Taki Academy
www.takiacademy.com

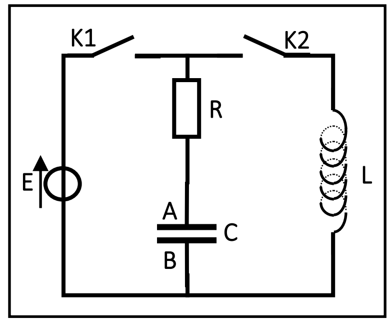
Physique

Classe : $4^{ème}$ Informatique

Chapitre : Les Oscillations Electriques libres

EXERCICE 1:

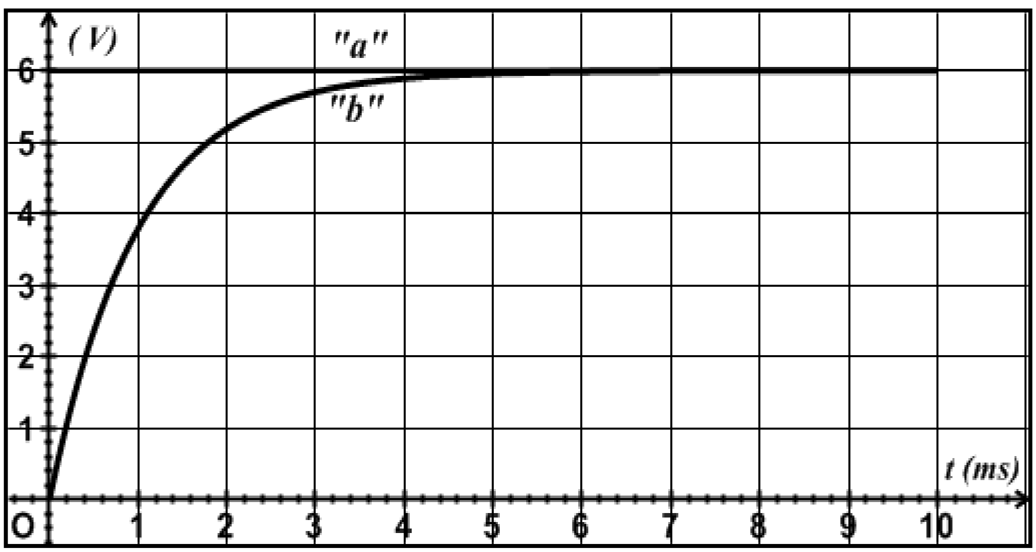
Les parties I, II et III sont indépendantes.



Pour étudier les oscillations électriques libres d'un circuit RLC série formé d'un condensateur de capacité C = 1μF, d'une bobine purement inductive d'inductance L et d'un résistor de résistance R variable, on réalise le montage de la figure ci-contre.

I. <u>Etude de la charge du condensateur :</u>

K2 étant ouvert, on ferme l'interrupteur K1.
Le condensateur est chargé par un générateur idéal de f.é.m E.
Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer les tensions $u_C\ (t)$ aux bornes du condensateur et $u\ (t)$ aux bornes du générateur respectivement sur les voies Y1 et Y2.
On obtient les deux courbes de la figure ci-dessous :



1- Reproduire le schéma du montage en faisant les connexions nécessaires avec l'oscilloscope.
2- Identifier les deux courbes « a » et « b ».
3- Monter que le condensateur est initialement déchargé.
4- Déterminer graphiquement la constante du temps τ. En déduire la valeur de la résistance R.

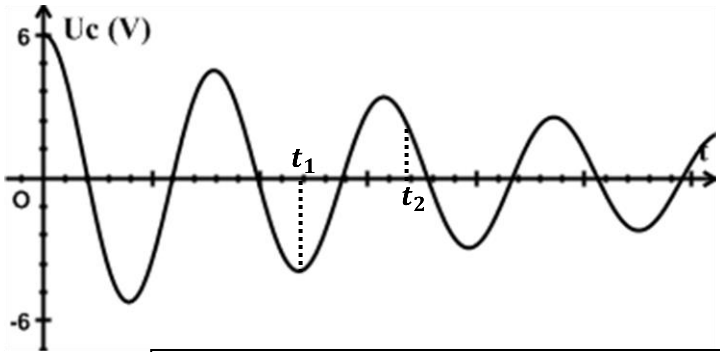
II. <u>Décharge du condensateur à travers le dipôle RL :</u>

