

P11-OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES NON AMORTIES ET AMORTIES



TRAVAUX DIRIGES TERMINALE S

1 On réalise un circuit oscillant en associant, comme l'indique la figure ci-contre, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance $L = 40 \text{ mH}$ et de résistance négligeable.

Le circuit est le siège d'oscillations électriques de fréquence N

- 1) Calculer la pulsation propre ω du circuit et la valeur de la capacité C .
- 2) Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité i à l'instant $t = 0$ est maximale et a pour valeur $I = I_{\text{max}} = 2 \text{ A}$.

Donner l'expression de l'intensité i en fonction du temps (unités SI.).

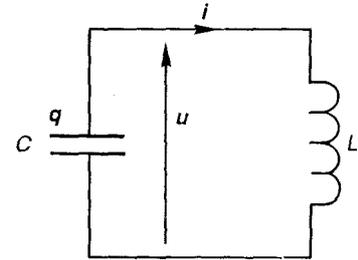
- 3) Exprimer la tension u aux bornes du condensateur en fonction du temps (unités S.I.).

A quelles dates la charge q est-elle, pour la première fois

- positive et maximale ?
- négative et minimale ?

Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle(s) forme(s) existe-t-elle ?

- 4) Calculer l'énergie électrostatique ϵ_E et l'énergie magnétique ϵ_M aux instants $t' = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ et $t'' = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.



2 1) Un condensateur de capacité C_1 est chargé sous une tension constante U_1 (fig. 1).

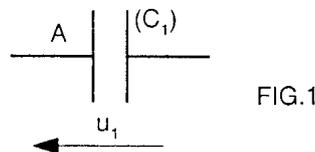
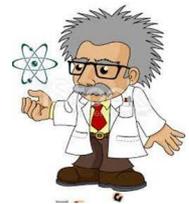


FIG.1



Calculer la charge Q_1 portée par l'armature A ainsi que l'énergie emmagasinée E_1 .

A.N. : $C_1 = 10^{-6} \text{ F}$; $U_1 = 40 \text{ V}$.

2) Le condensateur C_1 , chargé dans les conditions précédentes, est isolé, puis relié à une bobine d'auto-inductance L . la résistance du circuit est négligeable (fig. 2). A la date $t = 0$ on ferme l'interrupteur K . Un oscillographe permet de visualiser la tension $u(t)$ aux bornes de la bobine. On obtient la courbe représentée (fig. 3).

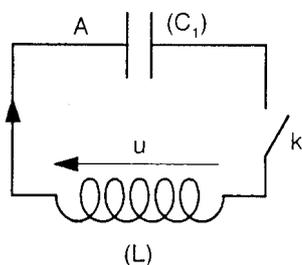


FIG.2

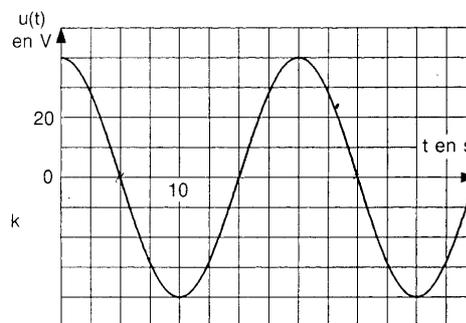


FIG.3

PRO-CISSE-E-MONSITE.COM



2.a- Soit $q(t)$ la charge portée par l'armature A à la date t . L'intensité $i(t)$ est comptée positivement quand le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma.

Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$.

En déduire l'expression littérale de la tension $u(t)$.

Déterminer les valeurs de la tension maximale et de la pulsation.

- b) Calculer la valeur de l'auto-inductance L de la bobine.
 c) Quelles sont les expressions littérales en fonction du temps de l'énergie emmagasinée dans le condensateur, dans la bobine et de l'énergie totale emmagasinée dans le circuit. Comparer à la valeur E_1 Conclure.

3 On réalise le montage schématisé par la figure ci-contre. Le générateur a une f.é.m. $E = 6\text{ V}$; les condensateurs ont respectivement pour capacité C_1 et C_2 telles que $C_1 = 3\ \mu\text{F}$, $C_2 = 6\ \mu\text{F}$; la bobine a une résistance nulle et une inductance $L = 2 \cdot 10^{-2}\text{ H}$. On note R la résistance du rhéostat.

1) Initialement les deux condensateurs sont déchargés. Que se passe-t-il quand l'interrupteur K est mis en position 1 ?

Déterminer la charge et l'énergie acquises par chaque condensateur.

2) À l'instant $t = 0$ l'interrupteur est mis en position 2.

