

Exercice N° 1

1- Expliquer les termes suivants:

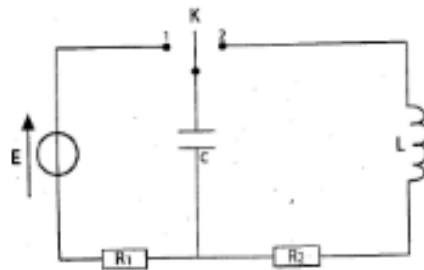
- Oscillations libres.
- Oscillation amorties.

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 $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{C}}$.
- 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 où la charge du condensateur est nulle.

Exercice N° 2

On considère le circuit électrique constitué par un générateur de tension de f.e.m $E = 10 \text{ V}$, un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{C}$, 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.

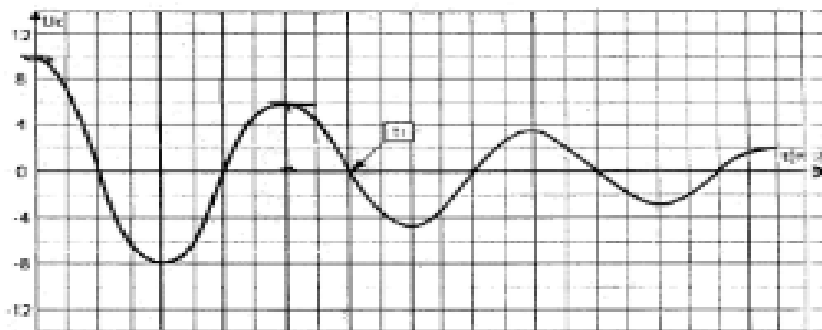


Les parties **A**, **B** et **C**. sont indépendantes.

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'énergie emmagasinée par le condensateur.

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



- 1- De quel régime d'oscillation s'agit-il ?
- 2- Etablir l'équation différentielle relative à la tension U_c . En déduire celle relative à q .
- 3- a- Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit R_2LC diminue au cours du temps. A quoi est due cette diminution ?



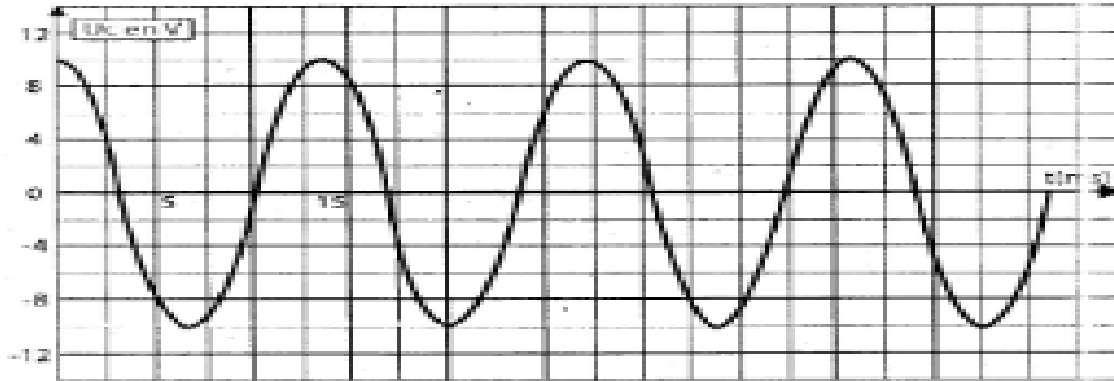
b- En déduire une justification de l'allure de la courbe obtenue.

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

d- Quelle est la forme l'énergie emmagasinée dans le circuit à 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 donnée par le graphe ci-dessous.



1- a- Etablir l'équation différentielle relative à U_c .

b- Sachant que la solution d cette équation différentielle est une fonction de la forme :

$U_c(t) = U_{\max} \sin(\omega_0 t + \varnothing)$, déterminer la valeur maximale U_{\max} , la pulsation propre ω_0 et la phase initiale \varnothing ;

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

C₁- La charge q du condensateur.

C₂- L'intensité i du courant.

