Exercice N° 1

1- Expliquer les termes suivants:

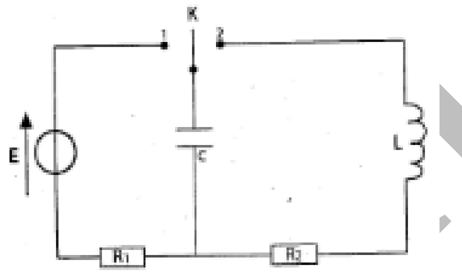
- Oscillations libres.
- Oscillation amorties.

2- Répondre par vrais ou faux et corriger les propositions fausses.

- L'énergie emmagasinée dans un dipôle **RLC** en régime d'auto- oscillation reste constante.
- La période propre des Oscillation d'un circuit **LC** est $T0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$.
- Dans un dipôle **RLC** en régime d'oscillations libres, lorsque la tension aux bornes du condensateur est extrémal, l'énergie emmagasinée dans la bobine est croissante.
- L'énergie d'un dipôle **LC** est nulle aux instants ou la charge du condensateur est nulle.

Exercice N° 2

On considère le circuit électrique constitue par un générateur de tension de **f.e.m E = 10 V**, un condensateur de capacité **C = 10 µc**, une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable, deux résistors de résistance **R1** et **R2** et un commutateur **k**. L'ensemble et associé comme l'indique la figure ci-contre.

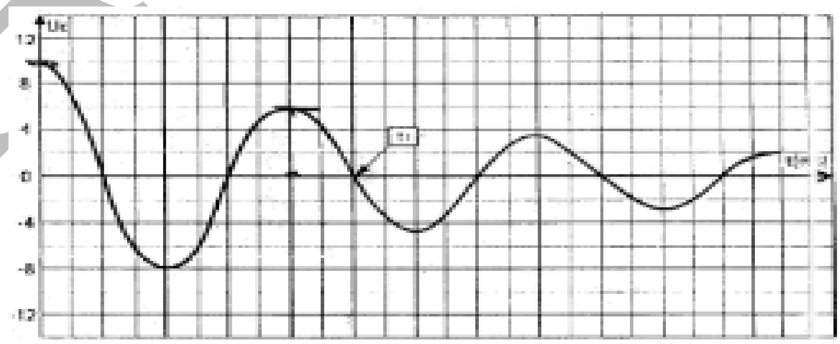


Les parties **A , B et C**. sont indépendantes.

A- On ferme le commutateur sur la position 1.

1- Quel phénomène physique se produit au niveau du condensateur ? Le d'écrire brièvement.
2- Calculer la charge du condensateur lorsque celui-ci est totalement chargé.
3- En déduire l'énergie emmagasinée 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 ?

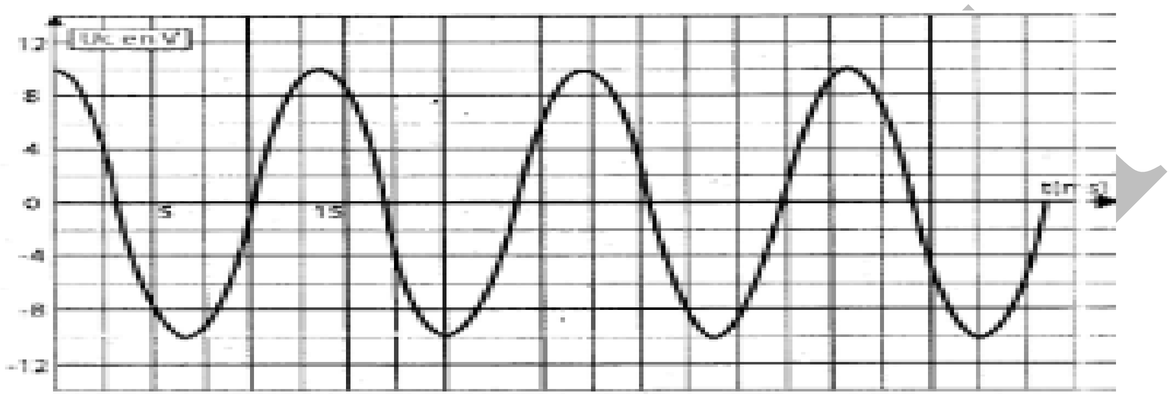
b- En déduire une justification de l'allure de la courbe obtenue.