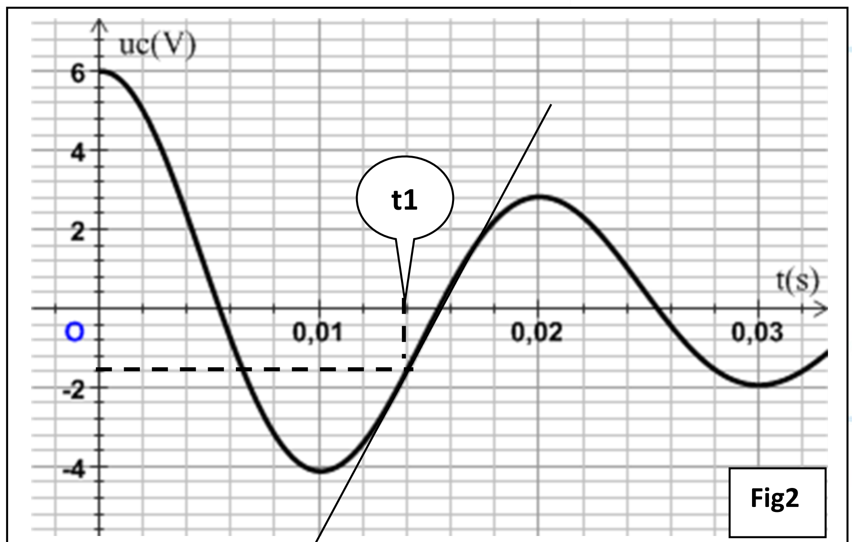
Le condensateur étant chargé, on ouvre K1 et on ferme K2 à t = 0.

1- Etablir l'équation différentielle relative à la tension u_C.

2- Montrer que l'énergie électromagnétique de l'oscillateur diminue au cours du temps.

3- Pour une résistance $R_1 = 100\Omega$, on obtient l'oscillogramme de la figure ci-dessous :





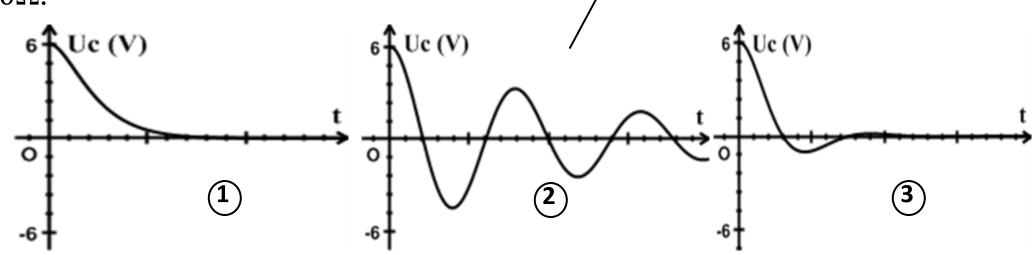
a- Nommer le régime d'oscillation obtenu.

b- Montrer qu'à la date t_1 l'énergie dans le circuit RLC est purement électrique.

c- Calculer la perte d'énergie entre les dates $t_0 = 0s$ et t_1. Quel est le dipôle responsable de cette perte ?

d- Indiquer sur un schéma les signes des charges des deux armatures A et B du condensateur ainsi que le sens réel du courant dans le circuit à la date t_2.

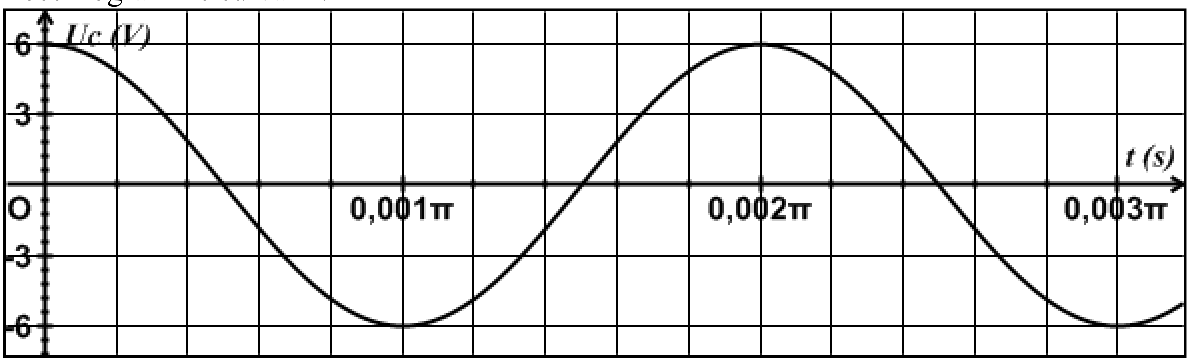
4- Sur la figure ci-dessous, on donne 3 oscillogrammes obtenus pour 3 valeurs de la résistance : $R_2 = 200\Omega$, $R_3 = 500\Omega$ et $R_4 = 2000\Omega$.



