Asie 2004 **Exercice 3. Énergies d'un système solide-ressort (4 points)**

On dispose d'un système solide-ressort constitué d'un mobile de masse m = 250 g accroché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k = 10 N.m^{-1}.

*Le mobile assimilé à son centre d'inertie G peut osciller horizontalement sur une tige parallèlement à l'axe Ox (**figure 1**). On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O coïncide avec la position de G lorsque le ressort est au repos.*

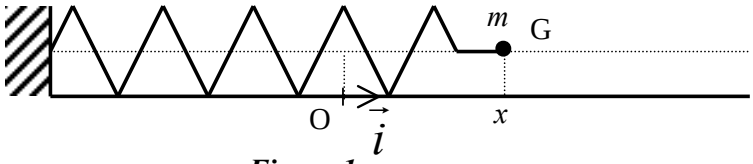


Figure 1

I. *Dans un premier temps, on néglige les frottements du mobile sur son rail de guidage.*

1.a) Faire l'inventaire des forces exercées sur le mobile.
1.b) Reproduire la **figure 1** sur la copie et représenter les différents vecteurs forces sans souci d'échelle.

2. En appliquant la seconde loi de Newton au mobile, établir l'équation différentielle du mouvement.

3. Vérifier que $x = x_M \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}.t + \varphi\right)$ est solution de cette équation différentielle quelles que soient les valeurs des constantes x_M et φ.

4. *Le mobile est écarté de sa position d'équilibre et lâché à l'instant t = 0 s, sans vitesse initiale, de la position x_0 = + 2,0 cm, et $x_M > 0$.*
Déterminer numériquement x_M et φ.

5. Calculer la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ du mouvement.

II. *On suppose maintenant que les frottements ne sont plus négligeables et peuvent être modélisés par une force dont la valeur est proportionnelle à celle de la vitesse et dont le sens est opposé à celui du mouvement :* $\vec{f} = -\mu.\vec{v}$ $(\mu > 0)$.
Un dispositif d'acquisition de données permet de connaître à chaque instant la position du mobile ***(figure 2 de l'annexe)***.

Un logiciel de traitement fournit les courbes de variation, en fonction du temps, de l'énergie mécanique (E_m) *, de l'énergie cinétique* (E_c) *et de l'énergie potentielle élastique* (E_p) *du système solide-ressort* ***(figure 3 de l'annexe)***.

1. À l' aide de la figure 2, déterminer la pseudo-période T du mouvement. Comparer sa valeur à celle de la période propre calculée au I.5.

2. Identifier par leur lettre (A ou B) les courbes $E_c(t)$ et $E_p(t)$ de la figure 3 en justifiant les réponses.

3. Pourquoi l'énergie mécanique du système diminue-t-elle au cours du temps ?

4. Sur **les figures 2 et 3** de l'annexe sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2.
En utilisant **la figure 2** et en justifiant la réponse, indiquer auquel de ces instants la valeur de la vitesse du mobile est :
a) maximale ; **b)** nulle.

5. Que peut-on en conclure quant à la valeur de la force de frottement à chacun de ces instants ?

6. Justifier alors la forme « en escalier » de la courbe $E_m(t)$ de la **figure 3**.

Figure 2

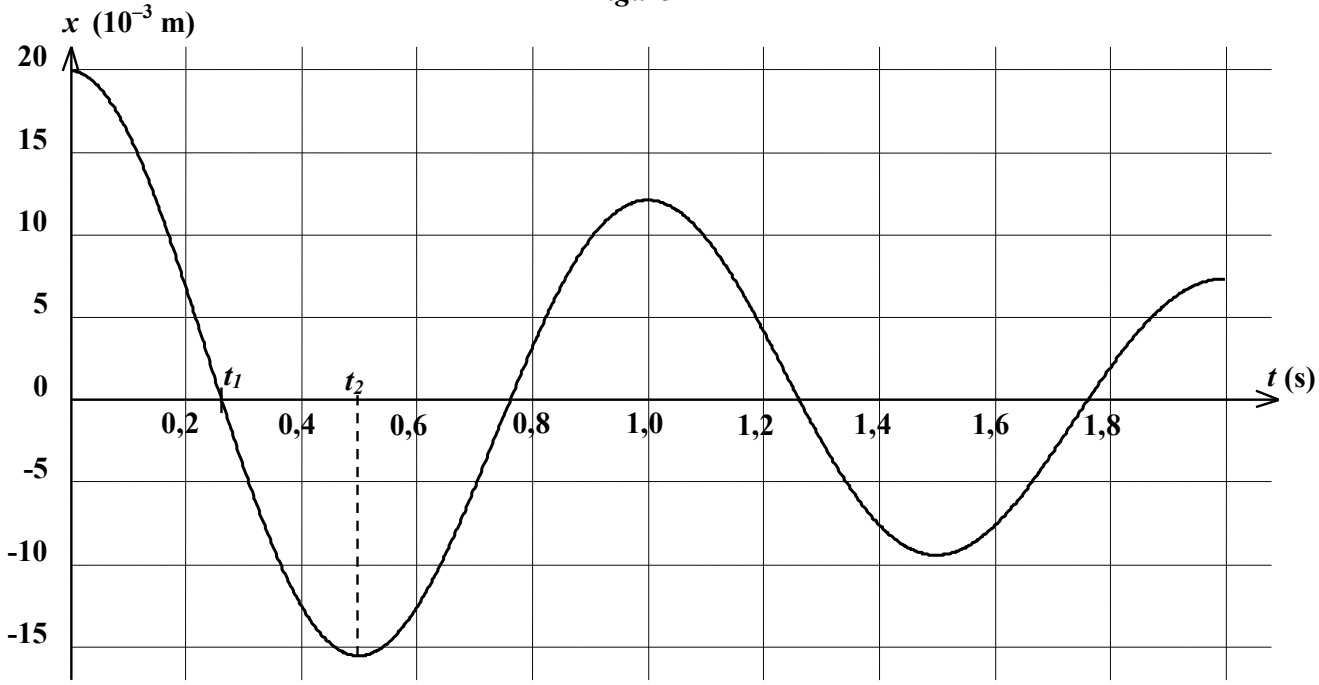


Figure 3

