Taki Academy
www.takiacademy.com

Sciences physiques

Classe : 4ème Math (Gr standard)

Série 16 oscillations électriques libre

Non amorti

Prof : Karmous Med

Exercice 1

Un condensateur de capacité C, initialement chargé, est relié à une bobine d'inductance L=0,22H et de résistance négligeable. A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on enregistre la courbe donnant l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 1.

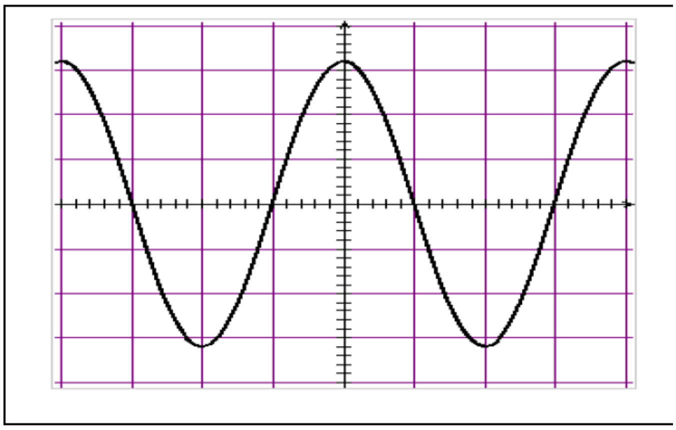


Figure-1

Les sensibilités de l'oscilloscope sont :

- sensibilité verticale : $1V.div^{-1}$
- sensibilité horizontale : $1ms.div^{-1}$

1/ En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle à laquelle obéit la tension aux bornes du condensateur $u_c(t)$ s'écrit : $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + 4\pi^2 N_0^2 u_c = 0$, avec $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ **{1pt}**

2/ La solution de l'équation différentielle s'écrit : $u_c(t) = U_{cm}\sin(2\pi N_0 t + \frac{\pi}{2})$.

a- Déterminer les valeurs de U_{cm} et N_0. **{0,5pt}**

b- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur. **{0,5pt}**

3/ Etablir l'expression de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine en précisant les valeurs de son amplitude, sa pulsation et sa phase initiale. **{0,75pt}**

4/ Montrer que l'énergie totale E reste constante au cours du temps et calculer sa valeur. **{0,75pt}**

Exercice 2

*L*e circuit schématisé sur la **figure-3-** comporte :

*Un générateur de tension continue (G) de f.e.m **E = 6 V**

* Un condensateur de capacité **C**

* Une bobine d'inductance **L** et de résistance supposée **nulle**.

* Un interrupteur **(K)** pouvant commuter entre les positions **(1)** et **(2).**

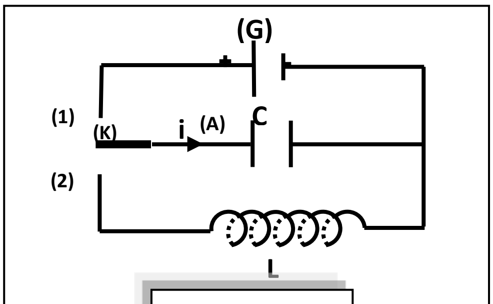


Figure3--

1°) **(K)** est sur la position **(1).** Préciser la valeur que prend le courant délivré par le générateur à la fin de l'opération de charge. Quelle tension existe alors aux bornes du condensateur ?

2°) A cet instant, que l'on choisira comme origine de temps, on commute **(K)** en position **(2) l'**energie electrostatique est maximale et égale **18µj**

Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension de la bobine u_L au cours du temps.

3°) L'équation différentielle admet une solution sinusoïdale de la forme $U_L(t) = U_{Lm}.\sin(\omega_0 t + \phi_{UL})$.

En vérifiant $U_L(t)$ dans L'équation différentielle . Déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations en fonction de **L** et **C**

4°) Une étude expérimentale a permis de tracer la **courbe** de la figure **(4)** donnant la variations au cours des temps de l'intensité du courant **i(t)**

Déduire graphiquement :

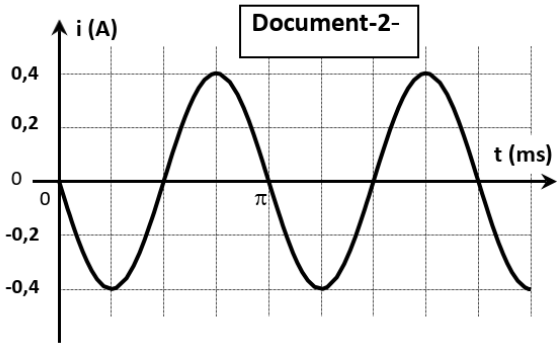
- L'amplitude I_m de l'intensité du courant i(t).
- La valeur de l'inductance **L**
- La période propre T_0.
- Déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

e- Déterminer, en fonction du temps, les expressions de

*l'intensité **i(t)**.

