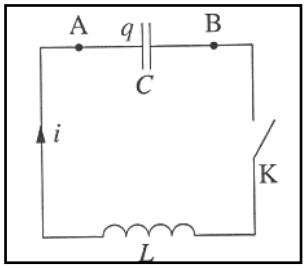
Physique Terminale C

Oscillateur électrique.

Exercice n°1 :



A. Oscillateur idéal

On étudie un oscillateur électrique idéal représenté sur la figure ci-contre. Il est constitué :

- d'un condensateur de capacité C = 0,50 µF ;
- d'une bobine d'inductance L = 0,50 H .

La résistance du circuit est négligeable.

On charge le condensateur, la tension à ses bornes vaut $U_{AB}(0) = U_0 = 5{,}0$ V.

Puis à la date t = 0, on ferme l'interrupteur K.

1. Soit q la charge de l'armature A du condensateur à un instant t quelconque (t > 0).

a) Écrire l'expression de la tension aux bornes du condensateur en fonction de q et de C.

b) Écrire l'expression de la tension aux bornes de la bobine en fonction de q, L et t.

2. Déduire de la question 1, l'équation différentielle qui régit les variations de la charge q.

3. L'équation différentielle admet une solution de la forme :

$$q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

Que représentent les grandeurs Q_m et T_0 ? Déterminer les valeurs numériques correspondantes.

Le symbole φ (représente la phase à l'origine). Vérifier que la valeur φ = 0 est en accord avec les conditions de l'étude.

B. Oscillateur réel

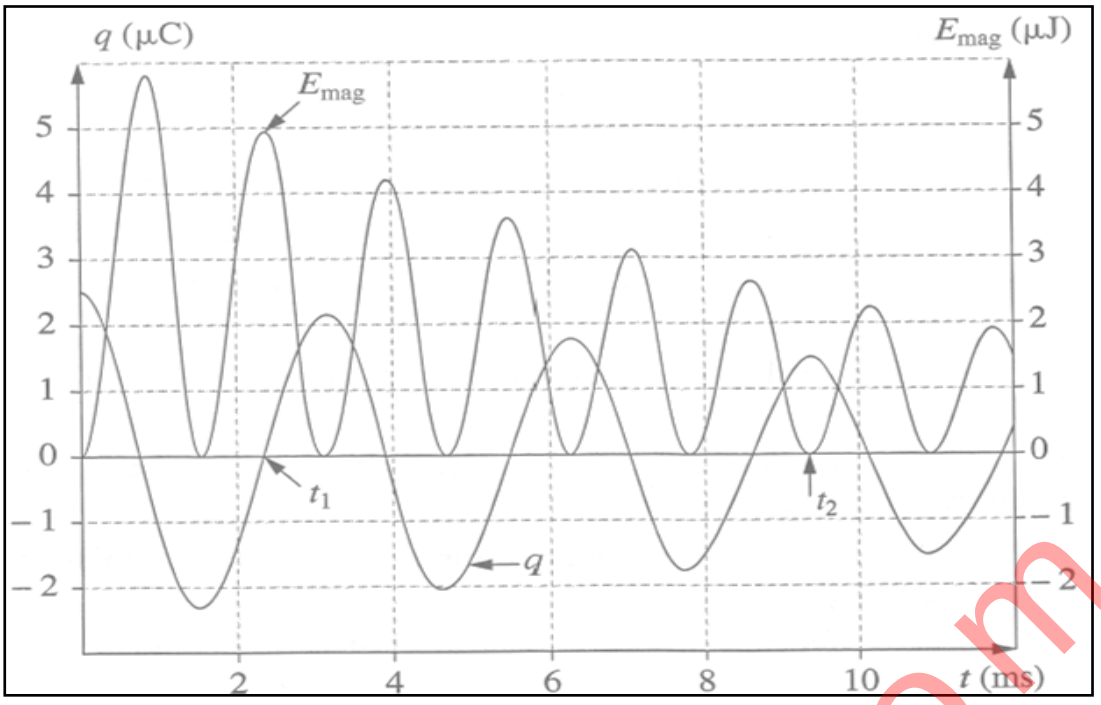
On réalise l'étude expérimentale d'un oscillateur électrique constitué d'un condensateur de capacité C = 0,50 µF et une bobine d'inductance L = 0,50 H.

