Université Libanaise
Faculté de Technologie

الجامعة اللبنانيّة
كلية التكنولوجيا

15 septembre 2022

Concours d'entrée (Génie)

Examen de Physique

Durée: 1H30

Exercice 1 ***(13 points)***

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué d'un ressort, de masse négligeable, à spires non jointives de raideur k et d'un solide (S) de masse m = 0,1 kg.

Le ressort, disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (S) est accroché à l'autre extrémité. (S) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal AB et son centre d'inertie G peut alors se déplacer sur un axe horizontal x'Ox. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (figure 1).

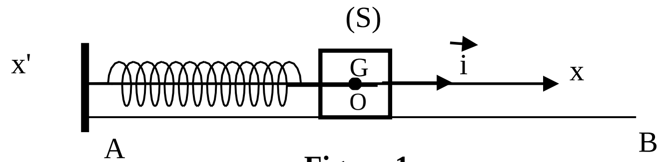


Figure 1

On écarte (S) à partir de sa position d'équilibre, d'une distance x_0 = $\overline{OG}_0$ et on lui communique, à l'instant $t_0 = 0$, dans le sens positif une vitesse initiale $\vec{V}_0 = V_o\ \vec{i}$. (S) effectue alors des oscillations mécaniques le long de x'O x.

Partie I - Etude théorique

À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$.

Prendre le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) en fonction de m, x, k et v.

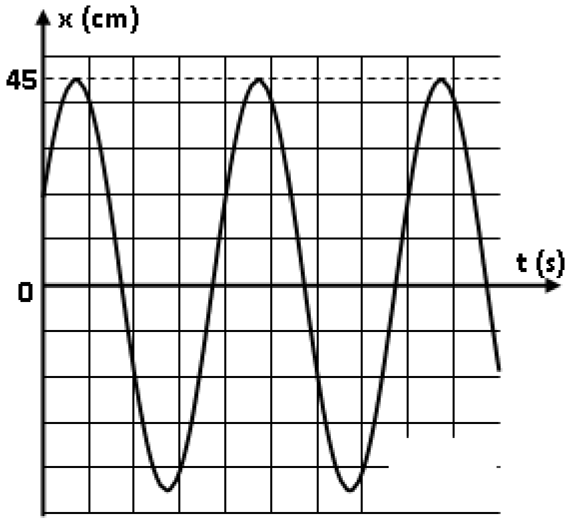
2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

3) La solution de cette équation différentielle a pour expression $x = X_m\ sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$, où X_m, T_0 et φ sont des constantes. Déterminer l'expression de la période propre T_o en fonction de m et k.

Partie II - Etude graphique

Un dispositif approprié permet d'obtenir l'évolution en fonction du temps :

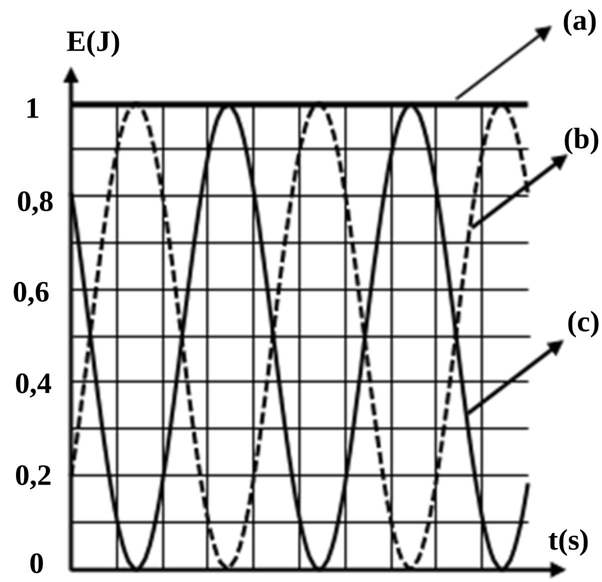
- de l'abscisse x de G (figure 2) ;
- de l'énergie cinétique E_c, de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et de l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) (figure 3).



1 division horizontale → 0,157 s

1 division verticale → 10 cm

Figure 2



2 divisions horizontales → 0,157 s

Figure 3

4) En se référant à la figure 2, indiquer la valeur de :
  a) l'abscisse initiale x_0 ;
  b) l'amplitude X_m ;
  c) la période T_0.

