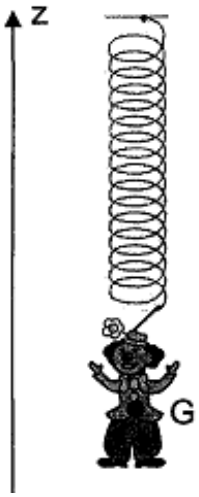
EXERCICE 1 : UN JEU D'ENFANTS (6 points)

Le jouet ci-contre est constitué d'une figurine décorative accrochée à un ressort à fixer au plafond d'une chambre d'enfant.
Les élèves font des expériences avec ce jouet afin de réinvestir leurs connaissances sur les mouvements oscillants et de déterminer les caractéristiques du système étudié.

Dans toute l'étude, on négligera les forces de frottements et la poussée d'Archimède.



1. Mesures de période

1.1. La figurine est éloignée verticalement vers le bas de sa position d'équilibre puis abandonnée. Décrire le mouvement de la figurine.

1.2. Définir la période du mouvement.

1.3. Les élèves veulent déterminer la période du mouvement. À l'aide d'un chronomètre, ils obtiennent une durée égale à 13,8 s pour 10 périodes.

1.3.1. Pourquoi ont-ils mesuré plusieurs périodes ?

1.3.2. Quelle est la valeur d'une période ?

2. Afin de déterminer la constante de raideur du ressort, ils décrochent la figurine, suspendent à sa place différentes masses marquées, de valeur m. Lorsque la masse marquée est à l'équilibre, ils mesurent la longueur L du ressort.
La longueur du ressort à vide est L_0 = 25,5 cm.
On prendra g = 9,8 $N.kg^{-1}$.

2.1. Faire un bilan des forces qui s'exercent sur la masse marquée et le représenter sur un schéma.

2.2. En étudiant l'équilibre de la masse marquée, établir l'expression de k, constante de raideur du ressort en fonction de m, g, L_0 et L.

2.3. À partir de la mesure ci-dessous, calculer la valeur numérique de k.

Masse m (g)	20,0
Longueur L du ressort (cm)	40,1

3. Les élèves étudient maintenant l'influence de la masse sur la période T_0 du mouvement. De nouvelles mesures sont réalisées à l'aide de masses marquées en remplacement de la figurine.
On obtient le tableau de mesures ci-dessous :

Masse (g)	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
Période (s)	0,78	0,95	1,10	1,23	1,35	1,43

3.1 .Quelle est l'influence de la masse sur la période T_0 ?

3.2. Les deux grandeurs sont-elles proportionnelles ? Justifier.

3.3. En effectuant une analyse dimensionnelle, choisir l'expression correcte parmi les expressions ci-dessous.

(a) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ - **(b)** $T_0 = 2\pi\sqrt{m.k}$ **(c)** $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

3.4. En déduire la valeur de la masse de la figurine.

4. La figurine en mouvement vertical est ensuite filmée à l'aide d'une webcam. On déclenche l'enregistrement lorsque la figurine passe par sa position la plus haute.
À l'aide d'un logiciel de traitement vidéo, on obtient la courbe (figure 1) et le tableau (figure 2) donnés **en annexe 1 à rendre avec la copie**. La coordonnée z représente la position du centre d'inertie G de la figurine sur un axe vertical, orienté vers le haut et ayant pour origine la position à l'équilibre.

4.1. En utilisant la figure 1 de l'annexe, déterminer la période et l'amplitude du mouvement.

4.2. En utilisant les données expérimentales du tableau figure 2 de l'annexe, déterminer par un calcul simple une valeur approchée de la coordonnée v_z de la vitesse du centre d'inertie G à l'instant t = 0,24 s.

5. La position de la figurine à chaque instant est donnée par la relation :

$$z(t) = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_0\right)$$

5.1. À partir de l'expression précédente, exprimer la fonction $v_z(t)$ qui donne la coordonnée de la vitesse à chaque instant.

5.2. Représenter l'allure de $v_z(t)$ sur le graphe de la figure 1 de **l'annexe 1 à rendre avec la copie** ; l'axe des ordonnées de v_z est représenté à droite. On ne demande aucune graduation de l'axe v_z.

5.3. En utilisant les conditions initiales du mouvement, déterminer la valeur de φ_0.

6. Le logiciel utilisé permet de calculer à chaque instant, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle totale de la figurine. On obtient alors les courbes de la figure 3 de **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

6.1. Laquelle des deux courbes proposées correspond à l'énergie cinétique ?
Justifier.

6.2. Comparer la période des énergies à la période de l'oscillateur.

6.3. En quoi ces dernières courbes montrent-elles que les forces de frottement peuvent être négligées ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

