CLASSE : Terminale	**EXERCICE 3** : 6 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h03	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 3 Accéléromètre d'un mobile multifonction

1. Modèle de la chute libre dans frottements

Q1.

En chute libre, le système (smartphone) n'est soumis qu'a son poids.

Système {smartphone}
Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$$
$$\vec{P} = m\vec{a}$$
$$m\vec{g} = m\vec{a}$$
$$\vec{g} = \vec{a}$$

Or

$$\vec{g}\left|\begin{matrix}0\\-g\end{matrix}\right.$$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

$$\boxed{\vec{a}\left|\begin{matrix}a_x = 0\\a_z = -g\end{matrix}\right.}$$

Ainsi : $a_z = -g$

Q2.

$$a_z = \frac{dv_{z(t)}}{dt}$$

On intègre l'accélération :

$$v_{z(t)} = -gt + C_1$$

Pour trouver les constantes, on utilise la vitesse initiale. Or, d'après le sujet, le smartphone est lâché avec une vitesse initiale nulle : $v_{0z} = 0$

d'ou

$$v_{z(t)} = -gt$$

$$v_{z(t)} = \frac{dz(t)}{dt}$$

On intègre la vitesse :

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_2$$

Pour trouver les constantes, on utilise $z_0 = h$

d'ou

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h$$

Q3.

$E_m = E_c + E_{pp}$

$E_m = \frac{1}{2} \times m \times v^2 + m \times g \times z$

Or, en l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve :

$E_m = E_m(0) = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2 + m \times g \times h$

Or $v_0 = 0$

Ainsi :

$E_m = m \times g \times h$

2. Etude expérimentale de la chute du smartphone

Q4.

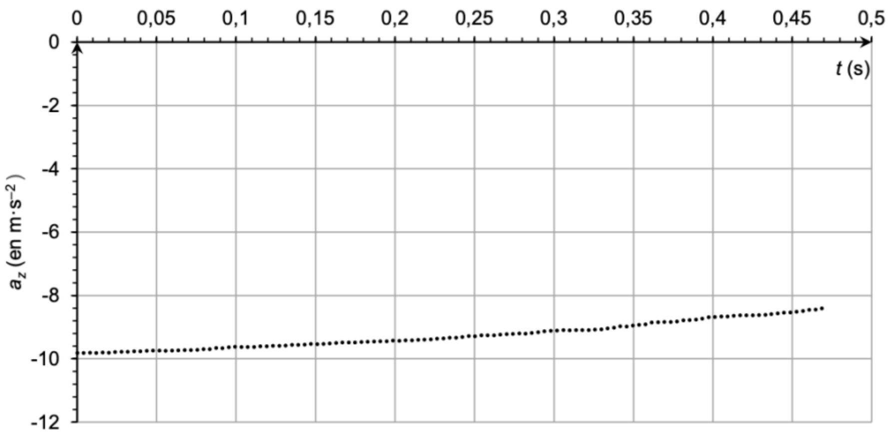

Figure 2. Accélération verticale a_z du smartphone en fonction du temps t

D'après la figure 2, a_z n'est pas constant au cours du temps.
Le modèle de la chute libre sans frottement donne a_z =g=constante
Ainsi, l'évolution temporelle de la valeur de la composante a_z de l'accélération obtenue expérimentalement n'est pas compatible avec le modèle de la chute libre (sans frottement).

Q5.

$E_{pp} = m \times g \times z$: l'énergie potentielle de pesanteur est proportionnelle à l'altitude. Lors de la chute, z diminue donc Epp diminue : Courbe A

$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$: à l'instant initiale, la vitesse étant nulle, l'énergie cinétique est nulle. La vitesse augmente au cours du temps, l'énergie cinétique augmente au cours du temps : courbe B

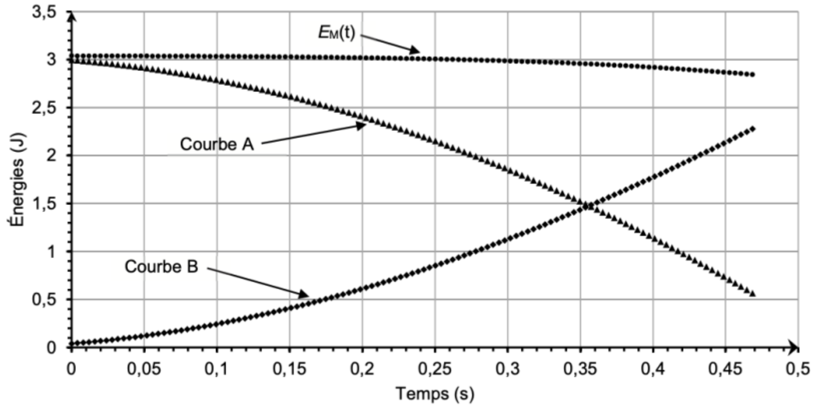

Figure 3. Représentations graphiques de $E_{PP}(t)$, $E_C(t)$ et $E_M(t)$ lors de la chute du smartphone

Q6.

