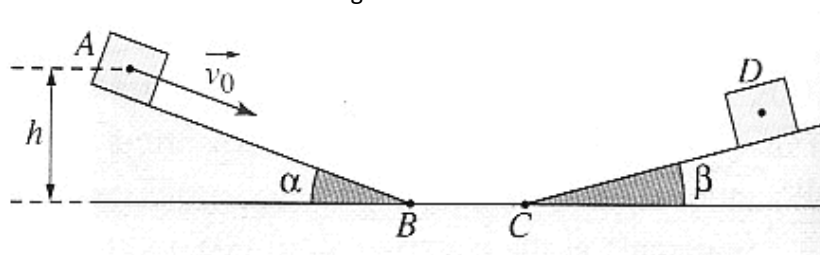


Solide sur deux plans (8 pts)

Un solide S est lancé sur un plan lisse à une vitesse de valeur $v_0 = 10,8 \text{ km.h}^{-1}$ de la position A où son centre d'inertie est à la hauteur $h = 30,0 \text{ cm}$ au dessus du sol. (Voir schéma ci-dessous)

Le mouvement du solide sur BC est considéré comme rectiligne et uniforme.



Tous les frottements seront négligés. Les forces s'exerçant sur le solide sont son poids $\vec{P}$ et la réaction du support $\vec{R}$.

Celle-ci n'ayant aucune influence sur le mouvement du solide, celui-ci sera considéré comme étant en chute libre entre A et B puis entre C et D.

On choisira un axe (Oz) vertical, orienté vers le haut et l'origine des altitudes et des énergies potentielles au point le plus bas de la trajectoire.

1. Définir le système étudié et le référentiel.
2. Ecrire les expressions littérales de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur du solide S lorsqu'il est lancé en A.
3. Quelle transformation d'énergie s'effectue sur le trajet AB ? Que peut-on dire de la somme $E_c + E_{pp}$? Justifier.
4. Déterminer l'expression littérale puis la valeur de la vitesse du solide S au point B.
5. Quelle transformation d'énergie s'effectue sur CD ?
6. Calculer la distance parcourue par le solide avant de s'arrêter en D et de redescendre.
7. Justifier le mouvement rectiligne uniforme du solide entre B et C.

Données : masse du solide $m = 200 \text{ g}$; $\alpha = 20^\circ$ et $\beta = 15^\circ$; $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Exercice n°3 : Exploiter un enregistrement (8,5 pts)

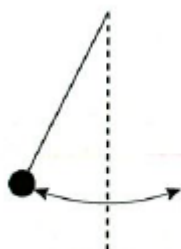
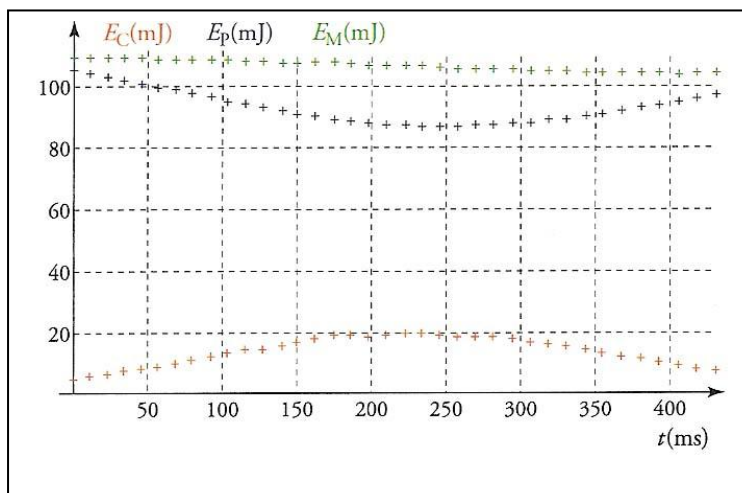


Figure 1

Un pendule pesant est constitué d'une sphère métallique reliée par une tige métallique, à un support fixe.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre et on le lâche, sans vitesse initiale. Le pendule oscille (figure 1)

Avec une Webcam et un logiciel adapté, on réalise le document ci-après où figurent, en fonction du temps les énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique de la sphère. La date $t = 0$ correspond à la première prise de vue de la Webcam.



1° Décrire et expliquer les variations, au cours du mouvement aller du pendule, de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.

2° a) Décrire l'évolution de l'énergie mécanique de la sphère.

b) La sphère est soumise à son poids et à la force exercée par la tige qui la retient. On admet que cette force ne modifie pas l'énergie mécanique de la sphère. Justifier l'évolution de l'énergie mécanique.

c) Quelle transformation d'énergie accompagne la diminution d'énergie mécanique ?

