Lycée secondaire Faedh

Matière : Sciences Physiques

Série de révision n °9

Physique

Prof : M.OMRI

Niveau : 4me Maths

Oscillations libres non amorties

Exercice n° 1:

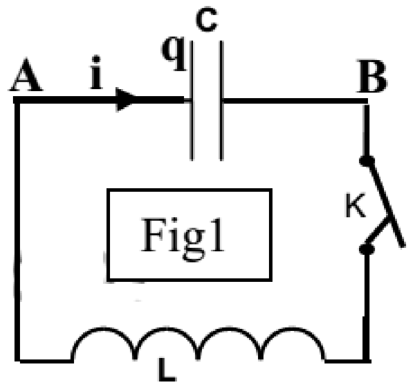


Fig1

Un circuit électrique LC est constitué par :

- Un condensateur, de capacité $C = 1\mu F$.
- Une bobine d'inductance $L = 1H$ et de résistance négligeable.
- Un interrupteur K.(figure –1-)

On charge le condensateur (K ouvert) telle que l'armature B porte la charge $Q_0 = -10^{-6}C$. A la date t=0s, on ferme l'interrupteur K

a- Établir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité i du courant dans le circuit.

b- Montrer que $i(t) = I_m sin(\omega_0 t + \varphi_i)$ est solution de l'équation différentielle à condition que $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$. Déduire l'expression de la période T_0 des oscillations. Calculer sa valeur.

c- Déduire l'expression de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction de I_m, C, ω_0 et φ_i. Montrer que $I_m = \omega_0 Q_0$.

d- Écrire l'expression de l'intensité du courant , de la tension aux bornes du condensateur et de la tension aux bornes de la bobine en fonction du temps.

Exercice n° 2 :

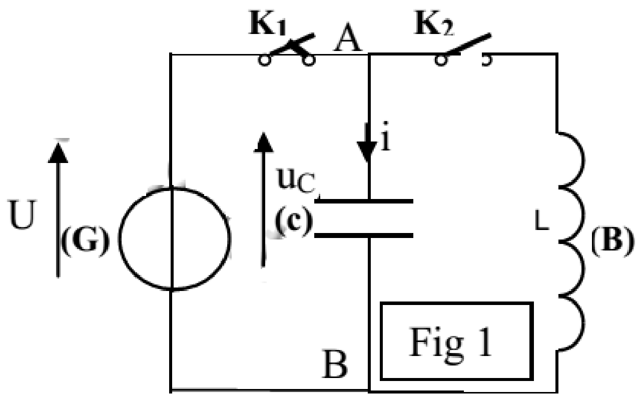


Fig 1

Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'un générateur de tension délivrant à ces bornes une tension constante U (K_2 ouvert et K_1 fermé voir schéma ci-contre). Les armatures A et B de ce condensateur chargé sont reliées à une bobine d'inductance L de résistance négligeable. A un instant t=0s, pris comme origine des temps on ouvre l'interrupteur K_1 et on ferme K_2. L'intensité $i(t)$ du courant est comptée positivement quand le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma. On appelle $q(t)$ la charge de l'armature reliée au point A et on précise qu'à l'instant t=0s cette armature est chargée positivement.

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

b- Montrer que $q(t) = Q_{max} sin(\omega_0 t + \varphi_q)$ est une solution de cette équation différentielle pour une valeur particulière de ω_0 dont on déterminera l'expression.

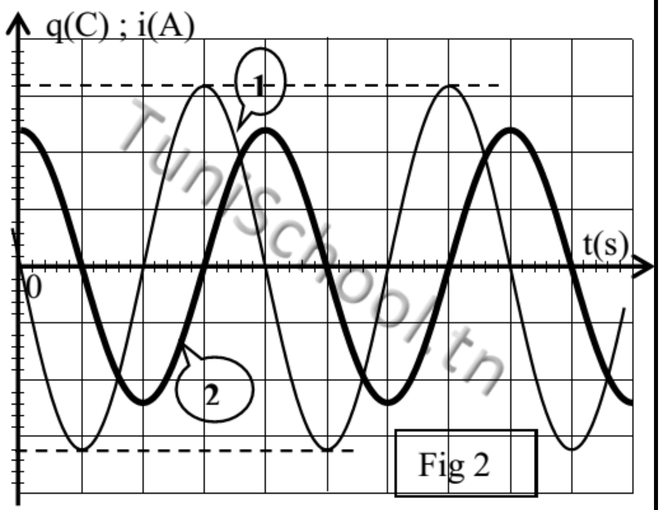


Fig 2

2) On donne dans la figure 2, les courbes de variation de la charge $q(t)$ du condensateur et de l'intensité de courant $i(t)$ qui traverse le circuit.

a- Identifier les courbes 1 et 2.

b- Déterminer l'expression de $q(t)$ et celle de $i(t)$.