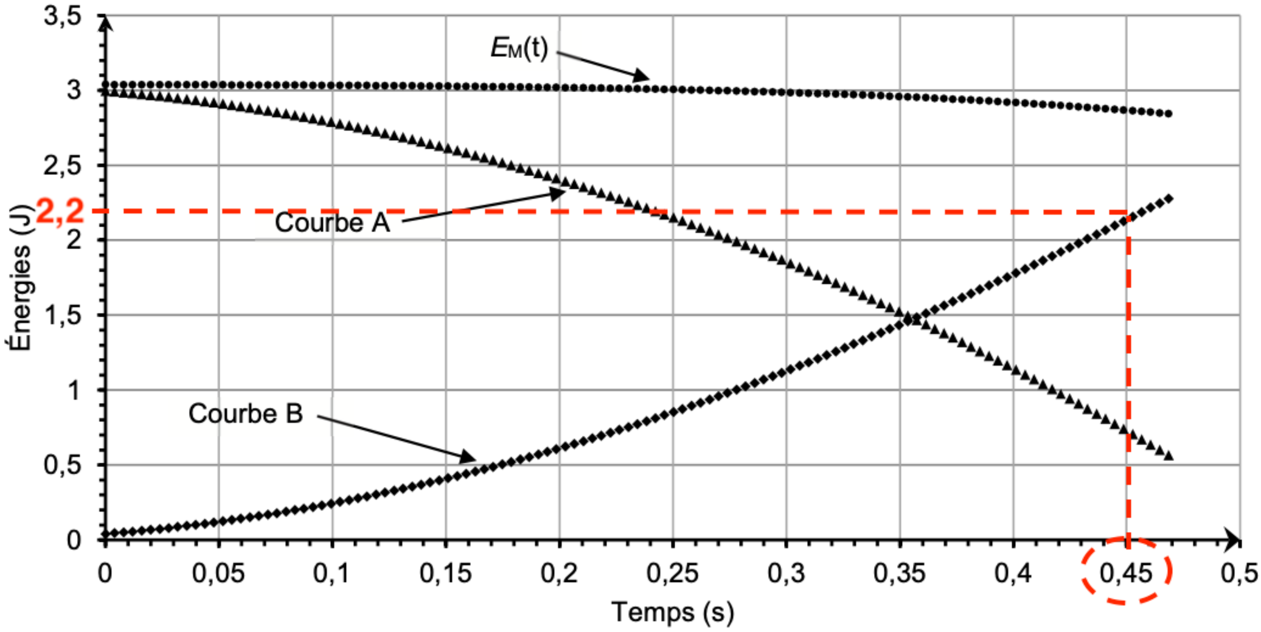

Figure 3. Représentations graphiques de $E_{PP}(t)$, $E_C(t)$ et $E_M(t)$ lors de la chute du smartphone

Pour t=0,45 s, Ec=2,2 J

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

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

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 2{,}2}{182 \times 10^{-3}}}$$

$$v = 4{,}9 \text{ m.s}^{-1}$$

Ainsi, la vitesse du smartphone est proche de 5 $m \cdot s^{-1}$ à la date t = 0,45 s.

Q7.

Système {smartphone}
Référentiel terrestre supposé galiléen

D’après la deuxième loi de newton :

$$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} + \vec{f} = m\vec{a}$$

Projetons sur l’axe Oz :

$$-mg + f = ma_z$$

$$f = ma_z + mg$$

$$f = m \times (a_z + g)$$

Q8.
$a_z = 0{,}0555 \times v^2 - 9{,}80$

L'intensité de pesanteur g est obtenue lorsque qu'il n'y a pas de frottements, lorsque la vitesse du smartphone est nulle :
$g = 0{,}0555 \times 0^2 - 9{,}80$
$g = 9{,}80\ \mathrm{m.s^{-2}}$

Q9.
D'après la relation de **Q7** :
$f = m \times (a_z + g)$
$m \times (a_z + g) = f$
$a_z + g = \frac{f}{m}$
$a_z = \frac{f}{m} - g$

D'après la modélisation :
$a_z = 0{,}0555 \times v^2 - 9{,}80$

Par identification :
$\frac{f}{m} = 0{,}0555 \times v^2$
$f = 0{,}0555 \times v^2 \times m$
$f = 0{,}0555 \times m \times v^2$

Ainsi :
$f = k \times v^2$
Avec $k = 0{,}0555 \times m$

Unité de k :
$f = k \times v^2$
$k \times v^2 = f$
$k = \frac{f}{v^2}$
$[k] = \frac{[f]}{[v]^2}$
$[k] = \frac{N}{(m.s^{-1})^2}$
$[k] = \frac{N}{m^2.s^{-2}}$
$[k] = N.s^2.m^{-2}$

Remarque : l'unité Newton est $kg.m.s^{-2}$ (formule provenant de la deuxième loi de Newton : $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$)

$[k] = Kg.m.s^{-2}.s^2.m^{-2}$
$[k] = Kg.m^{-1}$

Q10.

Graphiquement, sur la figure 4, en fin de chute, $v^2 = 25{,}0\ m^2.s^{-2}$

$f = 0{,}0555 \times m \times v^2$

$f = 0{,}0555 \times 182 \times 10^{-3} \times 25$

$f = 0{,}250\ N$

Calculons le poids du smartphone :

$P = m \times g$

$P = 182 \times 10^{-3} \times 9{,}81$

$P = 1{,}79\ N$

Comparons les deux forces :

$$\frac{P}{f} = \frac{1{,}79}{0{,}250} = 7{,}16$$

Le poids est environs 7 fois plus grand que la force de frottement.

En fin de chute, la force de frottement est plus faible que le poids mais cependant elle n’est pas négligeable.