C₃ – 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

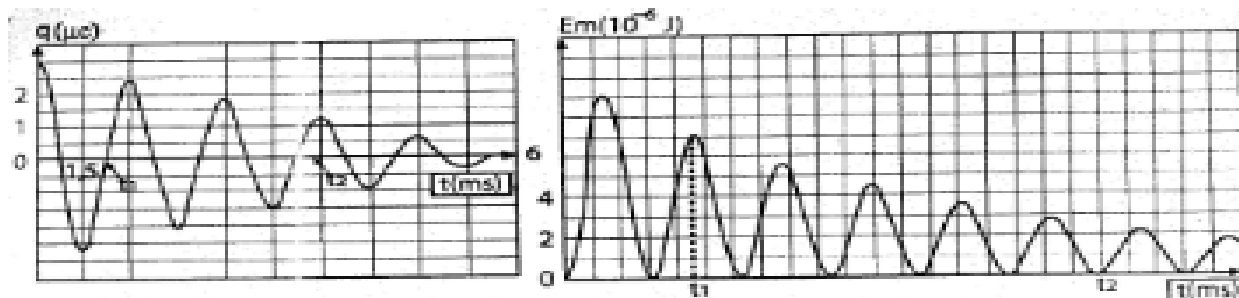
A- On réalise l'étude expérimentale d'un circuit constitué par :

- Un condensateur de capacité $C = 0,5 \mu\text{f}$ chargé par un générateur de f.e.m E et de résistance négligeable.
- Une bobine d'inductance $L = 0,5\text{H}$ et de résistance interne r .
- Un conducteur ohmique de Résistance $R_0 = 100 \Omega$. A l'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 .

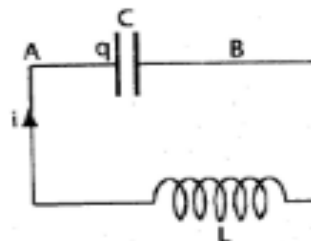
temps	$t_1 = 2,25\text{ms}$	$t_2 = 9\text{ms}$
Energie		
E_c	$E_{1c} =$	$E_{2c} =$
E_m	$E_{1m} =$	$E_{2m} =$
E_{cm}	$E_1 =$	$E_2 =$

- 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 : $\frac{E_2}{E_1} = \exp \left[-\frac{R_0 + r}{L} (t_2 + t_1) \right]$. Déterminer la valeur de r .

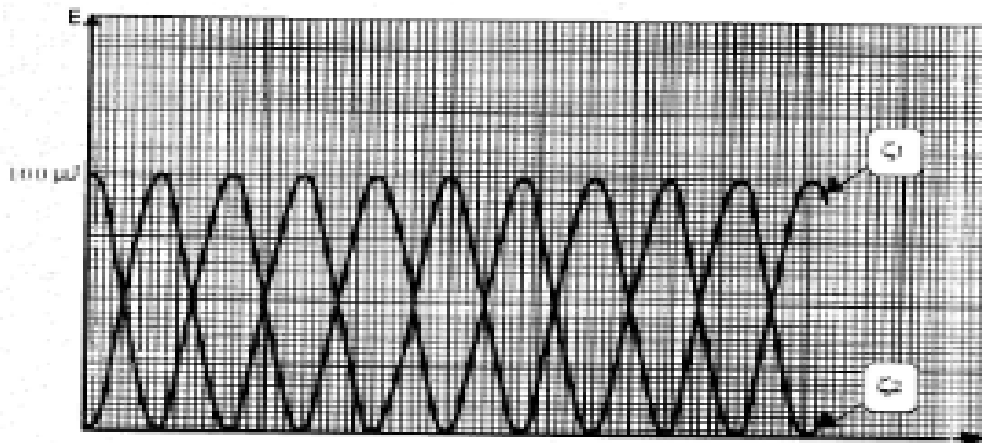
B- On élimine le conducteur ohmique de résistance R_0 et on remplace la bobine par une autre purement inductive.

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



- 2-
 - a- Vérifier que $q(t) = q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle.
 - b- Déterminer la valeur qu'il faut donner à l'inductance L de la bobine pour que la période propre de l'oscillateur soit $T_0 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
 - c- Que représente q_m et φ
- 3- Etablir l'expression de I_m en fonction de ω_0 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 à l'énergie correspondante.

b2- Exprimer la période des oscillations 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 : $q^2 + \frac{i^2}{\omega_0^2} = q_m^2$. Donner l'allure de la courbe : $q^2 = f(t^2)$;



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 $r = 10\ \Omega$, 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 $t = 0s$, 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	$(R + r) (\Omega)$	$L (H)$	$C (10^{-6} F)$
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.