Soit R la résistance totale du circuit. À l'aide d'une carte d'acquisition reliée à un ordinateur et d'un logiciel de traitement des données, on obtient le document de représentant:

- d'une part les variations de la charge q du condensateur en fonction du temps t : ordonnée (q) (axe gradué à gauche) ;
- d'autre part les variations de l'énergie E_{mag} emmagasinée dans la bobine en fonction du temps t: ordonnée (E_{mag}) (axe gradué à droite).

Dans la suite, on notera E_{el} l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

sujetexa.com

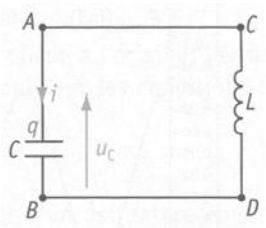


1. Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.
2. Déduire du graphique ci-après la valeur de la tension aux bornes du condensateur à la date t = 0.
3. Pour l'instant t_1= 2,4 ms indiqué sur le document, déterminer à partir du graphique :
   a) la valeur de l'énergie $E_{1_{mag}}$ emmagasinée dans la bobine à l'instant t_1.
   b) la valeur de l'énergie $E_{1_{el}}$ emmagasinée dans le condensateur à l'instant t_1.
   c) la valeur de l'énergie électromagnétique E_1 du circuit à l'instant t_1.
4. Pour l'instant t_2 = 9,5 ms indiqué sur le document, déterminer à partir du graphique :
   a) la valeur de l'énergie $E_{2_{mag}}$ emmagasinée dans la bobine à l'instant t_2
   b) la valeur de l'énergie $E_{2_{el}}$ emmagasinée dans le condensateur à l'instant t_2
   c) la valeur de l'énergie électromagnétique E_2 du circuit à l'instant t_2 .
5. À partir du graphe, justifier la conservation ou la non-conservation de l'énergie électromagnétique du circuit. Quel phénomène physique explique ces résultats ?
6. On admettra la relation $\frac{E_2}{E_1} = e^{-\frac{R}{L}(t_2-t_1)}$ (relation valable pour les amortissements faibles). Déterminer une valeur approchée de la résistance R du circuit.

sujetexa.com

Exercice n°2 :

Un condensateur de capacité C chargé sous la tension E, se décharge à la date t_0 = 0 s dans une bobine idéale d'inductance L.

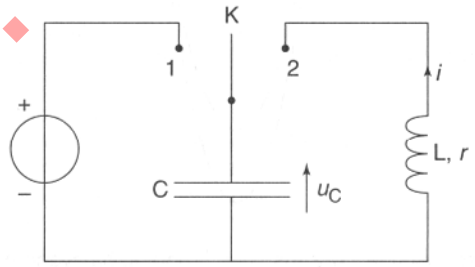


1. Exprimer l'intensité i(t) du courant dans ce circuit en fonction de la tension $u_C(t)$ mesurée entre les bornes du condensateur.
2. Établir l'équation différentielle relative au fonctionnement du circuit vérifiée par la tension $u_C(t)$.
3. La solution de cette équation différentielle peut se mettre sous la forme :

$$u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

   a) Rappeler les conditions initiales relatives au fonctionnement de ce circuit.
   b) Déterminer les constantes U_m, T_0 et φ.
   c) Donner l'expression de $u_C(t)$ en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit E, C et L.
4. Quelle est l'expression de i(t), intensité du courant qui traverse ce circuit ?

Exercice n°3 :



On réalise le circuit correspondant au schéma ci-contre.
Le condensateur de capacité C = 15 µF est préalablement chargé à l'aide d'un générateur idéal de tension continue (interrupteur en position 1). Il se décharge ensuite (interrupteur en position 2) à travers un circuit comportant une bobine d'inductance L = 1,0 H et de résistance r.