3°a) Quelle position occupe la sphère lorsque son énergie potentielle de pesanteur est minimale ?

b) Cette énergie potentielle minimale est-elle nulle ?

c) Le plan de la table est pris comme niveau de référence pour $E_p = 0$ et la masse de la sphère est $m = 45 \text{ g}$. Déterminer à quelle hauteur z , par rapport au plan de la table, se trouve la sphère lorsque son énergie potentielle de pesanteur est minimale.

d) Déterminer la vitesse maximale de la sphère lors de ce mouvement.

4° Estimer la valeur de l'énergie mécanique transformée en énergie thermique lors de ce mouvement.

Donnée : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

8 pts

- On étudie le système $\{solide\}$ dans un référentiel terrestre. **1 pt**
- Energie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv_0^2$ Energie potentielle de pesanteur $E_p = mgh$ **1pt**
- Sur le parcours AB l'énergie potentielle diminue et l'énergie cinétique augmente. Transfert entre les deux énergies (effet de vase communicant). En effet, l'énergie mécanique se conserve, car le solide est considéré comme étant en chute libre. **1pt**
- Conservation de l'énergie mécanique : $EM(A) = EM(B)$ d'où $EC(A) + E_{pp}(A) = EC(B) + E_{pp}(B)$
Soit $\frac{1}{2}mv_B^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$ ou encore $\frac{1}{2}v_B^2 = \frac{1}{2}v_0^2 + gh$ ce qui donne $v_B = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ **1pt** ;
A.N. : $v_B = (9 + 2 \cdot 9,8 \cdot 0,3)^{\frac{1}{2}} = \underline{3,9 \text{ m.s}^{-1}}$ **1pt**
- En C (altitude 0, E_{pp} nulle) l'énergie mécanique du solide est sous forme d'énergie cinétique : $\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}mv_B^2$.
En D (arrêt) l'énergie mécanique est sous forme d'énergie potentielle de pesanteur : $mg h_D$.
L'énergie cinétique initiale se transforme en énergie potentielle puisque l'énergie mécanique se conserve par hypothèse.
L'énergie mécanique se conserve donc : $\frac{1}{2}mv_B^2 = mg h_D$ avec $h_D = CD \sin \beta$ ou $\frac{1}{2}v_B^2 = g \cdot CD \cdot \sin \beta$ soit $CD = \frac{1}{2}v_B^2 / (g \cdot \sin \beta)$ **1pt**
A.N. : $CD = 0,5 \cdot 3,9^2 / (9,8 \cdot \sin 15) = \underline{3,0 \text{ m}}$ **1 pt**
- Entre B et C le solide est soumis à son poids et à la réaction normale du plan. **Ces deux forces se compensent** dans un référentiel terrestre supposé galiléen donc **d'après le principe d'inertie**, le solide est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. **1pt**

Exploiter un enregistrement (8,5 pts)

- A l'instant $t = 0$, la sphère possède une faible énergie cinétique (environ 5 mJ) et un maximum d'énergie potentielle (environ 105 mJ) : elle est en position haute avec une vitesse faible. **0,5 pt**
Ensuite l'énergie potentielle de la sphère diminue et son énergie cinétique augmente : l'altitude de la sphère diminue et sa vitesse augmente ; le pendule descend. **0,5 pt**
A l'instant $t = 240 \text{ ms}$ (environ) l'énergie potentielle est minimale (un peu moins de 90 mJ) : la sphère est au plus bas, son énergie cinétique (donc sa vitesse) est maximale (20 mJ). **0,5 pt**
La sphère remonte ensuite avec transformation d'énergie cinétique en énergie potentielle. **0,5 pt**
- a) L'énergie mécanique de la sphère **diminue progressivement de 110 mJ à 105 mJ**. **0,5 pt**
b) **L'énergie mécanique diminue à cause des forces de frottements** de l'air. **1pt**
c) Il y a **transformation d'énergie mécanique en énergie thermique**. **1pt**
- a) Lorsque son énergie potentielle de pesanteur est minimale la sphère est au plus bas : **elle passe par sa position d'équilibre**. **0,5 pt**
b) Cette énergie potentielle minimale **n'est pas nulle** mais vaut environ 90 mJ. **0,5 pt**
c) L'expression de l'énergie potentielle de pesanteur est $E_p = m \cdot g \cdot z$ avec z l'altitude par rapport à la table (prise pour référence).
$$z = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{90 \times 10^{-3}}{45 \times 10^{-3} \times 10} = 0,20 \text{ m} ; z = \underline{20 \text{ cm.}}$$
 1pt
d) L'expression de l'énergie cinétique est : $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$.
Soit : $v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 20 \times 10^{-3}}{45 \times 10^{-3}}} ; v = \underline{0,94 \text{ m.s}^{-1}}$. **1pt**
- On applique le principe de conservation de l'énergie. La valeur de l'énergie thermique obtenue lors de ce mouvement est égale à la diminution d'énergie mécanique soit **environ 5 mJ**. **1pt**