- Préciser, en le justifiant, la nature des oscillations. De quel régime d'oscillations s'agit-il ?
 - Déterminer, pour chaque graphe, la valeur de la pseudopériode T des oscillations.
 - 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.
 - 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 de la tension $U_c(t)$ correspondante.
- 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).

 - Identifier, en le justifiant, chaque courbe.
 - Interpréter l'évolution mutuelle des énergies pour $t \in [0 ; 1\ ms]$.
 - Compléter sur la figure 2, l'allure de la courbe de l'énergie totale E en fonction du temps.
 - 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.
 - Exprimer l'énergie totale E du circuit à une date t quelconque en fonction de $C ; U_c ; L$ et i .
 - Montrer que l'énergie totale E diminue au cours du temps. Sous quelle forme cette énergie est-elle dissipée ?
 - 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 $\pi^2 = 10$).
 - En utilisant le graphe (A), calculer l'énergie dissipée E_d par effet Joule dans les résistances entre les instants $t_0 = 0\ s$ et $t_1 = 5\ ms$.

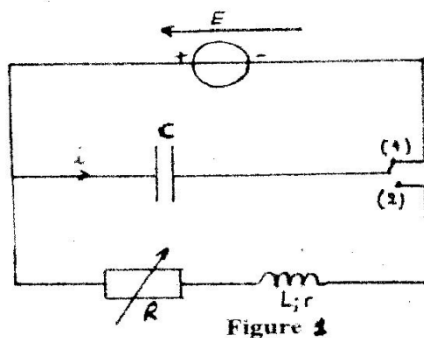


Figure 1

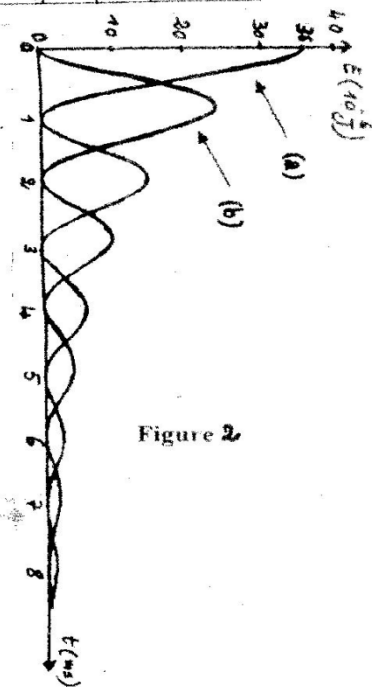
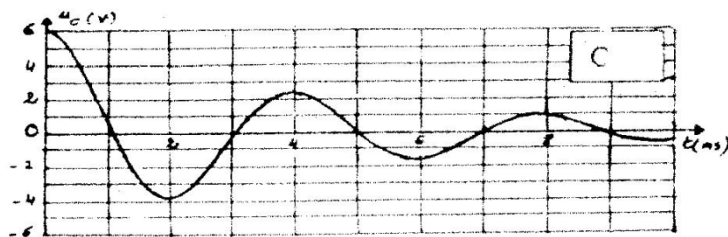
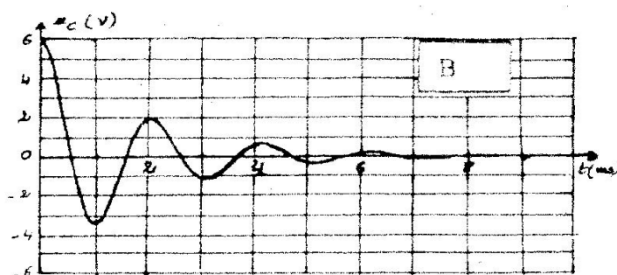
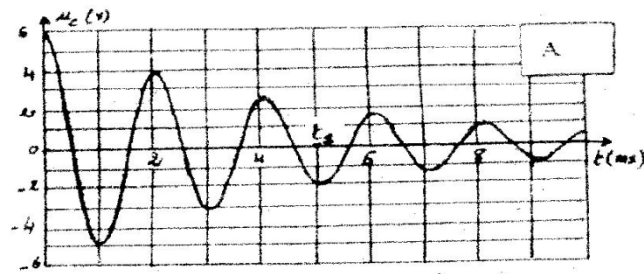