On donne l'échelle :

* pour la charge $q(t)$: $2.10^{-5}C \longrightarrow$ 1 carreau.
* pour l'intensité de courant $i(t)$: $1{,}5\pi\ mA \longrightarrow$ 1 carreau.

3) a-Donner l'expression de l'énergie totale E_{tot} du circuit en fonction de q, i, L et C.

c- Montrer que $E_{Tot} = E_C(t) + E_L(t)$ est constante et qu'elle est égale à $\frac{1}{2}.L.I_m^2$.

c- Déterminer l'expression de E_C en fonction de i^2.

d-sur la figure 3 on donne la courbe représentant l'évolution de l'énergie électrique E_C en fonction de i^2. Déterminer graphiquement l'inductance L, déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

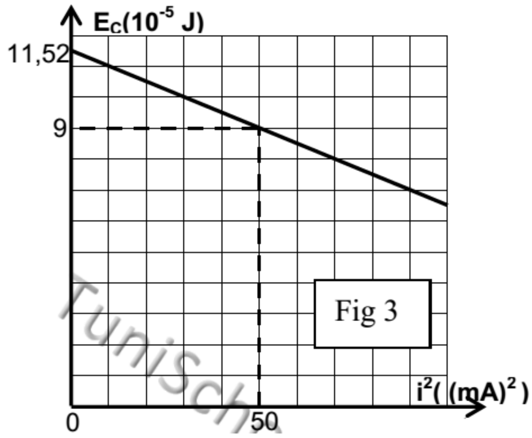


Fig 3

Exercice n° 3 :

Un condensateur de capacité C est préalablement chargé à l'aide d'un générateur de tension délivrant à ses bor nes une tension constante $U = 10V$.

A un instant pris comme origine de temps on relie le condensateur à une bobine purement inductive d'inductance L. A l'aide d'un dispositif approprié, on suit l'évolution de l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine en fonction du temps. Les résultats obtenus nous ont permis de tracer le graphe de la figure 2.

On donne l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en fonction du temps : $E_L(t) = \frac{E_{Lmax}}{2}(1 - cos(2000\pi t + \varphi))$

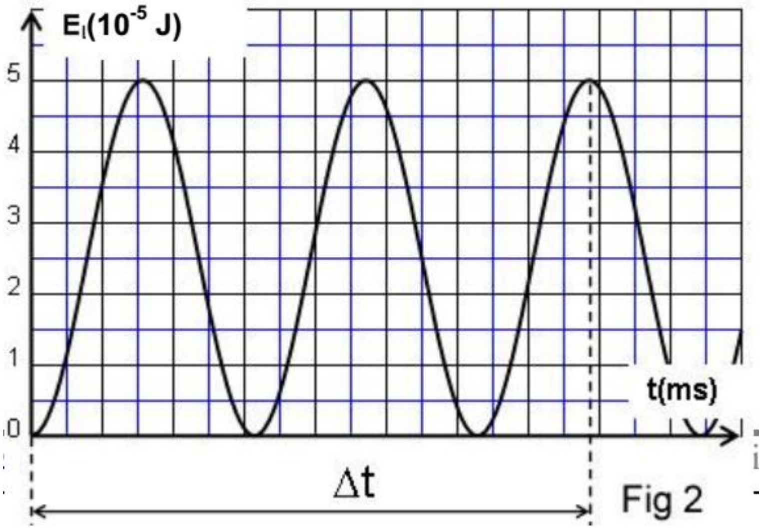


Fig 2

1) En utilisant le graphe, déterminer E_{Lmax} valeur maximale de E_L ainsi que la phase initiale $\boldsymbol{\varphi}$. Donner alors l'expression de E_L en fonction du temps.
2) En utilisant la relation $I_{max} = \omega_0 Q_{max}$, montrer que $E_{L,max} = E_{c,max}$ avec $E_{c,max}$ valeur maximale de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur.
3) a-Calculer la valeur de la capacité C du condensateur. Déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

   b-Calculer la durée Δt indiquée sur le graphe de la figure 2(ci-contre). Sous quelle forme apparait l'énergie totale du circuit à l'instant $t = \Delta t$?
4) Déterminer l'expression de l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit en fonction du temps. Déduire l'expression de la charge q du condensateur.
5) Représenter sur un papier millimétré le graphe d'évolution de l'intensité du courant et celui de l'évolution de la charge q du condensateur en fonction du temps.

