

TP24 - Comment évolue l'énergie d'un objet ?

Objectifs : Exploiter un enregistrement, à l'aide du logiciel de pointage (Avimeca) et d'un tableur (Excel), pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours du mouvement.

A/ Expression des différentes formes d'énergie

L'énergie cinétique de translation d'un objet de masse m se déplaçant à une vitesse v se note :

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

avec E_c en **Joules (J)**, m en **kg** et v en **m.s⁻¹**.

L'énergie potentielle de pesanteur d'un objet de masse m placé à l'altitude z se note :

$$E_{pp} = m . g . z$$

avec E_{pp} en **J**, m en **kg** et z en **m**.

Rappel : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ **Remarque** : pour ce TP, $E_{pp} = m . g . y$, avec axe vertical **ASCENDANT**.

L'énergie mécanique d'un objet est égale à la somme des énergies cinétiques et potentielles :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

B/ Chute libre verticale d'une bille

Remarque : La chute **libre** signifie qu'une seule force est appliquée à l'objet, son poids (force de gravitation exercée par la Terre sur l'objet). Les forces de frottements ont alors des valeurs négligeables par rapport au poids de l'objet. La masse de la bille est de $m = 105 \text{ g}$.

1) Situation problème

On lâche une balle (ou bille) sans vitesse initiale, elle tombe verticalement vers le bas.

2) Hypothèses

- Comment varient, selon vous, les énergies cinétique et potentielle de pesanteur de la bille à partir de l'instant où celle-ci a quitté la main du joueur jusqu'au moment où elle va toucher le sol ?
- Que va-t-il se passer en ce qui concerne l'énergie mécanique de la bille ?

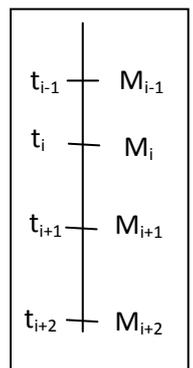
3) Expérience et calculs

1. Exploitation de la vidéo

- Ouvrir le logiciel **Avimeca** : **Démarrer>Programmes>SPC>Avimeca2**
- ouvrir la vidéo **chut_ball_tennis.avi** dans **T:\SPC_1S\AVI_1S**
- Adapter ; points taille 4, loupe, réaliser les pointages afin d'obtenir la **chronophotographie** du mouvement de la balle. (Image 16 = 1^{ère} image)
- Réaliser alors l'étalonnage de la vidéo : **Echelle (2,20 m** entre bas et haut des volets du bas), **repère** (axe vertical vers le haut, origine au niveau du sol (dernier point), et **décaler** origine des dates.
- Exporter les valeurs (Fichiers ; Mesures, Copier dans Presse-papier, le Tableau, Tabulation) dans Excel : coller.

2. Calcul et représentation des énergies (utilisation du logiciel Excel)

- Calcul de la vitesse instantanée : Soit M_i le point de la chronophotographie à l'instant t_i . La vitesse instantanée de ce point correspond à la vitesse moyenne calculée entre les instants t_{i-1} et t_{i+1} (les



plus proches possibles). On a alors : $v(t_i) = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$

- Donner l'expression de la vitesse instantanée du point M_1 à l'instant t_1 .
- Entrer la formule dans Excel, et calculer pour tous les points (recopier vers le bas).
 - b. Entrer les expressions de l'énergie cinétique et potentielle de pesanteur à l'instant t_1 , E_c et E_{pp} avec la syntaxe du logiciel Excel. En déduire l'expression de l'énergie mécanique au même instant.
 - c. Utiliser les fonctionnalités du logiciel Excel pour calculer les énergies précédentes aux différents instants.
 - d. Représenter les trois énergies en fonction du temps (nuage de points). Légender le graphique.
 - e. Imprimer le graphique obtenu **Si aperçu avant impression = 1 page et accord du professeur.**

4) Interprétation et conclusion

- a. Vos hypothèses émises dans l'introduction sont-elles vérifiées ?
- b. Peut-on dire qu'il y a conservation de l'énergie mécanique au cours du mouvement ?
- c. Quelle est l'origine de ce résultat ? On s'aidera du graphique et de la remarque du B/.

C/ Chute verticale d'un objet avec des frottements non négligeables

- a. Dans le logiciel Avimeca, ouvrir la vidéo **chut_boule.avi** $m = 6 \text{ g}$; diam = 8 cm (boule de polystyrène)

Reprendre la démarche du **B/** pour réaliser la chronophotographie du mouvement.

- b. Exporter dans Excel et calculer comme au **B/** les valeurs de v , E_c , E_{pp} et E_m pour les points de la chronophotographie.
- c. Représenter les énergies E_c , E_{pp} et E_m en fonction du temps.
- d. Vérifier l'aperçu et imprimer le graphique obtenu après l'avoir légendé.
- e. Peut-on dire qu'il y a conservation de l'énergie mécanique dans ce cas ? Justifier.
- f. Comment expliquer résultat précédent ?

D/ Un peu de réflexion

- 1. En vous aidant des résultats précédents, expliquer l'intérêt de la forme de la motrice du TGV.
- 2. *Des recherches actuelles étudient la possibilité de stocker l'énergie électrique grâce à des « volants d'inertie ».*



Un cylindre en **supraconducteur** (matériau aux propriétés magnétiques et électriques particulières) lévite sans contact au-dessus d'un aimant. Une bobine dans laquelle circule un courant électrique met en rotation le cylindre qui est placé dans le vide. On arrête la circulation du courant mais la rotation du cylindre continue toujours à la même vitesse, on a ainsi stocké l'énergie électrique sous la forme d'énergie cinétique (ici de rotation).

Le problème essentiel est que le phénomène de supraconduction n'existe que pour des températures très basses ($T < -100^\circ\text{C}$), mais la recherche actuelle travaille sur ce point.

- a. Quel est l'intérêt de faire le vide autour du cylindre supraconducteur ? Justifier d'après **B/** et **C/**.

- b. Pourquoi ne peut-on pas utiliser un cylindre en fer à température ambiante pour réaliser ce stockage ?

