

25 septembre 2023

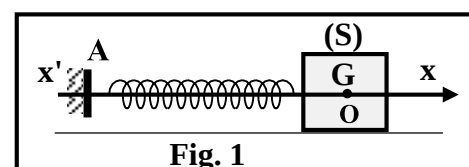
Concours d'entrée (TSG)
Examen de Physique

Durée : 1H30

Exercice 1

(12 points)

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S) de masse m et d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur $k = 20 \text{ N/m}$. (S) est attaché à l'une des deux extrémités du ressort, l'autre extrémité est reliée à un support fixe A. (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un support horizontal (figure 1).



À l'équilibre, le centre de masse G de (S) coïncide avec l'origine O de l'axe $x'x$.

À l'instant $t_0 = 0$, G est en O et on lance (S) avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$, (S) effectue alors des oscillations mécaniques d'amplitude X_m .

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

Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de v_0 sur l'amplitude X_m des oscillations de cet oscillateur.

Prendre :

- Le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $\pi^2 = 10$.

1) Étude théorique

- 1.1) Écrire, à l'instant t , l'expression de l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre), en fonction de x , m , k et v .
- 1.2) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x , qui régit le mouvement de G.
- 1.3) Dédire l'expression de la période propre T_0 des oscillations, en fonction de m et k .

2) Étude expérimentale

Un dispositif approprié donne l'évolution de l'énergie potentielle élastique Epe de l'oscillateur en fonction du temps pour deux expériences différentes, expérience 1 et expérience 2 (figure 2).

2.1) En utilisant les graphes de la figure 2 :

- 2.1.1) justifier que les oscillations de (S) sont non amorties.
- 2.1.2) recopier puis compléter le tableau suivant :

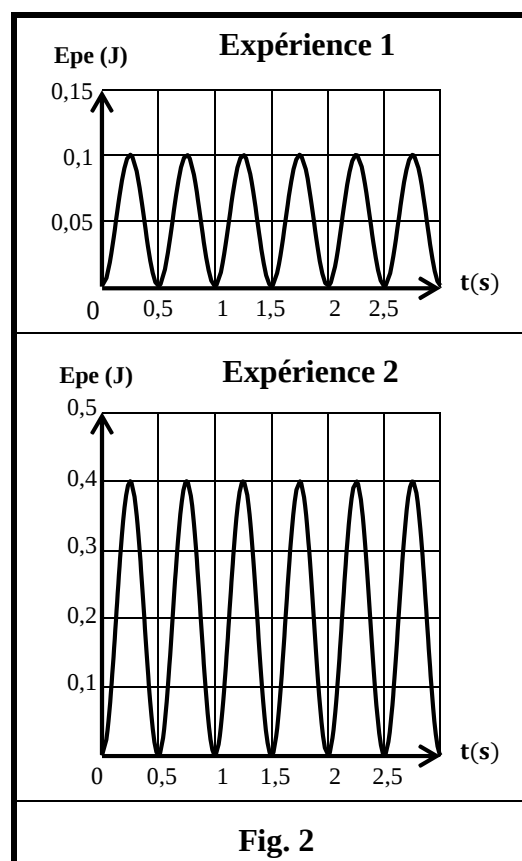


Fig. 2

	Expérience 1	Expérience 2
La valeur maximale de l'Epe		
La valeur de la période T_E de l'Epe		

- 2.2) Montrer que $m = 0,5 \text{ kg}$, sachant que $T_0 = 2T_E$.
- 2.3) Montrer que $X_{m(2)} = 2 X_{m(1)}$, $X_{m(1)}$ et $X_{m(2)}$ étant les amplitudes des oscillations durant les expériences 1 et 2, respectivement.
- 2.4) Déterminer les valeurs de v_0 pour les deux expériences.

Exercice 2

(12 points)

Charge et décharge d'un condensateur

L'objectif de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes différentes, la valeur de la capacité C d'un condensateur.

Dans ce but, on réalise le montage de la figure 3. Ce montage comprend : un générateur idéal délivrant une tension continue de valeur $E = 10 \text{ V}$, un condensateur de capacité C , deux conducteurs ohmiques de résistances identiques $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et un commutateur K .