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'_2 *très 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' U_c*.*

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

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

- *C_1- La charge **q** du condensateur.*
- *C_2- L'intensité **i** du courant.*
- *C_3 – 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**.*

*b- En fonction de **q**.*

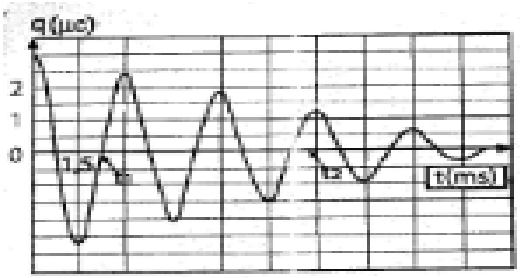
c- En fonction de q_2*.*

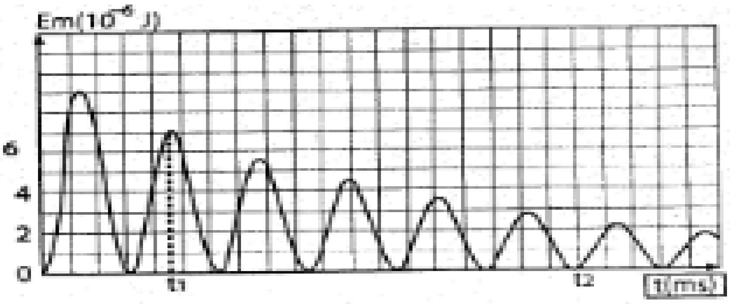
Exercice N° 3

A- *On réalise l'étude expérimentale d'un circuit constitué par :*

- *Un condensateur de capacité* $C = 0{,}5\ \mu f$ *charger par un générateur **de f.e.m E** et de résistance négligeable.*
- *Une bobine d'inductance* $L = 0{,}5H$ *et de résistance interne **r.***
- *Un conducteur ohmique de Resistance* $R_o = 100\ \Omega$*. Al 'aide d'un système d'acquisition, on réalise les enregistrements représentés sur les figure **2 et 3** qui correspondent respectivement aux variations de la charge* $q(t)$ *et de l'énergie* $E_m(t)$*.*

Figure 1





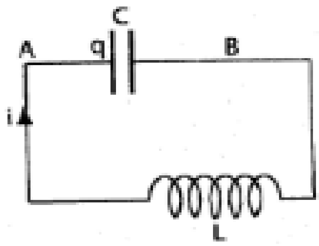
1- *Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo période **T** des oscillations et la valeur de la **f.e.m E** du générateur.*
2- *Montrer que les oscillations sont libres et amorties.*
3- *En utilisant les courbes **q(t) et E_m(t),** compléter le tableau suivant tout en expliquant et en calculant les énergies électrique **E_c**, magnétique **E_m** et total **E**.*

temps / Energie	t_1 = 2,25ms	t_2 = 9 ms
E_c	E_{1c} =	E_{2c} =
E_m	E_{1m} =	E_{2m} =
E_{cm}	E_1 =	E_2 =