Affecter chaque oscillogramme à la résistance correspondante et nommer à chaque fois le régime.

III. <u>Décharge du condensateur à travers la bobine :</u>

On élimine le résistor, on charge le condensateur puis on le branche aux bornes de la bobine. On obtient l'oscillogramme suivant :



1- Etablir l'équation différentielle faisant intervenir la tension u_C.
2- Vérifier que $u_C = U_{C_m}\sin(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle.
3- Déterminer U_{C_m}, ω_0 et φ.
4- Ecrire l'expression en fonction du temps de l'intensité i du courant circulant dans le circuit.

EXERCICE 2 :

Partie I

On considère le circuit électrique de la **figure 1** comportant un condensateur de capacité **C**, une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable, un interrupteur K et un conducteur ohmique de résistance variable. On fixe R à la valeur R_0 **=100 Ω,** Le commutateur est sur la position **1**, le condensateur est chargé par le générateur de fem E**.** A **t = 0** on bascule l'interrupteur sur la position **2**. Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer la tension $u_C(t)$ = $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur on obtient la courbe de la **figure 2** ci-contre :

1-

a- De quel régime d'oscillations s'agit-il ?

b- Expliquer pourquoi ces oscillations sont dites libres amorties ?

c- Déterminer à partir du graphe la valeur de la f.é.m **E** du générateur.

2-

a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C**, montrer** qu'elle s'écrit sous la forme de

$U_c + A\frac{d\,u_c}{dt} + B\,\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$ **et** déterminer les expressions de **A** et de **B** en fonctions des caractéristiques du circuit.

b- Sachant **que** $A = 10^{-3}$ **et** $B = 10^{-5}$. Déterminer L **et C.**

3- Montrer que l'énergie de l'oscillateur n'est pas conservée.

4- En exploitant la courbe précédente, déterminer à l'instant de date t_1.

a- La valeur algébrique **i** de l'intensité du courant qui circule dans le circuit.

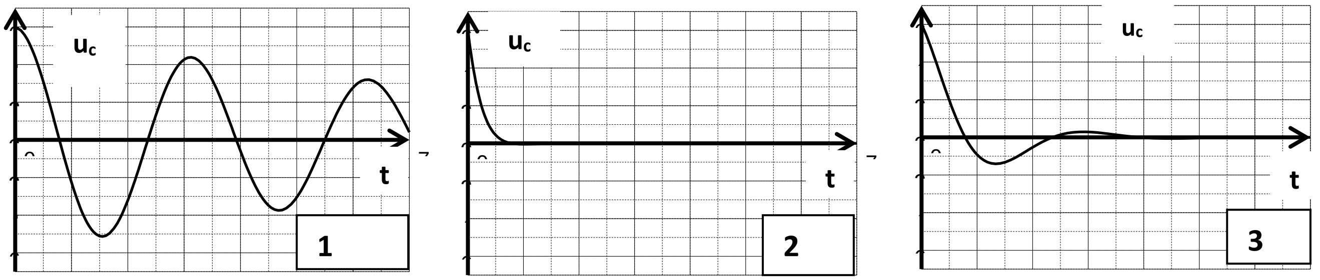
b- La charge de chaque armature. Indiquer, à la date t_1, sur un schéma le **sens réel** du courant dans le circuit, le sens positif choisi.

c- Déterminer la tension u_B , aux bornes de la bobine**.**

d- Calculer la valeur E_C de l'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur et La valeur de l'énergie magnétique **Em,** emmagasinée dans la bobine à la même date t_1.

e- Déduire la valeur de l'énergie **W** dissipée par effet joule dans le résistor **R** entre les instants $t_0=0s$ et t_1.

5- Les graphes **1, 2 et 3** correspondent à trois valeurs différentes de la résistance **R** notées respectivement **R_1, R_2 et R_3.**



a- Comparer ces résistances.

b- Nommer le régime dans chaque cas.

c- L'un des graphes correspond au passage le plus rapide de la tension u_C de sa valeur maximale à sa valeur nulle sans effectuer d'oscillations. Lequel? donner le nom du régime correspondant.

Partie II:

On supprime le résistor, on remplace le condensateur par un deuxième de capacité C'et on le charge avec un autre générateur de fem **E' p**uis on bascule le commutateur à la position **K_2** à l'origine des dates **t = 0.**

1- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la charge q du condensateur.

2-

a-Déterminer l'expression de ω_0 pour que **$q(t) = Qm.\sin(\omega_0 t + \varphi)$** soit une solution de l'équation différentielle.

b- Déterminer la valeur de la phase initiale φ.

