

Activité 3 : Evolution de l'énergie au cours du mouvement

I. Étude d'un skater**Document 1 : L'énergie cinétique**

L'énergie cinétique E_c est l'énergie du mouvement. Tous corps qui se déplace suivant un mouvement de translation ou de rotation possède de l'énergie cinétique. Elle est donnée par la relation suivante :

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

- m : masse en kg
- E_c : énergie cinétique en J
- v : vitesse en $m.s^{-1}$

Document 2 : L'énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle d'un système physique est l'énergie liée à une interaction, qui a le potentiel (d'où le nom) de se transformer en énergie cinétique. On considère ici à l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} , c'est-à-dire qui est en interaction avec la Terre. Il s'agit d'une énergie liée à la force de pesanteur. Elle est donnée par la relation suivante :

$$E_{PP} = m \times g \times z$$

- m : masse en kg
- E_{PP} : énergie potentielle de pesanteur en J
- z : altitude de l'objet en $m.s^{-1}$
- $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$: intensité de la pesanteur

Document 3 : L'énergie mécanique

L'énergie mécanique est la somme des énergies cinétiques et potentielles. Elle se conserve en l'absence de frottements. Elle est donnée par la relation suivante :

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

- E_m : énergie mécanique en J
- E_{PP} : énergie potentielle de pesanteur en J
- E_c : énergie cinétique en J

Introduction

Ouvrir l'animation "energy_skate_park.html" Puis choisir "Intro". Réaliser les réglages suivants :

- Cocher "Grid", "Speed", "Slow" et "Stick to track".
- Vérifier que les frottements ("Friction") sont supprimés ("None")
- Au dessus de la partie "Friction", choisir la rampe n°2
- Placer le skateur en haut de la rampe à une hauteur de 6 m par rapport au sol puis observer.

1. Le mouvement du skateur est-il rectiligne uniforme ? Justifier.
2. La vitesse du skateur en bas de la rampe dépend-t-elle de la pente de la rampe ? Justifier.

Étude de la rampe n°2**Étude énergétique**

Le point D correspond au point de départ du skateur en haut de la rampe à une hauteur de 6 m. La point A correspond au point d'arrivée du skateur en bas de la rampe.

3. Comment évolue l'énergie cinétique du skateur pendant la descente sur la rampe ? Justifier.
4. Comment évolue l'énergie potentielle du skateur pendant la descente sur la rampe ? Justifier.
5. Calculer la valeur de l'énergie potentiel de pesanteur $E_{PP}(D)$ du skateur au point D.

6. Donner la valeur de la vitesse du skateur au point D. En déduire la valeur de l'énergie cinétique $E_c(D)$ du skateur au point D.
7. En déduire la valeur de l'énergie mécanique $E_m(D)$ du skateur au point D.
8. Calculer la valeur de l'énergie potentiel de pesanteur $E_{pp}(A)$ du skateur au point A.
9. Donner la valeur de la vitesse du skateur au point A. En déduire la valeur de l'énergie cinétique $E_c(A)$ du skateur au point A.
10. En déduire la valeur de l'énergie mécanique $E_m(A)$ du skateur au point A.
11. Comparer les deux énergies mécaniques $E_m(D)$ et $E_m(A)$.
12. Développer l'onglet "Energy" de l'animation en cliquant sur "+". Puis observer l'évolution de l'énergie mécanique (énergie totale dans l'animation) lors du mouvement du skateur. Que peut-on de l'énergie mécanique au cours du mouvement ?

La vitesse du skateur en bas de la rampe dépend-t-elle de la pente de la rampe ?

Dans cette partie choisir l'onglet "Measure" en bas de l'écran. Et choisir les mêmes réglages que précédemment.

13. Faire différentes simulations en modifiant la pente de la rampe en déplaçant le point rouge du milieu. (Vérifier la position du point rouge du haut qui doit toujours se situer à 6 m). Donner la valeur de la vitesse en bas de la rampe dans les différents cas. (On pourra arrêter la vidéo et avancer celle-ci image par image)
14. La vitesse du skateur en bas de la rampe dépend-t-elle de la pente de la rampe ? Justifier.

Étude de la rampe n°1

Dans cette partie revenir sur "Intro" et choisir la rampe n°1. On utilisera les mêmes réglages que précédemment.

Étude énergétique sans frottements

15. Placer le skateur en haut de la rampe et observer son mouvement.
16. Donner la (les) position(s) du skateur pour laquelle (lesquelles) son énergie cinétique E_c est maximale.
17. Donner la (les) position(s) du skateur pour laquelle (lesquelles) son énergie potentielle de pesanteur E_{pp} est maximale.
18. Développer l'onglet "Energy" de l'animation en cliquant sur "+". Puis observer l'évolution de l'énergie mécanique lors du mouvement du skateur. Que peut-on de l'énergie mécanique (énergie totale dans l'animation) au cours du mouvement lorsqu'il n'y a pas de frottements ?

Étude énergétique avec frottements

19. Positionner le curseur "Friction" au milieu de la barre. Placer le skateur en haut de la rampe et observer son mouvement.
20. Décrire le mouvement du skateur.
21. Comment peut-on expliquer ce mouvement ?
22. Développer l'onglet "Energy" de l'animation en cliquant sur "+". Puis observer l'évolution de l'énergie totale lors du mouvement du skateur. Que peut-on de l'énergie mécanique au cours du mouvement lorsqu'il y a des frottements ?
23. Donner le nom de l'autre énergie que l'on doit prendre en compte pour expliquer la non conservation de l'énergie mécanique.