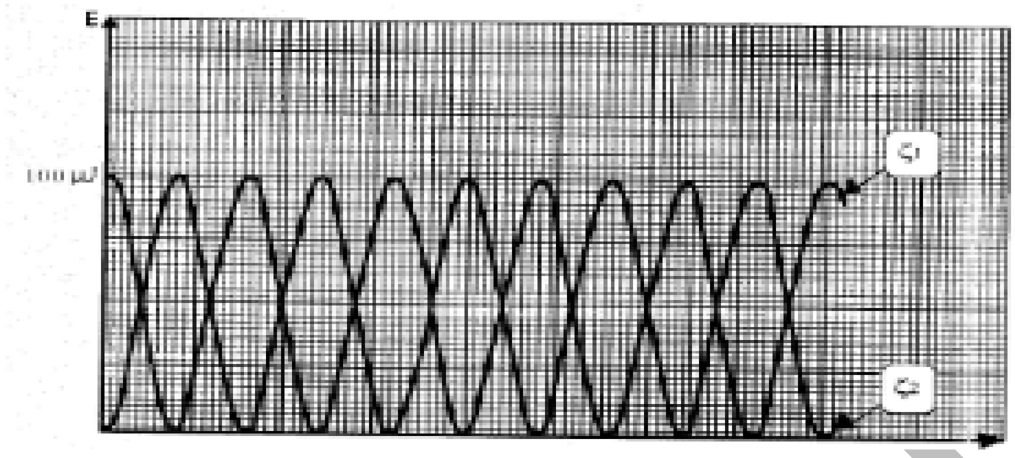
4- *A partir du tableau précédent, justifier la conservation ou la non conservation de l'énergie électromagnétique du circuit. Quel phénomène physique explique ces résultats ?*
5- *On admettra la relation : $\frac{E2}{E1}$ = exp [- $\frac{Ro+r}{L}$ (t_2 + t_1)]. Déterminer la valeur de **r**.*

B- *On élimine le conducteur ohmique de résistance **R_o** et on remplace la bobine par une autre purement inductive.*

1- *Soit **q** la charge de l'armature **A** du condensateur a' un instant **t**.*
*Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la charge **q** au cours du temps.*



2- **a-** *Vérifier que **q(t) = q_m sin (w_o t + ⍰)** est une solution de l'équation différentielle .*
b- *Déterminer la valeur qu'il faut donner a' l'inductance **L** de la bobine pour que la période propre de l'oscillateur soit **T_0 = 4 10^{-3} s***
c- *Que représente **q_m et ⍰**.*
3- *Etablir l'expression de **I_m** en fonction de **w_o et q_m**.*
4- **a-** *Etablir en fonction du temps les expressions des énergies **E_c et E_m**.*
b- *A l'aide du système d'acquisition on enregistre les énergies **E_c et E_m** on obtient les courbes suivantes :*



b1- *Attribuer chacune des deux courbes a' l'énergie correspondante.*

b2- *Exprimer la période des oscillation des énergies en fonction de la période propre de l'oscillation. Calculer sa valeur.*

b3- *Déterminer la valeur de la **f .e.m E'** du générateur, de la charge q_m et de l'intensité I_m.*

b4- *Ecrire les expressions de **q(t)** et de **i(t).***

b5- *Montrer que :* $q2 + \frac{i2}{Wo2} = q_m{}^2$. *Donner l'allure de la courbe :* $q^2 = f(i^2)$ *;*

Exercice 4

*On réalise le circuit électrique de la figure **1**. Ce circuit comprend un générateur idéal de tension de fem **E = 6V**, un condensateur de capacité **C** initialement déchargé, une bobine d'inductance **L** réglable et de résistance **r = 10 Ω,** un condensateur ohmique de résistance **R** réglable et un commutateur **K.** On charge le condensateur en plaçant le commutateur K en position **(1).***

Une fois le condensateur est complètement chargé, on fait basculer, à **t = Os**, le commutateur **K** en position (**2**), le condensateur se décharge alors dans le dipôle **(R ; r ; L).** On réalise trois expériences ou on modifie soit la valeur de la résistance **R** ou la valeur de l'inductance **L.**

Les valeurs correspondantes sont regroupées dans le tableau suivant :

Expérience	*(R + r) (Ω)*	*L (H)*	*C (10^{-6} F)*
1	*50*	L_1	*C*
2	*100*	L_1	*C*
3	*50*	$4\,L_1$	*C*

*Un système d'acquisition adéquat a permis de représenter, pour chaque expérience, la courbe **u_c (t).** On obtient les graphes **(A)** ; **(B)** et **(c)** représentées ci-dessous.*

