d'une force électrique constante



I. Travail d'une force

3. Travail d'une force électrique constante

- Or $AB \cdot \cos \alpha = d$ et $E \cdot d = U_{AB} = V_A - V_B$
- Ainsi, $W_{AB}(\vec{F}) = q \cdot U_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$
- q est la charge électrique en coulombs C, U_{AB} la tension électrique en volts V et V_A et V_B les potentiels électriques des points A et B en volts V.

I. Travail d'une force

4. Travail d'une force de frottement d'intensité constante

- Contrairement au travail du poids ou de la force électrique, le travail d'une force de frottement d'intensité constante dépend du chemin suivi.
- En effet, la direction et le sens d'une force de frottement dépendent du déplacement du système sur lequel elle s'applique.
- Une telle force n'est pas constante, son travail dépend du chemin suivi et on parle d'une **force non conservative**.
- La plupart du temps, il n'est pas simple d'évaluer le travail d'une force de frottement.

I. Travail d'une force

4. Travail d'une force de frottement d'intensité constante

- Toutefois, si la trajectoire est rectiligne du point A au point B , la force de frottement d'intensité constante garde en permanence la même direction et le même sens. Cette force devient alors une force constante.
- Le travail d'une force de frottement constante dans le cas d'une trajectoire rectiligne est alors donné par : $W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = -f \cdot AB$ puisque $\vec{f}$ et $\overrightarrow{AB}$ ont même direction mais sont de sens opposés.

II. Énergie mécanique d'un point matériel

1. Énergie cinétique

- L'énergie cinétique E_C d'un point matériel ou d'un système de masse m en translation est l'énergie que possède ce système du fait de sa vitesse v .

- L'énergie cinétique se calcule par la relation : $E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

II. Énergie mécanique d'un point matériel

2. Énergies potentielles

- L'énergie potentielle E_P d'un point matériel est la forme d'énergie que possède un système du fait de sa position lorsqu'il est soumis à une force conservative (poids ou force électrique par exemple).
- Un point matériel soumis à son poids à une altitude z possède une énergie potentielle de pesanteur telle que $E_{PP} = m \cdot g \cdot z$

II. Énergie mécanique d'un point matériel

2. Énergies potentielles

- Un point matériel soumis à une force électrique constante à une position X possède une énergie potentielle électrostatique telle que $E_{PE} = q \cdot V_X$
- Remarque : l'origine d'altitude ou de potentiel électrique peut être choisie de façon arbitraire sans changer les résultats physiques
- **La variation d'énergie potentielle d'un point matériel lorsqu'il se déplace de A à B est l'opposé du travail fourni par la force conservative à laquelle ce point est soumis au cours de son déplacement.**

II. Énergie mécanique d'un point matériel

3. Énergie mécanique

- L'énergie mécanique d'un point matériel est égale à la somme de son énergie cinétique et de ses énergies potentielles.

- $$E_M = E_C + \sum_i E_{Pi}$$

III. Transferts énergétiques

1. Règles générales

- Au cours de son mouvement, l'énergie potentielle d'un point matériel se transforme en énergie cinétique et réciproquement selon les phases du mouvement.
- Si un point matériel n'est soumis qu'à des forces conservatives, son énergie mécanique est constante au cours du temps : il y a conservation de l'énergie mécanique.
- Si le point matériel est soumis à au moins une force non conservative, son énergie mécanique diminue au cours du temps : il y a dissipation de l'énergie mécanique.

III. Transferts énergétiques

2. Exemple de la chute libre parabolique

- Dans cet exemple, le système n'est soumis qu'à son poids qui est une force conservative.
- Au cours de la phase ascendante, l'énergie cinétique de départ se transforme en énergie potentielle de pesanteur.
- Au cours de la phase descendante, l'énergie potentielle de pesanteur se transforme en énergie cinétique.
- À chaque instant, l'énergie mécanique du système conserve la même valeur constante.