Figure 2

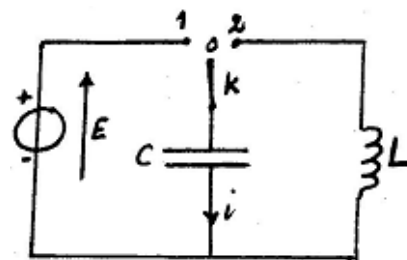
Exercice N° 5

On réalise le circuit électrique de la figure ci-contre.

On place le commutateur **K** en position (1),

Une fois le condensateur complètement chargé,

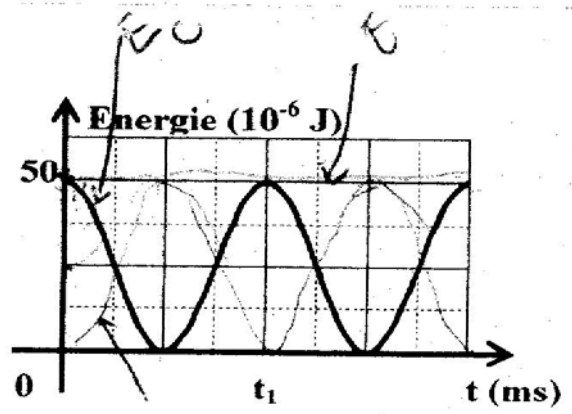
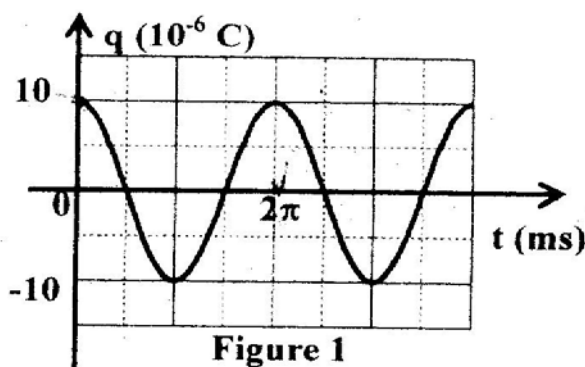
On le bascule en position (2).



- 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 $t = 0$ s date où 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_0 de l'oscillateur de la phase initiale φ_q de la charge q du condensateur.
 - b- Déduire la pulsation propre ω_0 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 $E = 50.10^{-6} \text{ J}$, 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 $[0; \frac{t_1}{2}]$ Puis l'intervalle $[\frac{t_1}{2}; t_1]$?



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 $L = 0,5 \text{ H}$ 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 y a 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 $U_c(t)$ et $i(t)$.
 c- Tracer sur le même système d'axes les courbes représentant $U_c(t)$ et $i(t)$ pour $t \in [0 ; 2T_0]$.
- 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 $E_C = f(q^2)$.

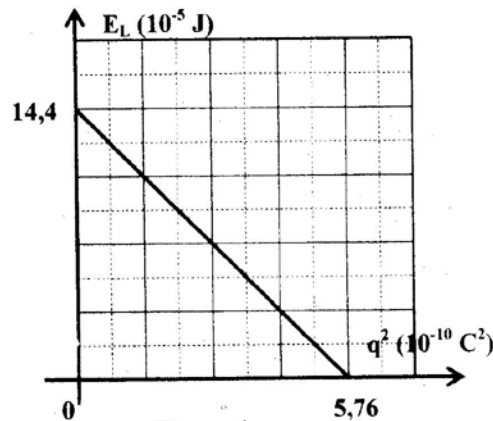
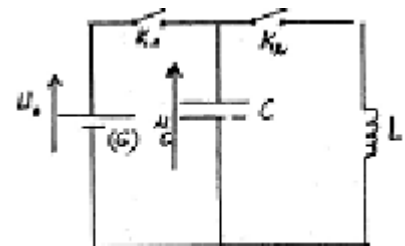


Figure 4

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'armature 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 :
- $$E_L = \frac{E_0}{2} \left[1 + \sin \left(\frac{4\pi}{T_0} t - \frac{\pi}{2} \right) \right]$$
- 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