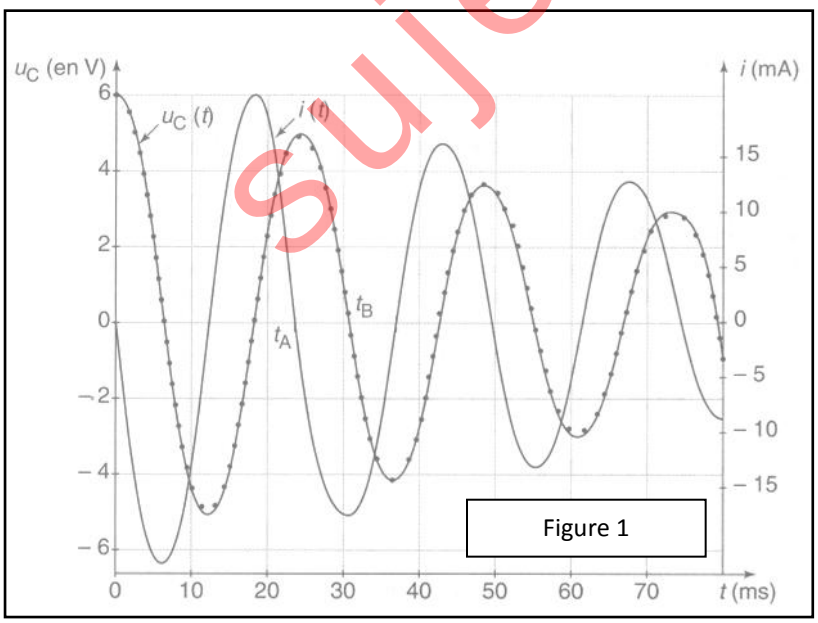


Figure 1

I. Étude du circuit.

1. Étude des oscillations.

Un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur permet de suivre pendant la décharge, d'une part l'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur et d'autre part celle de l'intensité i du courant (voir figure 1).

a) Déterminer à partir des courbes la valeur de la pseudo-période des oscillations.

sujetexa.com

b) Établir la relation entre l'intensité du courant i et la tension u_C aux bornes du condensateur en respectant les conventions indiquées sur le schéma.

c) Entre les instants de dates t_A et t_B (voir figure 1 ci-avant), le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ? Justifier la réponse.

d) À partir de la courbe traduisant $u_C(t)$, et en utilisant la relation établie à la question I. 1. b., retrouver la valeur de i à l'instant t_A et le sens réel de circulation du courant entre t_A et t_B.

2. Étude énergétique.

On souhaite étudier l'énergie totale E de l'oscillateur électrique. Cette énergie est la somme de l'énergie électrique $E_1 = \frac{1}{2}Cu_C^2$ emmagasinée dans le condensateur et de l'énergie magnétique $E_2 = \frac{1}{2}Li^2$ emmagasinée dans la bobine. Le logiciel utilisé peut calculer, à partir des mesures, les valeurs de ces trois énergies et fournir les courbes donnant leur variation en fonction du temps (voir figure 2).

a) L'origine des dates étant la même pour toutes les courbes des figures 1 et 2, identifier les trois courbes données figure 2 en ne justifiant que l'identification de la courbe donnant les variations de l'énergie magnétique.

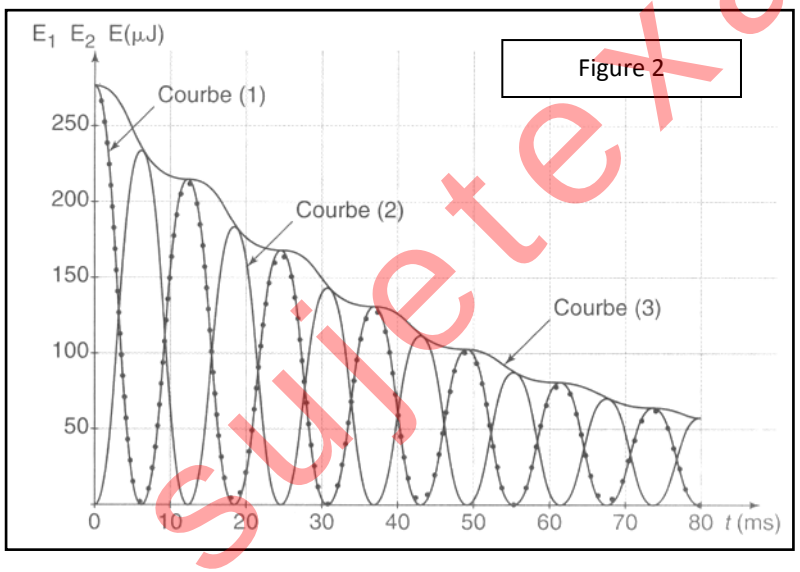


Figure 2

b) Interpréter brièvement la décroissance de l'énergie totale de l'oscillateur électrique.

II. Modélisation.

On suppose maintenant que l'oscillateur ne comporte aucune résistance.

Dans ces conditions, la tension u_C aux bornes du condensateur est de la forme :

$$u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

où T_0 est la période propre de l'oscillateur. $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

1. Calculer la valeur de T_0 .

a. Établir les expressions :

- de l'énergie l'énergie électrique en fonction de C, U_m, T_0 , φ et t.
- de l'énergie magnétique en fonction de C, U_m, T_0 , φ et t.

b. Montrer, que dans ce cas, l'énergie totale de l'oscillateur est conservée.

sujetexa.com