   Echelle : Temps : $0{,}5\ ms \longrightarrow 1\ cm$ * Intensité : $10\ mA \longrightarrow 1\ cm$ * Charge : $2.10^{-6}C \longrightarrow 1\ cm$

Exercice n° 4 :

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_1et K_2

1) K_2 étant ouvert, on ferme K_1. Après une brève

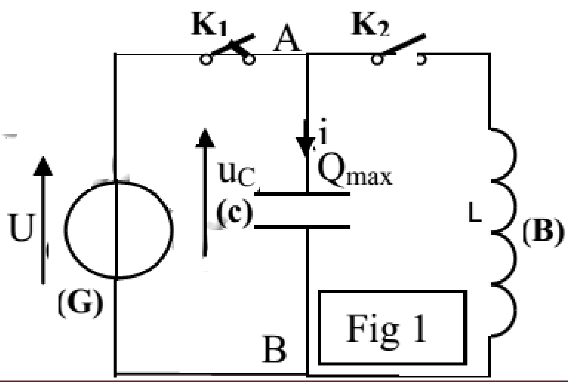


Fig 1

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.

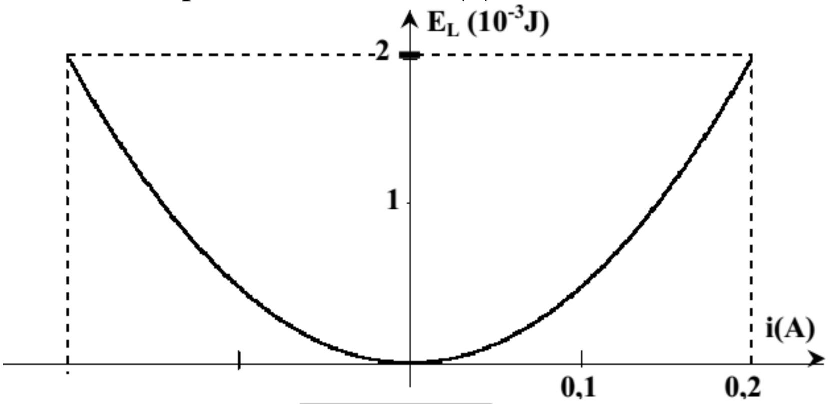
3) Montrer que l'expression de cette énergie E_L en fonction du temps s'écrit :

$$E_L = \frac{E_0}{2}\left[1 + \cos\left(\frac{4\pi}{T_0}t + \pi\right)\right]$$

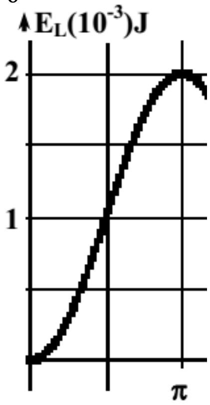
4) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) (ci-dessous) traduisant respectivement les variations de l'énergie magnétique E_L en fonction de i et en fonction du temps.

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

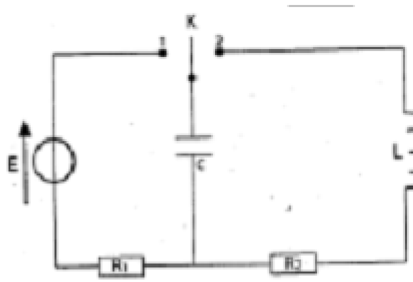
b- En exploitant la courbe (2), déduire la valeur de T_0. Déterminer alors C, Q_0 et U_0.



Courbe (1)



Exercice n° 5 :



On considère le circuit électrique constitue par un générateur de tension de f.e.m $E = 10\ V$, un condensateur de capacité $C = 10\mu C$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, deux résistors de résistance R_1 et R_2 et un commutateur K. L'ensemble est associé comme l'indique la figure ci-contre.