* Charge **q(t)**.

Document-2-



Exercice 3

On réalise le circuit suivant comportant
- un condensateur de capacité **C = 0,1 µF ;**
- une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable ;
- un générateur qui délivre une tension contenue U_0 et un commutateur **(K).** (voir **figure -4-)**

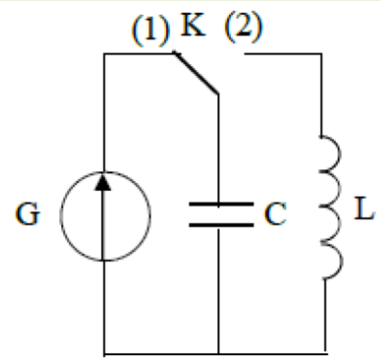


Figure -4-

1) Le commutateur étant en position (**1**), exprimer l'énergie E_0 emmagasinée dans le condensateur en fonction de **C** et U_0.

2) A l'instant de date **t = 0s,** on bascule (**K**) en position (**2**). Etablir l'équation différentielle en **q** de l'oscillateur ainsi obtenu.

3) a- Donner l'expression de l'énergie électrique totale **E** emmagasinée dans le circuit **LC** en fonction de **q, i, L** et **C.**

b- Montrer que l'énergie **E** se conserve au cours du temps.

4) Montrer que l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur s'écrit $E_C = E_0 - \frac{1}{2} Li^2$

5) Une étude expérimentale permet de tracer la courbe ci-contre **(voir figure -5-)** .

a- Déterminer à partir de la courbe :

_ la valeur de l'inductance **L** ;

_ la valeur maximale I_m de l'intensité de courant.

b- Déterminer la période propre T_0 de l'oscillateur

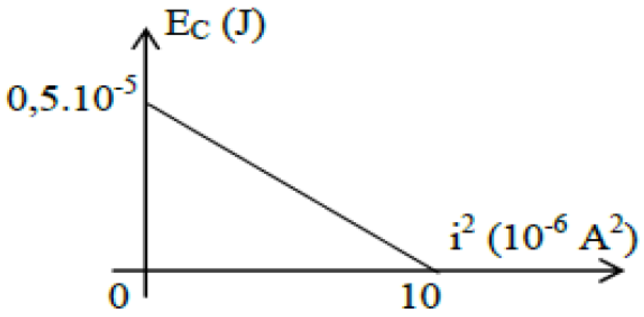


Figure -5-

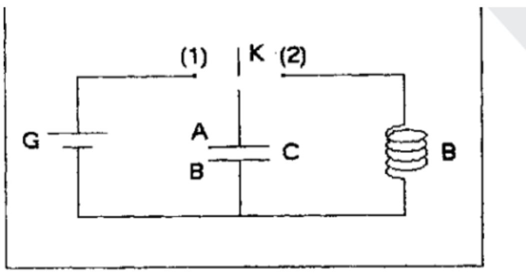
c- Montrer que $\mathbf{I_m} = \sqrt{\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{L}}}.\mathbf{U_0}$ en déduire la valeur de **Uo** Avec. $\mathbf{U_0}$ la tension avec laquelle le condensateur a été chargé.

6) Déterminer alors l'expression de la charge **q(t)** .

7) tracer sur le même graphe de la **figure -6-** de la **feuille annexe de la page 4/ 4 à remplir et à remettre avec la copie** . la courbe $\mathbf{E = f(i^2)}$ et celle de $\mathbf{E_L = g(i^2)}$ **.**

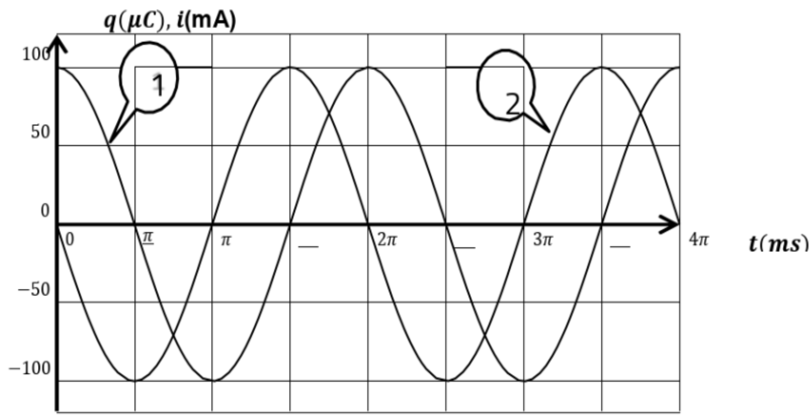
Exercice 4

On réalise un circuit comprenant une bobine de résistance négligeable et d'inductance L et un condensateur de capacité C comme l'indique la figure ci-contre. Au départ on ferme l'interrupteur sur la position 1, le générateur délivre une tension **E = 20 V.** A la date t = 0 s, on ferme l'interrupteur sur la **position 2**.