3- Donner l'expression de la période propre **T_0** des oscillations en fonction de **L** et **C'.**

4- Montrer que l'énergie électromagnétique se conserve et qu'elle est proportionnelle au carrée de l'amplitude **Qm de q(t).**

5- La variation de l'énergie magnétique **Em,** emmagasinée dans la bobine est donnée par la courbe de la figure ci- contre.

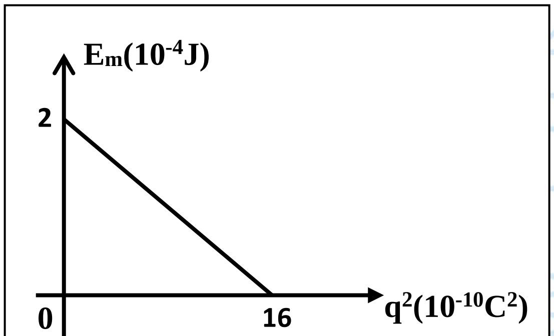


Fig3

a- Etablir l'expression de **Em** en fonction de **q^2**.

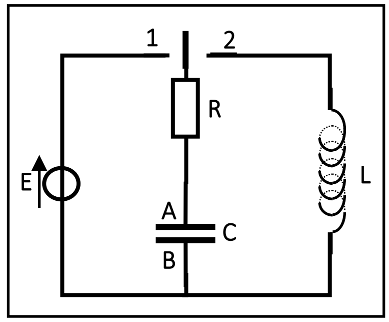
b- A partir de la **figure 3** déterminer :

b_1- La valeur de l'énergie totale. Justifier.

b_2- La valeur de la capacité **C'** du condensateur et celle de **la f.e.m E'.**

EXERCICE 3 :

On réalise le montage de la figure ci-contre formé par un générateur de f.é.m. **E= 6V**, un commutateur, un condensateur initialement déchargé de capacité $\boldsymbol{C}$; une bobine purement inductive d'inductance $\boldsymbol{L = 40mH}$ et un résistor de résistance $\boldsymbol{R = 20\Omega}$.
On réalise deux expériences avec ce montage :



Expérience A:
Le commutateur est sur la position **1**, le condensateur est chargé par le générateur. A t = 0 on bascule l'interrupteur sur la position **2**. Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer la tension $\boldsymbol{u_C}$ $(\boldsymbol{t})$ aux bornes du résistor on obtient la courbe de la **figure 3** ci-dessous :

1- De quel régime d'oscillations s'agit-il ?

2- Expliquer pourquoi ces oscillations sont dites libres amorties ?

3- Déterminer à partir du graphe la valeur de la pseudopériode T.

4- En admettant que la pseudopériode T est égale à la période propre de l'oscillateur, montrer que $\boldsymbol{C = 1\mu F}$.

5- Etablir l'équation différentielle relative à $\boldsymbol{u_C}$.

6- Montrer que l'énergie de l'oscillateur diminue au cours du temps.

7- Calculer la diminution de l'énergie après $\boldsymbol{5.10^{-3}}$**s** de la fermeture de l'interrupteur sur la position **2**.