1. *a - Préciser, en le justifiant, **la nature des oscillations**. De quel **régime d'oscillations** s'agit-il ?*
   *b- Déterminer, pour chaque graphe, la valeur de la **pseudopériode T** des oscillations.*
   ***c-** En admettant que la pseudopériode a pour expression **$T = 2\pi\sqrt{LC}$** pour les valeurs des résistances considérées, attribuer chaque graphe à une expérience en justifiant votre choix.*
   d-** On augmente progressivement, dans l'une des expériences, la valeur de la résistance **R.
   *Quel nouveau régime s'installe lorsque **R devient suffisamment grand** ? Représenter alors l'allure d la tension **U_c (t)** correspondante.*
2. *Le document de la figure **2,** qui est associé à l'expérience **3**, donne l'évolution des énergies électriques **E_c** emmagasinée dans le condensateur et le magnétique **E_L** emmagasinée dans la bobine au cours du temps. On obtient les courbes **(a)** et (**b**).*
   a- Identifier, en le justifiant, chaque courbe.
   *b- Interpréter l'évolution mutuelle des énergies pour **t $\in$[0 ; 1 ms].***
   *c- Compléter sur la figure **2**, l'allure de la courbe de l'énergie totale **E** en fonction du temps.*
   *d- En appliquant la loi des mailles au circuit, établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension **U_c (t)** aux bornes du condensateur au cours du temps.*
   *e- Exprimer l'énergie totale **E** du circuit à une date **t** quelconque en fonction de **C ; U_c ; L et i.***
   f- Montrer que l'énergie totale E diminue au cours du temps. Sous quelle forme cette énergie est-elle dissipée ?
   *g- En exploitant le document de la figure **2,** déterminer la valeur de la capacité **C** du condensateur puis déduire la valeur de l'inductance **L_1** de la bobine. (**Prendre π^2 = 10).***
   *h- En utilisant le graphe **(A),** calculer l'énergie dissipée **E_d** par effet Joule dans les résistances entre les instants **t_0 =O s et t_1 = 5 ms.***

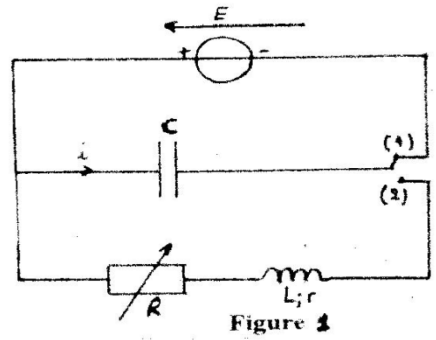
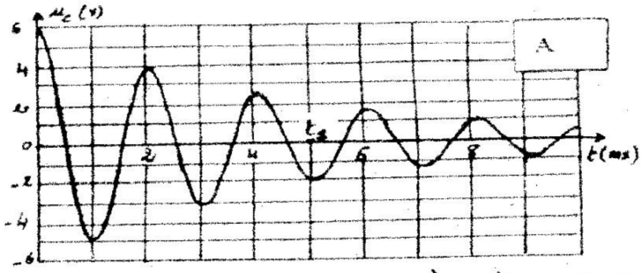
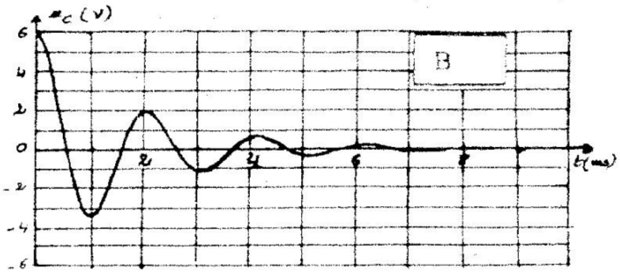
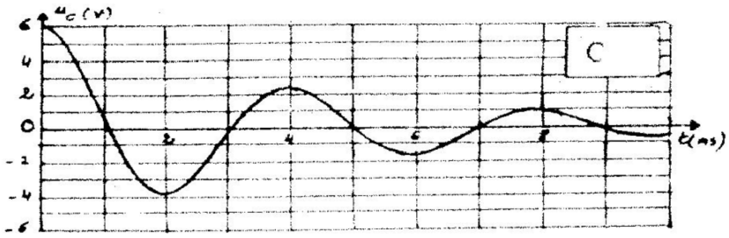