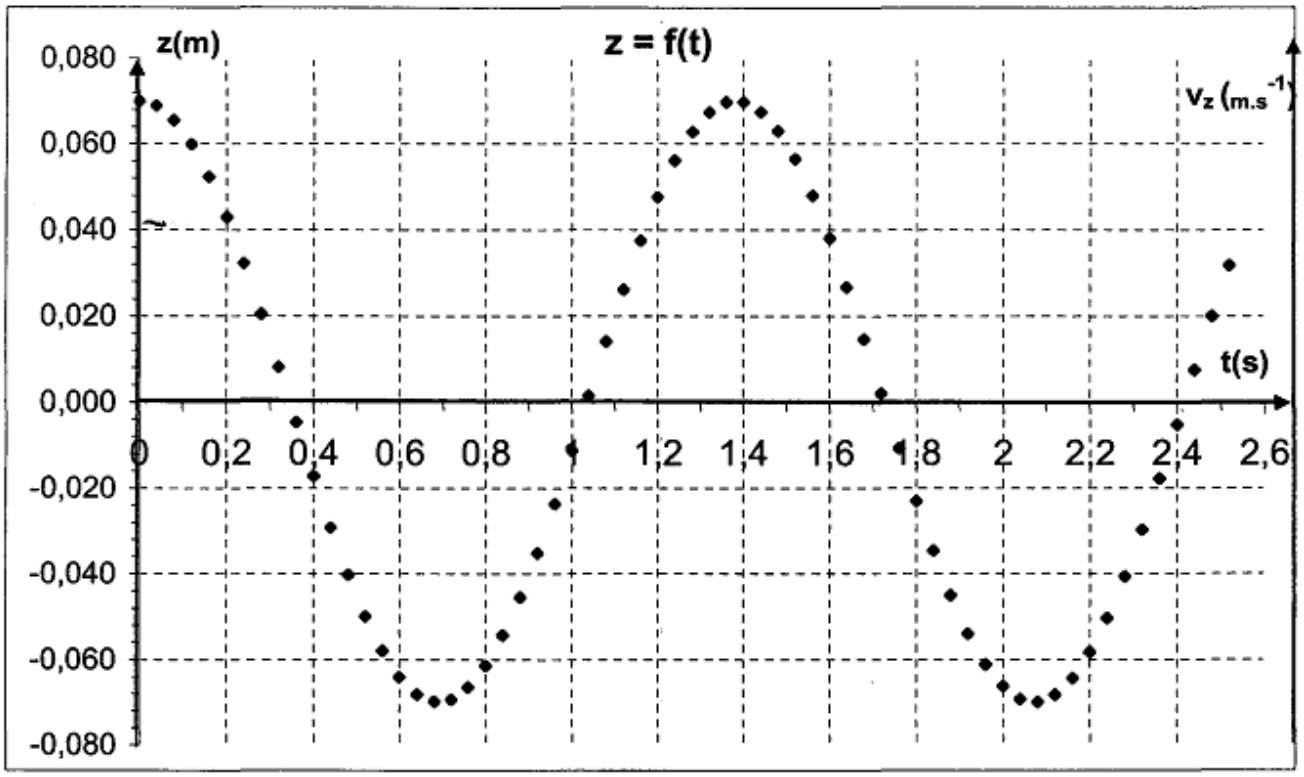


Figure 1

t (s)	z (m)	v_z (m/s)
0	0,070	0
0,04	0,069	-0,06
0,08	0,065	-0,11
0,12	0,060	-0,16
0,16	0,052	-0,21
0,20	0,043	-0,25
0,24	0,032	
0,28	0,020	-0,30
0,32	0,008	-0,31
0,36	-0,005	-0,32
0,40	-0,017	-0,31
0,44	-0,029	-0,29
0,48	-0,040	-0,26
0,52	-0,050	-0,22

Figure 2

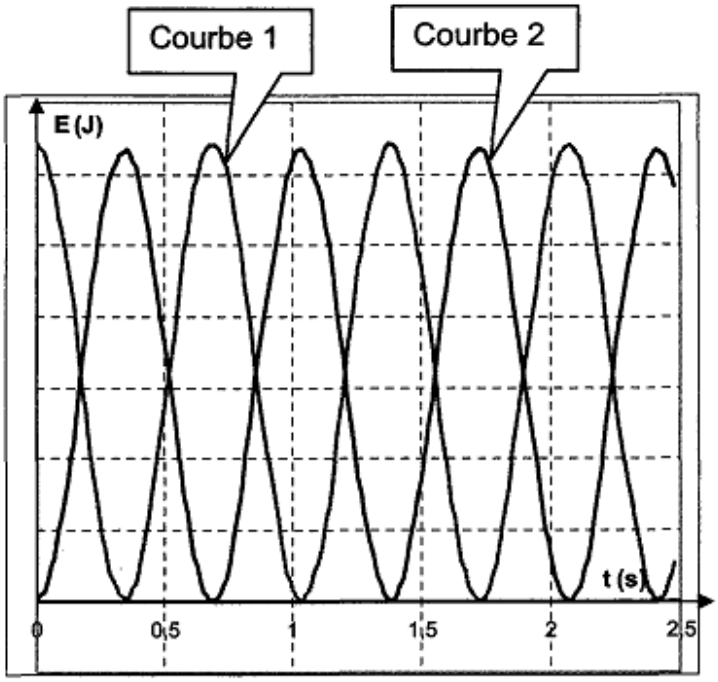


Figure 3