2.a- Après avoir expliqué, en quelques mots, le phénomène physique qui a lieu, établir l'équation

d'évolution de la charge q du condensateur C_2 en précisant le sens positif choisi pour le courant i passant dans l'inductance.

2.b- Montrer que dans le cas où $R = 0$ l'équation différentielle obtenue a une solution de la forme : $q = Q\cos(\omega t + \varphi)$. Préciser la valeur de φ , calculer les valeurs de Q et ω . Exprimer l'intensité $i = f(t)$ du courant. Comment est répartie l'énergie dans le circuit à la date $t = 2,2\text{ ms}$?

4 Un circuit série comprend une bobine d'inductance L et de résistance R , et un condensateur de capacité C . La figure représente la visualisation sur l'écran d'un oscilloscope, de la tension u en fonction du temps t aux bornes du condensateur au cours de la décharge de celui-ci dans le circuit :

- sensibilité horizontale : $100\ \mu\text{s}/\text{div}$
- sensibilité verticale : $2\ \text{V}/\text{div}$

1) Déterminer la période et la fréquence des oscillations électriques pseudo-périodiques.

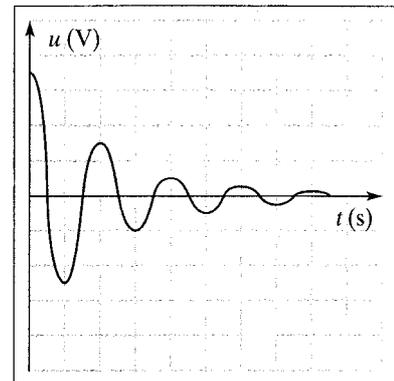
2) Quelle est la cause de l'amortissement des oscillations ?

3) On admet que l'amortissement ne modifie pas sensiblement la fréquence des oscillations.

Calculer la capacité du condensateur si l'inductance de la bobine est $L = 0,1\text{ H}$.

4) Calculer l'énergie initiale E_e du condensateur.

Calculer l'énergie dissipée E_J par effet Joule lors de la première oscillation.

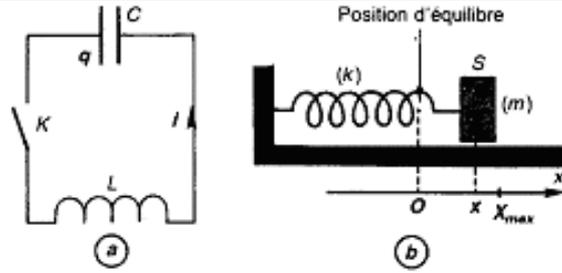


5 On réalise le circuit de la figure ci-contre ; la bobine, de résistance négligeable, a une inductance $L = 50\text{ mH}$; la capacité du condensateur vaut $C = 5\ \mu\text{F}$.



1) On ferme l'interrupteur K. Quel phénomène se produit dans le circuit ?

En utilisant le sens positif du courant de la figure a, établir l'équation différentielle liant la charge q de l'armature de gauche du condensateur à sa dérivée seconde par rapport au temps.



2) En déduire l'expression littérale de la période propre T du circuit, ainsi que sa valeur numérique.

3) On réalise maintenant un pendule élastique horizontal en accrochant, à l'extrémité d'un ressort de raideur k , un solide S de masse $m = 100 \text{ g}$, qui peut se déplacer sans frottement sur un support horizontal (fig. b). On écarte le solide S d'une distance X_{max} par rapport à sa position d'équilibre O et on le lâche sans vitesse à la date $t = 0$.

3.a- Soit x l'élongation, à l'instant t , du centre d'inertie G du solide S . Exprimer, à chaque instant, en fonction de k , m , x et $\frac{dx}{dt}$, l'énergie cinétique E_c , l'énergie potentielle E_p et l'énergie mécanique E du système ressort + solide S .



Que peut-on dire de E ? Pourquoi ?

3.b- À partir de l'étude énergétique ou de la relation $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{f}$, établir l'équation différentielle liant l'abscisse x de G à sa dérivée seconde par rapport au temps.



3.c- En déduire l'expression littérale de la période T_0 des oscillations du pendule.

Application numérique : $k = 25 \text{ N.m}^{-1}$.

3.d- En comparant les équations qui régissent les deux systèmes étudiés, mettre en évidence une analogie entre les grandeurs mécaniques et électriques.

Préciser les grandeurs mécaniques correspondant, respectivement :

- à la charge q ;
- à la capacité C ;
- à l'intensité i du courant ;
- à l'inductance L de la bobine.

doro-gisse.e-monsite.com

Utiliser cette analogie pour trouver l'expression de l'énergie E emmagasinée dans le circuit (L , C) à chaque instant.