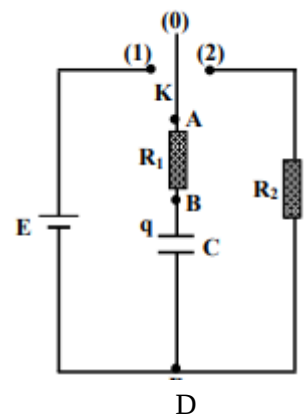


Fig. 3

A- Charge d'un condensateur

Le commutateur K est d'abord en position (0) et le condensateur est neutre.

À l'instant $t_0 = 0$, on permute K à la position (1), et la charge du condensateur débute.

Etude théorique

En appliquant la loi d'additivité des tensions et en adoptant le sens du courant électrique comme sens positif dans le circuit, montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_c = u_{BD}$ aux bornes du condensateur, s'écrit sous la forme :

$$E = R_1 C \frac{du_c}{dt} + u_c$$

- 1) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_c = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$, où A et τ_1 sont des constantes. Montrer que $A = E$ et $\tau_1 = R_1 C$.
- 2) Montrer qu'à la fin de la charge $u_c = E$.
- 3) Montrer que l'expression de $u_{AB} = u_{R1} = E e^{-\frac{t}{R_1 C}}$.
- 4) Etablir l'expression du logarithme népérien de u_{R1} [$\ln(u_{R1})$] en fonction du temps.

Etude graphique

La variation de $\ln(u_{R1})$, en fonction du temps, est représentée par la figure 4.

- 5) Justifier que l'allure du graphe obtenu est compatible avec l'expression de $\ln(u_{R1})$ en fonction du temps.
- 6) Dédurre, en utilisant le graphe, la valeur de la capacité C .

B- Décharge d'un condensateur

Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position (2). À une date $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, la décharge du condensateur débute.

- 1) Lors de la décharge, le courant électrique circule de B vers A à travers le conducteur ohmique R_1 . Justifier.
- 2) En adoptant le sens du courant électrique comme sens positif, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur est de la forme :

$$u_c + (R_1 + R_2)C \frac{du_c}{dt} = 0.$$

- 3) La solution de l'équation différentielle précédente est : $u_c = E e^{-\frac{t}{\tau_2}}$, où τ_2 est la constante de temps du circuit de décharge. Montrer que $\tau_2 = (R_1 + R_2)C$.
- 4) La variation de la tension u_c aux bornes du condensateur et la tangente à la courbe $u_c = f(t)$ à l'instant $t_0 = 0$, sont représentées sur la figure 5. Déduire, de cette figure, la valeur de la capacité C.

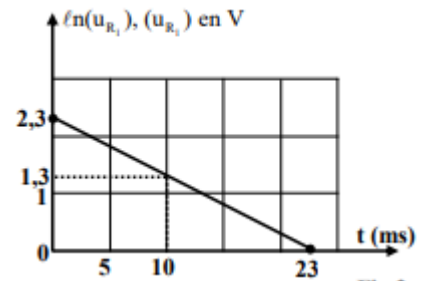


Fig. 4

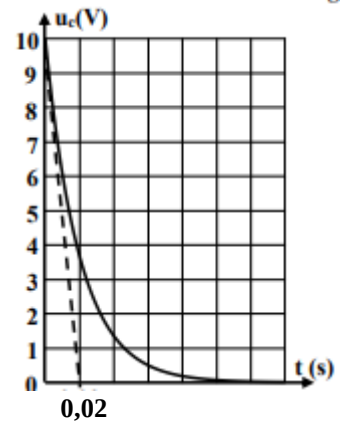


Fig. 5

Exercice 3

(6 points)

On dispose d'une spire circulaire conductrice de la figure 6, de rayon $r = 10$ cm et de résistance $R = 2 \Omega$. On place cette spire dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

Durant l'intervalle de temps $[0, 2s]$, la valeur B du champ magnétique $\vec{B}$ diminue avec le temps suivant la relation : $B = -0,04t + 0,8$ (S.I.)

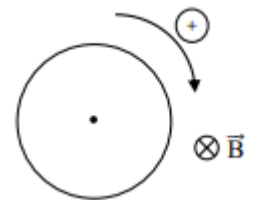


Fig. 6

- 1) Justifier qu'un courant induit traverse la spire durant l'intervalle $[0, 2s]$.
- 2) En appliquant la loi de Lenz, préciser le sens du courant induit.
- 3) Déterminer, en fonction du temps, l'expression du flux magnétique à travers la spire.
- 4) Déduire la valeur de la force électromotrice induite e.
- 5) L'intensité du courant induit qui traverse la spire est donnée par $i = e/R$. Déduire la valeur de i.