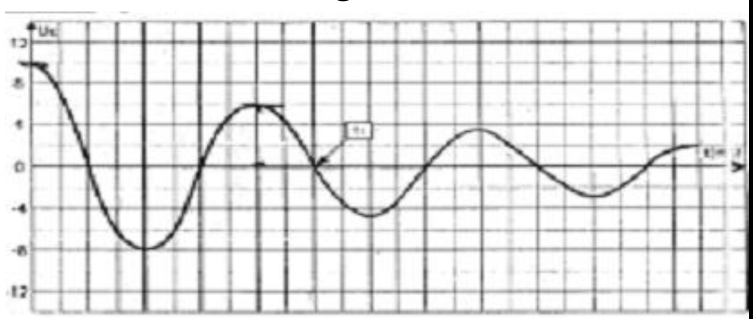
Les parties A , B et C. sont indépendantes.

A- On ferme le commutateur sur la position 1.

1) Quel phénomène physique se produit au niveau du condensateur ? Le décrire brièvement.

2) Calculer la charge du condensateur lorsque celui-ci est totalement chargé.

3) En déduire l'énergieemmagasinée par le condensateur.



B- Le condensateur étant chargé, on bascule, a' l'origine des dates t = 0, le commutateur sur la position 2. Un oscilloscope a' mémoire permet de visualiser la tension $u_C(t)$.

1) De quel régime d'oscillation s'agit-il?

2) Etablir l'équation différentielle relative a' la tension u_C .En déduire celle relative a q

3) a- Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit R_2LC diminue au cour du temps. A quoi est due cette diminution?

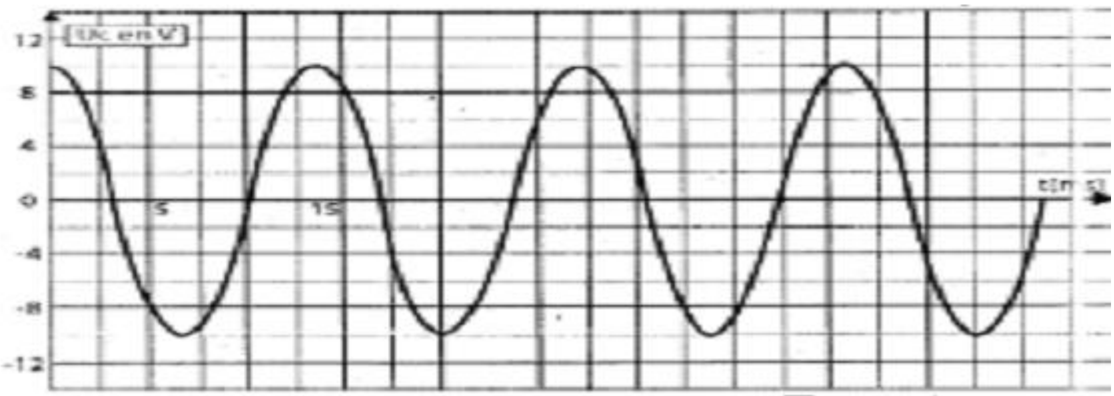
b-En déduire une justification de l'allure de la courbe obtenue.

c- Déterminer la variation de l'énergie au cour de la première pseudo période.

d- Quelle est la forme l'énergie emmagasinée dans le circuit a l'instant t_1 ? ? Indiquer comment calculer cette valeur.

4) Donner l'allure de $u_C(t)$ si on remplace R_2 par une résistance R'_2très grande. Nommer le régime obtenu.

C- On enlève le résistor R_2, On recharge le condensateur et on ferme le commutateur sur la position 2. La nouvelle courbe de la variation de u_C en fonction du temps est donné par le graphe ci-dessous.



1) a- Etablir l'équation différentielle relative a' Uc

b- Sachant que la solution d cette équation différentielle est une fonction de la forme : $u_C(t) = U_{max}\, sin(\omega_0 t + \varphi)$, déterminer la valeur maximale U_{max} , la pulsation propre ω_0 et la phase initiale φ ;

c- En déduire l'expression en fonction du temps de:

- La charge q du condensateur.
- L'intensité i du courant.
– Tracer sur la même graphe la courbe $i(t)$.

d- Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2) a- Etablir les expressions, en fonction du temps, des énergies E_C et E_m

b- Montrer que l'énergie électromagnétique totale E se conserve et calculer sa valeur.

3) Représenter sur le même graphe E_m, E_C et E.

- En fonction de q.
- En fonction de q_2