

## Exercice : Travail d'une force

type

### Mouvement d'une balle

Une balle de masse  $m = 60$  g lancée avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  effectue un rebond sur le sol.

L'enregistrement vidéo de son mouvement et le traitement informatique des données permettent de visualiser :

- les positions successives de son centre d'inertie dans un repère  $(O ; x, y)$  (fig. 1). L'origine des altitudes est choisie en O au niveau du sol ;
- les variations des énergies cinétique  $E_c$ , potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  et mécanique  $E_m$  de la balle au cours du mouvement (fig. 2).

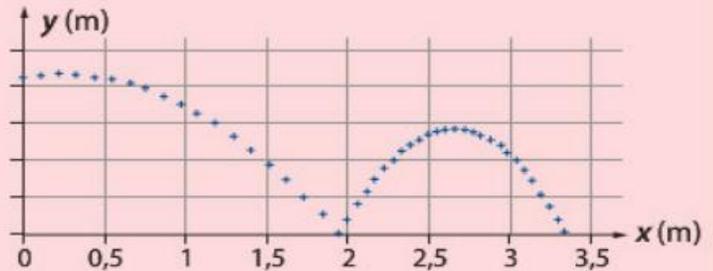


Figure 1

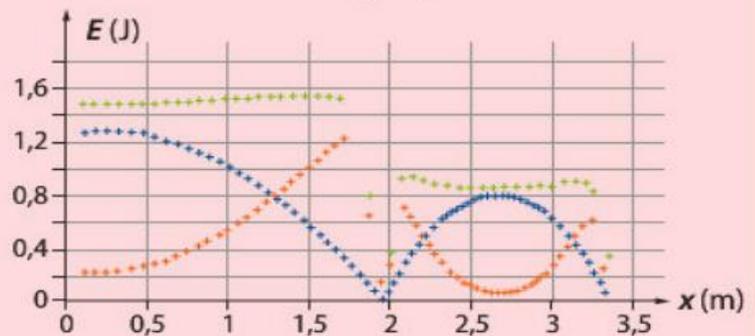


Figure 2

- 1. a.** Donner les expressions littérales des énergies  $E_c$ ,  $E_{pp}$  et  $E_m$  en fonction des données de l'énoncé et de la vitesse  $v$  de la balle.  
**b.** Identifier chaque courbe de la figure 2 en justifiant les choix.
- 2.** Déduire des courbes la valeur de la vitesse initiale  $v_0$  de la balle ; l'altitude  $y_0$  de départ de la balle et la vitesse maximale  $v_{\max}$  atteinte par la balle lorsqu'elle touche le sol.
- 3.** De quoi résulte la variation de vitesse de la balle entre le départ et le rebond ?
- 4. a.** Commenter la courbe représentative de l'énergie mécanique à l'instant du choc. Proposer une explication.  
**b.** Évaluer l'énergie dissipée à cet instant.
- 5.** Après le rebond :
  - a.** Quel transfert d'énergie permet à la balle d'atteindre le point culminant de sa trajectoire ?
  - b.** Déterminer les valeurs de la vitesse  $v_1$  et de l'altitude  $y_1$  de la balle au sommet de sa trajectoire.
- 6. a.** Avant et après un rebond, les frottements dus à la résistance de l'air sont négligeables. Justifier.  
**b.** Dans le cas de frottements non négligeables, quelle serait l'allure des courbes représentatives de l'évolution des énergies  $E_c$ ,  $E_{pp}$  et  $E_m$  ?

## ➤ Coups de pouce

- 1. b.** D'après la figure 1, l'altitude  $y$  de la balle diminue au cours du mouvement. L'énergie mécanique est la somme des énergies potentielle et cinétique.
- 2.** La figure 2 permet d'estimer la valeur des différentes formes d'énergie au cours du mouvement.
- 3.** Commenter l'évolution des courbes représentatives des énergies avant le rebond en termes de transferts et de dissipation d'énergie.
- 4. b.** Une énergie cédée est comptée négativement.
- 6. a.** Au cours d'un mouvement, la conservation de l'énergie mécanique traduit l'absence de frottements.  
**b.** En présence de frottements, l'énergie potentielle de pesanteur n'est que partiellement convertie en énergie cinétique.

## EXEMPLE DE RÉOLUTION

**1. a.**  $E_c = 1/2 m \cdot v^2$ ;  $E_{pp} = m \cdot g \cdot y$ ;  $E_m = E_c + E_{pp}$ .

**b.** L'évolution de  $E_c$  est la courbe rouge, celle de  $E_{pp}$  la courbe bleue et celle de  $E_m$ , leur somme, la courbe verte.

**2.**  $E_{c(0)} = 0,2 \text{ J}$  au départ de la balle, donc  $v_0 = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$E_{pp(0)} = 1,3 \text{ J}$  au départ de la balle, donc  $y_0 = 2,2 \text{ m}$

$E_{c(\text{max})} = 1,3 \text{ J}$  donc  $v_{\text{max}} = 6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**3.** L'énergie mécanique, se conserve. Il se produit un **transfert total d'énergie de la forme potentielle de pesanteur vers la forme cinétique.**

**4. a.** Lors du choc en  $x \approx 2 \text{ m}$ , il y a une forte diminution de l'énergie mécanique de la balle. Lors du rebond, une partie de l'énergie de la balle est donc dissipée.

**b.** Graphiquement, on estime :  $\Delta E_m = \Delta E_c = -0,6 \text{ J}$ .

**5. a.** Après le rebond, il y a **transfert d'énergie de la forme cinétique vers la forme potentielle de pesanteur.**

**b.** Graphiquement : on estime  $E_{pp(1)} = 0,8 \text{ J}$  et  $E_{c(1)} \approx 0,05 \text{ J}$  donc  $y_1 = 1,4 \text{ m}$  et  $v_1 = 1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**6. a.** Avant et après le rebond, l'énergie mécanique se conserve. Le travail des forces de frottements est donc négligeable.

**b.** La présence de frottements entraîne une **diminution progressive de l'énergie mécanique au cours du temps.**