Figure 1







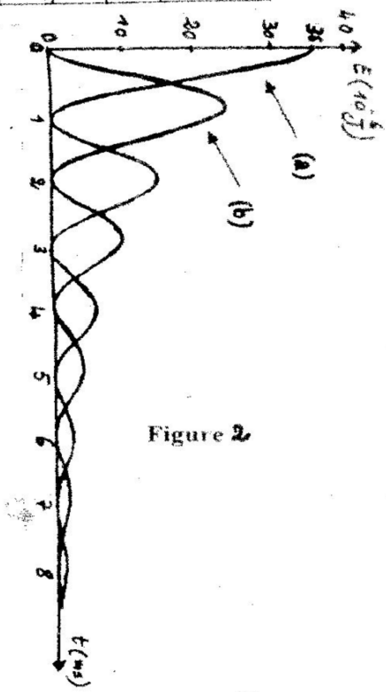
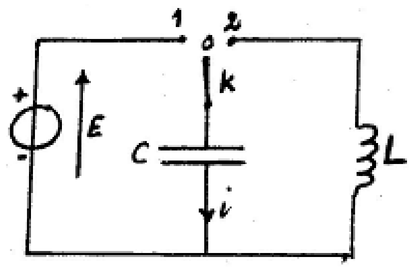


Figure 2

Exercice N° 5

On réalise le circuit électrique de la figure ci-contre.
*On place le commutateur **K** en position (**1**),*
Une fois le condensateur est complètement chargé,
*On le bascule en position **(2).***



1- *a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q(t) au cours de la décharge du condensateur dans la bobine.*

   *b- Pourquoi appelle-t-on le circuit obtenu « **oscillateur libre non amorti** » ?*

2- *La solution de l'équation différentielle est de forme*

   $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$

   *On choisit **t = Os** date ou la charge du condensateur est maximale (**voir figure 1).***

*a- Déterminer, à partir de la figure **1**, les valeurs numériques de Q_m, de la période propre T_o de l'oscillateur de la phase initiale φ_q de la charge **q** du condensateur.*

b- Déduire la pulsation propre ω_o de l'oscillateur.

*c- Ecrire alors l'expression de **q(t).***

*d- Déduire l'expression de l'intensité du **courant i(t).***

*3- a- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique **E** de l'oscillateur en fonction de q et de **i**.*

*b- Montrer qu'elle restera constante au cours du temps et donner son expression en fonction de **C** et de Q_m.*

*c- Sachant que $E = 50.10^{-6}$ J, calculer la valeur numérique de **C** et déduire celle de l'inductance **L** de la bobine.*

4- Sur la figure 2 ci-dessous, on a représenté les variations au cours du temps de l'énergie emmagasinée dans l'un des dipôles (le condensateur ou la bobine).

a- Préciser le nom de cette énergie.

*b- Ajouter sur la figure 2 l'énergie électromagnétique **E** de l'oscillateur et l'énergie emmagasinée dans l'autre dipôle.*

c- Que représente la date t_1 indiquée sur la figure 2 ? Donner sa valeur numérique.

d- Quelles sont les transformations d'énergie qui ont lieu dans l'intervalle $[0\,;\frac{t1}{2}]$ Puis l'intervalle $[\frac{t1}{2}\,;t_1]$?

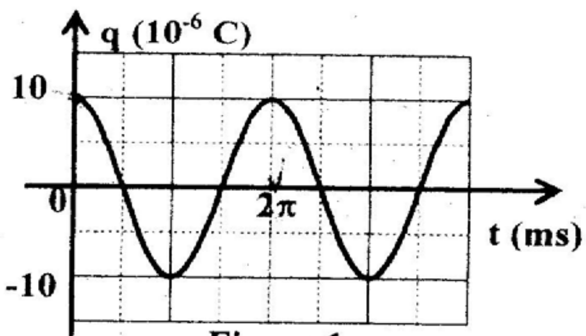
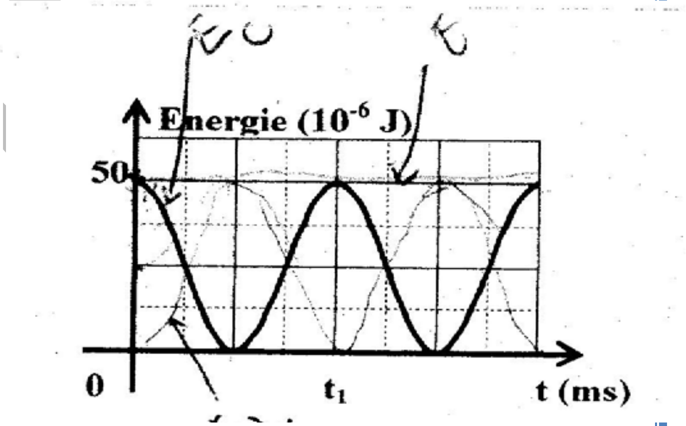