II. lancer vers le haut : études théoriques et simulation

Le but de cette activité est d'étudier un lancer vers le haut de 2 manières : en utilisant les lois de Newton, en utilisant une approche énergétique

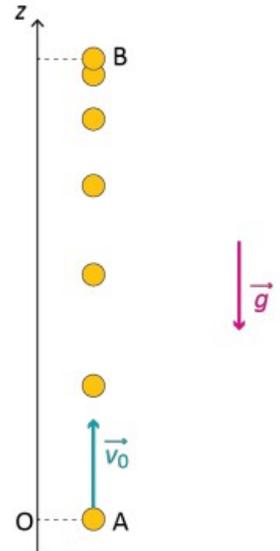
Situation étudiée :

Une balle est lancée verticalement, vers le haut, avec une vitesse initiale de valeur $v_0 = 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

De quelle hauteur h s'élève-t-elle après avoir quitté la main du lanceur ?

Modélisation de la situation

- on suppose que le mouvement est une chute libre (seul le poids s'exerce de manière significative) ;
- on munit l'espace d'un repère d'axe vertical (Oz) orienté vers le haut et dont l'origine coïncide avec la position de la balle à l'instant où elle quitte la main du lanceur ;
- l'origine des dates $t = 0$ est celle où la balle occupe cette position.



1ère partie : étude avec les lois de Newton

1. Écrire l'expression de la 2ème loi de Newton et en déduire la valeur de a_z , coordonnée verticale du vecteur-accélération.
2. En déduire les expressions de $v_z(t)$ et de $z(t)$, coordonnées verticales de la vitesse et de la position.
3. Exploiter l'expression de $v_z(t)$ pour exprimer la date t_B à laquelle la balle atteint le sommet de sa trajectoire : $t_B = \frac{v_0}{g}$
4. En déduire l'expression de l'altitude au point B (hauteur maximale atteinte) et la calculer numériquement.

2ème partie : approche énergétique

On note A la position occupée par la balle à l'instant de son lancer et B la position la plus haute qu'elle atteint au cours de son mouvement.

5. Que vaut la variation de l'énergie mécanique $\Delta E_m = E_{mB} - E_{mA}$? Justifier à l'aide de l'inventaire des forces qui s'exercent sur la balle.
6. En déduire la valeur de la hauteur maximale atteinte par la balle en suivant la démarche suivante :
 - exprimer E_{mA} et E_{mB} en fonction de E_{cA} , E_{ppA} , E_{cB} et E_{ppB} ;
 - éliminer les termes nuls ;
 - déduire de la réponse 5 l'expression, puis la valeur de l'altitude au point B en fonction des données.

Comparaison des deux approches :

7. Laquelle des deux approches (newtonienne ou énergétique) est la plus rapide pour atteindre le résultat souhaité ?
8. La méthode la plus rapide est aussi la moins complète : citer au moins deux renseignements que nous donne l'une des deux approches mais pas l'autre.

III. Étude énergétique d'une voiture dans un looping

Situation étudiée

Une voiture est lancée sur une piste ayant le profil suivant :

Cette activité propose de répondre à cette question : les frottements ont-ils une influence significative sur le mouvement de la voiture ?

Comme le lycée n'a pas les moyens de payer un voyage à Disneyland à tous les élèves, une petite voiture a été filmée sur un circuit pour enfant. Le moteur de la voiture n'est pas utilisé : elle est lancée à la main depuis une extrémité du rail.

Questions préliminaires :

1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la voiture dans l'hypothèse.
2. Dans l'hypothèse où tout frottement est nul, indiquer quelle(s) force(s) a (ont) un travail nul.
3. On note v_A et v_B les valeurs de la vitesse de la voiture aux positions A et B. En exploitant le théorème de l'énergie mécanique entre les positions A et B, comparer v_A et v_B :
 - dans l'hypothèse où tout frottement est négligeable ;
 - si une force de frottement s'exerce sur la voiture.

Étude expérimentale

- Avec un logiciel dédié au pointage vidéo, ouvrir la vidéo « Act3_looping.avi ».
- Choisir un repère dont l'axe horizontal coïncide avec la partie rectiligne du rail (l'origine n'a pas d'importance).
- Pour l'étalonnage des distances, utiliser le diamètre du looping : 22 cm.
- Pointer soigneusement les positions d'un point de la voiture, à partir du moment où elle a quitté la main du lanceur.
- Créer deux grandeurs calculées « v_x » et « v_y » correspondant aux coordonnées du vecteur-vitesse du point étudié.
- créer une grandeur « m » égale à la masse de la voiture ($m = 11,6 \text{ g}$) ;
- créer une grandeur « g » égale au champ de pesanteur terrestre ;
- créer une grandeur notée « v_2 » correspondant au carré de la valeur de la vitesse ;
- créer les grandeurs « E_c », « E_{pp} » et « E_m » correspondant aux valeurs de énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique de la voiture ;
- Dans un même repère, représenter graphiquement les évolutions temporelles des trois énergies.

Questions :

4. Les frottements ont-ils une influence significative sur le mouvement de la voiture ? Justifier de deux manières :
en utilisant l'évolution de l'énergie cinétique puis celle de l'énergie mécanique.
5. Mesurer $E_{mB} - E_{mA}$ et interpréter le signe de cette variation.
6. Qu'est devenue l'énergie mécanique perdue par la voiture ? On pourra proposer plusieurs hypothèses.