On désigne par q la charge de l'armature A du condensateur et par i l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit à un instant t.

Une étude expérimentale a permis de tracer les oscillogrammes ci-contre traduisant l'évolution temporelle des grandeurs électriques q(t)et i(t)



1) Indiquer, en le justifiant, la courbe qui représente q(t) et en déduire la capacité C du condensateur

2-a) Ecrire l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge q.

b) Vérifier que $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle précédente

c – Quelle est l'expression littérale de la période T_0 des oscillations qui prennent naissance dans le circuit.

En déduire l'inductance L de la bobine

3°)-*a*- Montrer que l'expression de l'intensité de courant est : $i(t) = Im \cos(\omega_0 t + \varphi)$ avec $\mathbf{Im = \omega_0.Qm}$.

b -Ecrire les expressions numériques de q(t) et i(t) sachant que $1\mu C = 10^{-6}C$ et $1mA = 10^{-3}$ A.

c- Comment oscillent **q(t)** et **i(t)**

d- montrer que $q^2 + \frac{i^2}{\omega_0^2} = Q_m^2$.

4°) Calculer les intensités de courant correspondantes à une charge $q = \frac{Qm}{2}$

5°) a-Montrer que les énergies électrostatiques E_c et magnétique E_L emmagasinées respectivement dans le condensateur et la bobine évoluent au cours du temps selon les expressions

$$Ec = \frac{Qm^2}{4C}.[1+ \cos(2\omega_0.t)] \text{ et } E_L = \frac{Qm^2}{4C}.[1- \cos(2\omega_0.t)]$$

On donne : $\cos^2(x) = \frac{[1+\cos 2x]}{2}$ et $\sin^2(x) = \frac{[1-\cos 2x]}{2}$

b-montrer que E_C et E_L sont périodique et de période $\frac{T0}{2}$

Exercice 5

On considère le circuit électrique schématisé dans la figure ci-contre, comportant :un générateur de tension continue (G), de f.é.m U_0 et de résistance interne négligeable ;un condensateur (c) de capacité C et d'armatures A et B ;une bobine (B) d'inductance L et de résistance négligeable ;deux interrupteurs K_1 et K_2.

1°)K_2 étant ouvert, on ferme K_1. Après une brève durée, le condensateur porte une charge maximale Q_0 et emmagasine une énergie électrostatique E_0.

a- Donner l'expression de Q_0 en fonction de U_0 et C.

b- Donner l'expression de E_0 en fonction de Q_0 et C.

*2°)*Le condensateur étant chargé ; à t = 0 on ouvre K_1 et on ferme K_2. A t quelconque, l'armature A du condensateur porte une charge q.

a-Exprimer l'énergie électromagnétique E en fonction de L, C, q et i.

b-Montrer, sans faire aucun calcul que cette énergie se conserve et elle est égale à $\frac{Q_0^2}{2C}$.

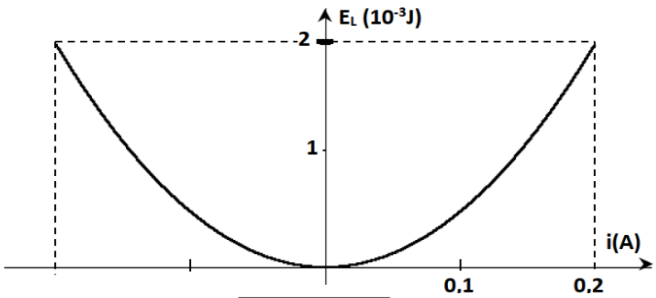
c-Déduire l'équation différentielle des oscillations électriques.

d-Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.

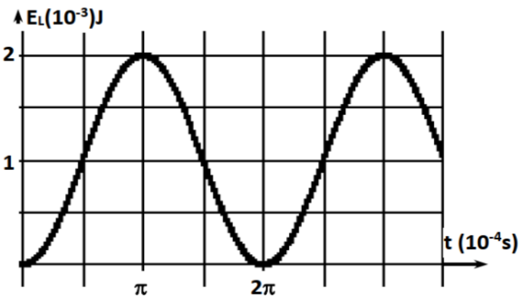
e-Donner l'expression de la charge q en fonction du temps.

3°) Montrer que l'expression de cette énergie E_L en fonction du temps s'écrit : $E_L = \frac{E_0}{2}\left[1+\cos\left(\frac{4\pi}{T_0}t+\pi\right)\right]$

*4°)*Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) (ci-dessous) traduisant respectivement les variations de l'énergie magnétique E_L en fonction de i et en fonction du temps.



Courbe (1)



Courbe (2)

a-En exploitant la courbe (1), déduire les valeurs de L et de E_0.

b-En exploitant la courbe (2), déduire la valeur de T_0.

*5°)*Déterminer alors C, Q_0 et U_0.