Figure 1



Exercice N°6

*Un condensateur de capacité **C**, chargé sous la tension U_0, est lié à l'instant $t = 0$ à une bobine d'inductance $L = 0,5$ H et de résistance r négligeable.*

*1- Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la charge q de l'armateur **A** du condensateur au cours du temps.*

*2- a- Donner l'expression de l'énergie totale **E** de l'oscillateur en fonction de la charge **q** et de l'intensité **i** du courant qui traverse le circuit. Montrer qu'il ya conservation de l'énergie.*

*b- Exprimer **E** en fonction de la capacité **C** et de la charge initiale Q_0 du condensateur.*

3- a- Montrer que l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine s'écrit sous la forme $E_L = a\,q^2 + b$.

*b- On donne la courbe $f(q^2)$ de la **figure 4**. Déterminer Q_0 ; E ; C et U_0.*

c- Calculer la valeur de la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur. En déduire la valeur de sa période propre T_0.

4- a- Donner l'expression de **q(t)** en fonction du temps, en précisant les valeurs de Q_m **et** φ_q.

b- En déduire les expressions de U_c **(t) de i (t).**

c- Tracer sur le même système d'axes les courbes représentent U_c (t) et i(t) pour t ∈[0 ; 2T_0].

5- a- Montrer que $q^2 + \frac{i^2}{\omega_0^2} = Q_0^2$.

b- Pour quelles valeurs de q a-t-on $E_L = E_C$? (E_C étant l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur). En déduire les valeurs de i correspondantes.

c- Tracer sur la figure 4 la courbe $E_c = f(q^2)$.

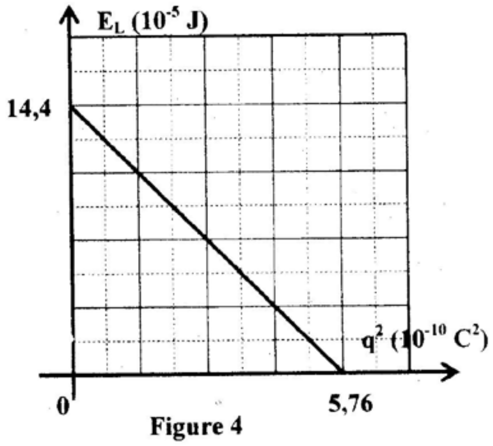
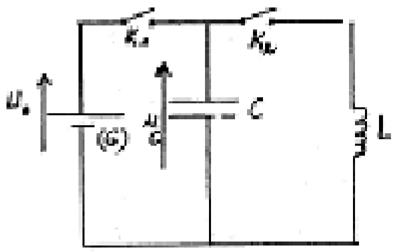


Figure 4

Exercice N°7

On considère le circuit électrique schématisé dans La figure ci-contre, comportant :



- Un générateur de tension continue (G), de **f.e.m** $E = U_0$ et de résistance interne négligeable.
- Un condensateur de capacité **C** et d'armatures **A et B.**
- Une bobine d'inductance L et de résistance **r** 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 ferme K_2. A un instant de date t quelconque, l'armateur A du condensateur porte une charge **q.**

Montrer que l'énergie magnétique E_L emmagasinée par la bobine a pour expression au cours du temps :

$E_L = \frac{E_0}{2}[1 + \sin(\frac{4\pi}{T_0}t - \frac{\pi}{2})]$

3- Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) traduisant respectivement les variations de l'énergie magnétique E_L en fonction de **i** et en fonction du temps **t.**

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

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

c- Déterminer alors les valeurs de **C ;** Q_0 **et** U_0.

d- *Déterminer les instants **t** pour lesquels $E_L = \frac{E_0}{2}$. Retrouver ses instants graphiquement*