

Thème : Description d'un mouvement.
 Cours 8 : Mouvement dans un champ uniforme
 Aspects énergétiques.
 (version élèves)

B.O. Aspects énergétiques.

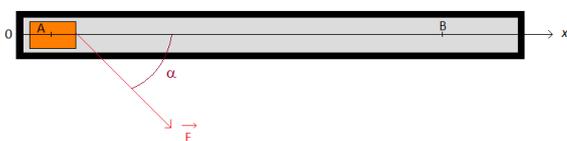
Capacités mathématiques : Résoudre une équation différentielle, déterminer la primitive d'une fonction, utiliser la représentation paramétrique d'une courbe.

Capacité numérique : Représenter, à partir de données expérimentales variées, l'évolution des grandeurs énergétiques d'un système en mouvement dans un champ uniforme à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur.

I. Travail d'une force.

1. Définition du travail d'une force.

Expression du travail d'une force constante \vec{F} lors du déplacement rectiligne \vec{AB} .



$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos(\alpha)$$

$W_{AB}(\vec{F})$ est le travail de la force et s'exprime en Joule. F est la force constante et s'exprime en Newton. AB est la longueur du déplacement et s'exprime en mètre. α est l'angle entre le vecteur force \vec{F} et le déplacement \vec{AB} .

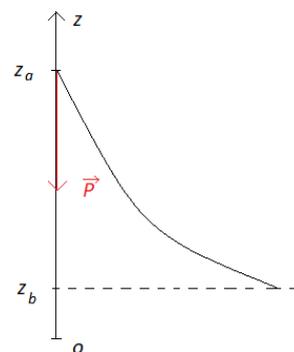
2. Travail moteur, résistant et nul.

Faire trois représentations d'un travail moteur, résistant et nul.
 Donner des exemples dans la vie courante.

3. Travail de la force de pesanteur (du poids). Notion de force conservative.

Le travail du poids dépend-il du chemin suivi ?

Expression du travail du poids : $W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B) = m.g.h$ (Départ – Arrivée)
 Le travail du poids d'un corps qui se déplace d'un point A à un point B, ne dépend pas du chemin suivi, mais uniquement de l'altitude du point de départ et du point d'arrivée.
 $W_{AB}(\vec{P})$ s'exprime en joule (J) ; m est la masse du corps et s'exprime en kilogramme (kg).
 g est l'intensité de la pesanteur et s'exprime en $N.kg^{-1}$ ou en $m.s^{-2}$
 z_A et z_B sont les altitudes respectives de A et de B et s'exprime en mètre (m)



Notion de force conservative.

Une force est conservative si elle est constante en **intensité** et en **direction**.

Le poids est une force conservative car sa norme est constante (on considère que g ne varie pratiquement pas avec l'altitude) et sa direction (verticale) est également constante.

De manière générale si une force est conservative, son travail ne dépend pas du chemin suivi

Attention toutefois au cas des forces de frottements. **Les forces de frottements** dépendent de la vitesse du corps. Elles changent donc d'intensité, elles **ne sont donc pas conservatives**.

II. Energies.

2. Transferts d'énergie entre énergie potentielle et énergie cinétique.

Animation : <http://phet.colorado.edu/fr/simulation/energy-skate-park-basics>
 ou <https://phet.colorado.edu/fr/simulation/energy-skate-park>



Problématique : comment évolue l'énergie du système skateur soumis au champ de pesanteur ?

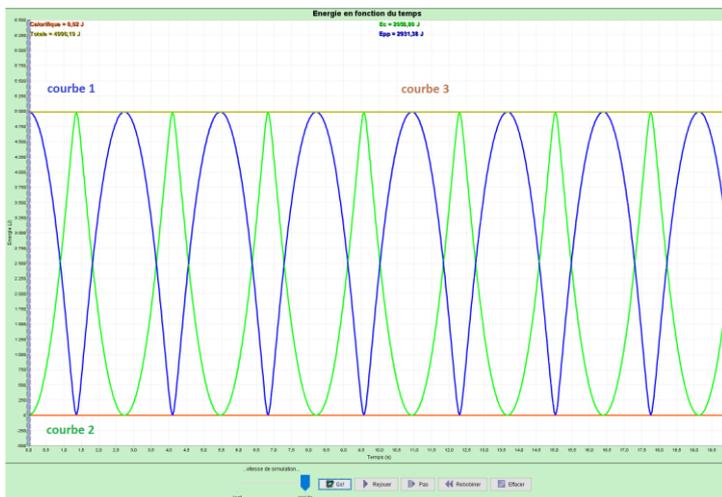
- On définit le système, le référentiel, les conditions initiales.
- On effectue le bilan des forces.