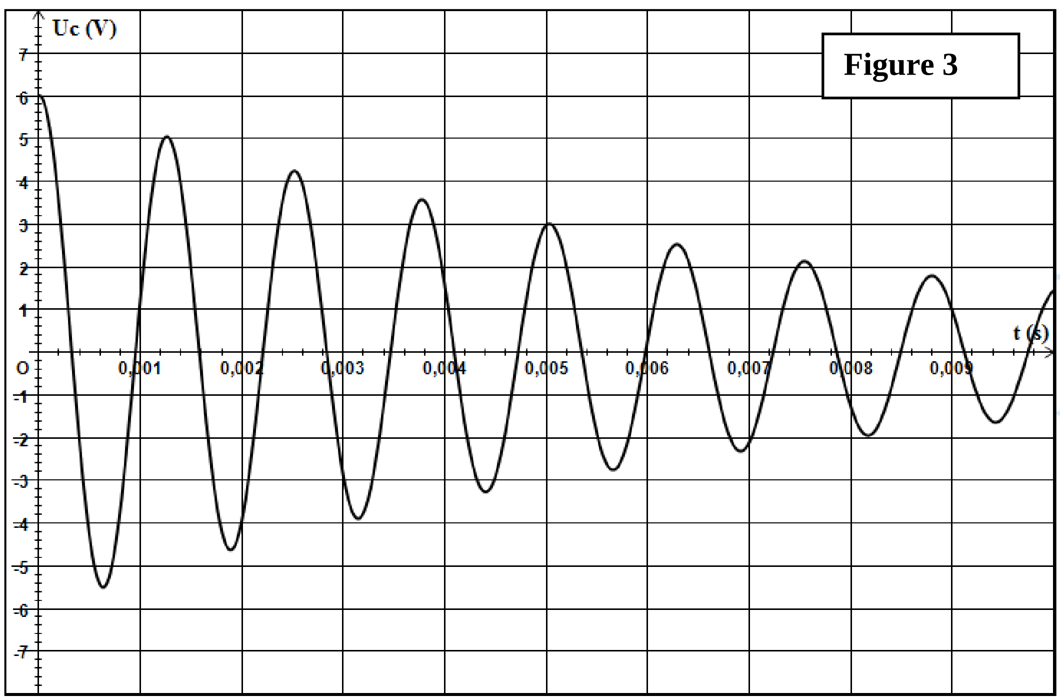


Figure 3

Expérience B :

On élimine le résistor, on charge le condensateur puis on place le commutateur sur la position **2.** Un dispositif approprié permet de tracer les courbes donnant $u_C = f(t)$ **(voir figure 4).**

1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par **u_c(t)**.

2- La solution de l'équation différentielle est de la forme **$u_c(t)=U_{Cm}\sin(\omega_0 t+\varphi_{uc})$**.

a- Déterminer l'expression de **u_c(t)** en précisant les valeurs de **U_{Cm}, ω_0** et **φ_{uc}**.

b- Déduire les expressions de **q (t)** et de **i (t)**.

3-

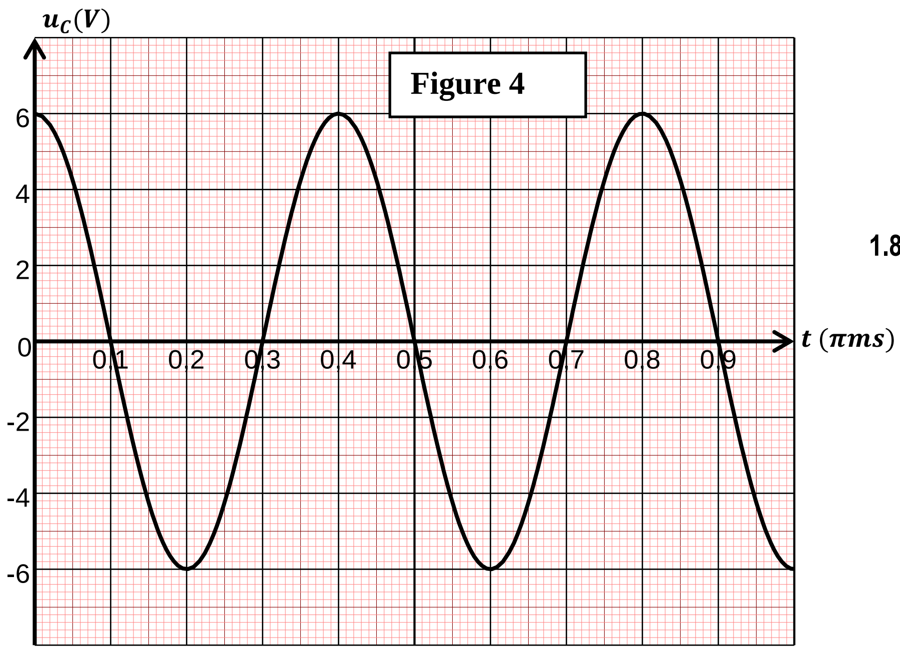
a- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique **$E_{e,m}$** dans le circuit à un instant t en fonction de **L,i, q** et **C**.

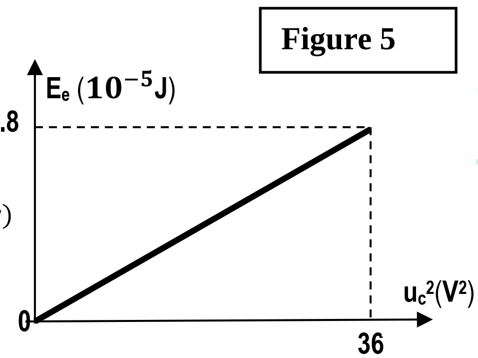
b- Montrer que cette énergie est constante.

4- La courbe de la **figure 5** donne les variations de l'énergie Électrostatique **E_e** en fonction de **u_c^2.**

a- Justifier théoriquement l'allure de cette courbe.

b- En exploitant la courbe **$E_e=f(u_c^2)$** retrouver les valeurs de **C,L** et **E .**





Taki Academy
www.takiacademy.com

Magazines