5) Déterminer les valeurs de k et φ.

6) Les courbes (a), (b) et (c) de la figure 3 représentent les variations des énergies du système (oscillateur, Terre) en fonction du temps. En utilisant cette figure :
  a) identifier, en le justifiant, l'énergie que représente chaque courbe ;
  b) déterminer la valeur de la vitesse initiale v_0 .

Exercice 2 *(11 points)*

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C d'un condensateur. On réalise le circuit série schématisé la figure 4. Ce circuit comprend :

- un générateur idéal de f.é.m. E = 10 V ;
- un rhéostat de résistance R ;
- un condensateur de capacité C ;
- un ampèremètre (A) de résistance négligeable ;
- un interrupteur K.

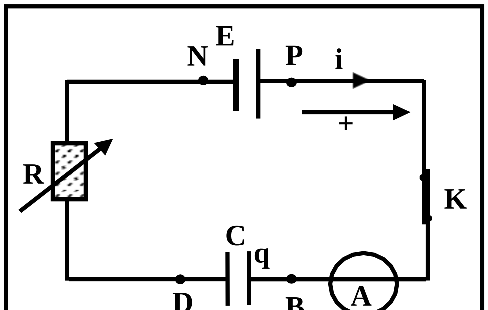


Figure 4

Le condensateur est initialement non chargé.
À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K. À un instant t, l'armature B, du condensateur, porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i, comme le montre la figure 4.

1) Écrire l'expression du courant i en fonction de C et u_c, où $u_c = u_{BD}$ est la tension aux bornes du condensateur.
2) Établir l'équation différentielle qui décrit la variation de u_C.
3) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_c = a + b\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

   Déterminer les expressions des constantes a, b et τ en fonction de E, R et C.
4) Déduire que l'expression de l'intensité du courant est : $i = \frac{E}{R}\, e^{\frac{-t}{RC}}$.
5) L'ampèremètre (A) indique, à $t_0 = 0$, une valeur $I_0 = 5$ mA. Déduire la valeur de R.
6) Écrire l'expression de $u_R = u_{DN}$ en fonction de E, R, C et t.
7) À un instant $t = t_1$, la tension aux bornes du condensateur est $u_C = u_R$.
   a) Montrer que $t_1 = RC\, \ell n 2$.
   b) Calculer la valeur de C, sachant que $t_1 = 1{,}4$ ms.

Exercice 3 *(6 points)*

Une tige métallique homogène MN de longueur ℓ, glisse, sur deux rails métalliques AA' et EE' horizontaux et parallèles, avec une vitesse constante $\vec{V}$ (figure 5). Au cours de ce glissement, la tige reste perpendiculaire aux rails et son centre de gravité G se déplace sur l'axe Ox.

À la date $t_0 = 0$, G est en O, origine des abscisses. À une date t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et $v = \frac{dx}{dt}$ est la mesure algébrique de sa vitesse. Le dispositif, constitué par la tige et les rails, est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan horizontal des rails (figure 5).

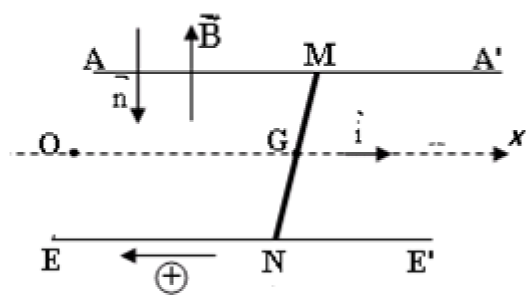


Figure 5

1) Déterminer, à la date t, en fonction de B, ℓ et x, l'expression du flux magnétique qui traverse la surface AMNE, tout en respectant le sens positif arbitraire choisi sur la figure 5.
2) Expliquer l'existence d'une f.é.m induite e qui s'établit entre les extrémités M et N de la tige.
3) Déterminer l'expression de la f.é.m induite e en fonction de B, ℓ et v.
4) La tige n'est pas traversée par un courant électrique. Pourquoi ?
5) Déduire la polarité des points M et N de la tige et donner l'expression de la tension u_{NM} en fonction de e.