On utilise la fonctionnalité « histogramme » pour faire apparaître les différentes formes d'énergies.

- Energie cinétique : $E_K = 0$ pour $h = h_{\max}$ et $E_K = E_{K \max}$ pour $z_0 = 0$.
- Energie potentielle de pesanteur: $E_{PP} = E_{PP \max}$ pour $h = h_{\max}$.
- Energie mécanique (totale) $E_M = \text{constante} = E_c + E_{PP}$ à tout instant t .
- Energie thermique (pas de forces de frottement) = 0

On constate qu'il y a transfert d'énergie au cours du temps. L'énergie totale reste toutefois constante.

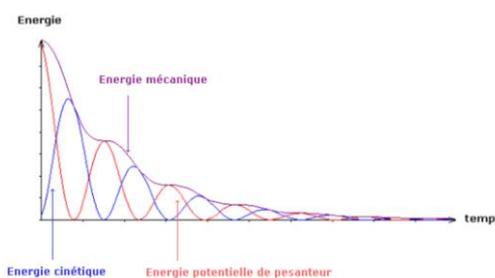
- Evolutions des énergies au cours du temps **sans frottement**.



Attribuer les courbes aux différentes énergies (E_c , E_{pp} et E_m)

Il y a conservation de l'énergie mécanique.

- Evolution des énergies au cours du temps **avec frottements**



L'énergie mécanique diminue au cours du temps

La **courbe 4** représente l'énergie thermique (calorifique) due aux frottements. Il y a dissipation de l'énergie sous forme de chaleur.

Il n'y a pas conservation de l'énergie mécanique.

III. Analyse dimensionnelle.

L'énergie cinétique et le travail d'une force ont-elles la même dimension ?

1. Quelle est la dimension de l'énergie cinétique $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$? Masse : [M]; Longueur [L] ; temps [T]
2. Sachant qu'une force qui a pour unité le Newton, correspond au produit d'une masse par une accélération (deuxième loi de Newton) déterminer la dimension d'une force.
3. A partir de la définition du travail en déduire la dimension du travail d'une force.
4. Conclure.

IV. Application de la conservation de l'énergie mécanique.

1. Détermination de la vitesse d'un mobile.

Service de Roger Federer



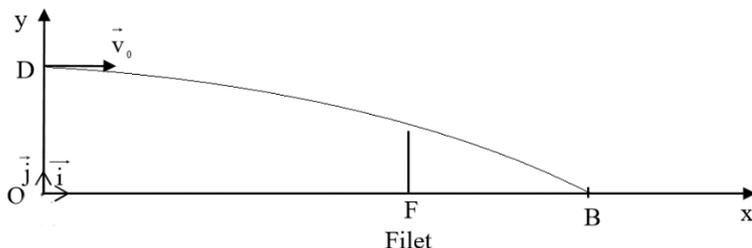
Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B tel que $OB = L = 18,7 \text{ m}$.

Pour cela, il lance la balle verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur $H = 2,20 \text{ m}$.

La balle part alors de D avec une vitesse de valeur $v_0 = 126 \text{ km.h}^{-1}$, horizontale comme le montre le schéma ci-dessous.

La balle de masse $m = 58,0 \text{ g}$ sera considérée comme ponctuelle et on considérera que l'action de l'air est négligeable.

Question : Déterminer la valeur de la vitesse au point B en appliquant la conservation de l'énergie



2. Application : détermination de la valeur d'une force de frottement dans le cas du curling.

On étudie le mouvement d'une pierre de curling qui une fois lancée du point A, doit atteindre et **s'arrêter** au centre B d'une cible appelée « maison » située à $AB = 30 \text{ m}$.

La masse de la pierre est égale à $m = 20 \text{ kg}$

La vitesse initiale de la pierre est égale à $v_A = 7,75 \text{ m.s}^{-1}$ (27,9 km/h)

Questions :

- Définir le système, le référentiel.
- Faire le bilan des forces exercées sur le mobile.
- Etablir les expressions ou les valeurs des travaux des différentes forces.
- En déduire l'intensité de la force de frottement.
- Application du théorème de l'énergie cinétique pour la détermination de la valeur de la force de frottements.

