## Physique : Thème : Oscillations électriques Libres

### Exercice n°1 : (Bac 97)

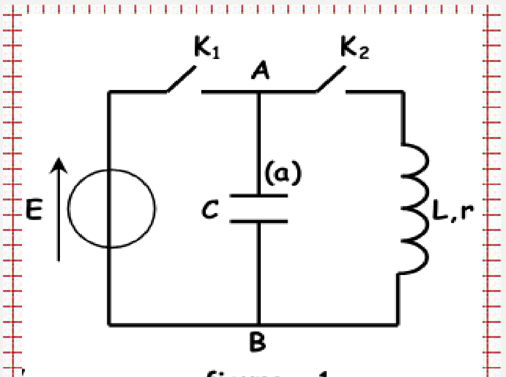


figure -1

On réalise le montage expérimental schématisé sur la **figure 1** .

Données : **C=1μF** ,( G) est un générateur idéal de **f.é.m. E = 10 V** et de **résistance interne négligeable.**

**1°)** ($K_2$) est ouvert et ($K_1$) est fermé :Après une brève durée , la plaque (a) porte la charge maximale $Q_0$ et l'énergie emmagasinée par le condensateur est $W_0$.

Calculer $Q_0$ **et** $W_0$.

**2°)** On ouvre ($K_1$) et on ferme ($K_2$) à une date t=0.

A l' aide d'un système d'acquisition adéquat , nous obtenons la courbe représentant les variations de la tension **$u_{AB}$(t)** entre les bornes du condensateur en fonction du temps **voir figure 2.**

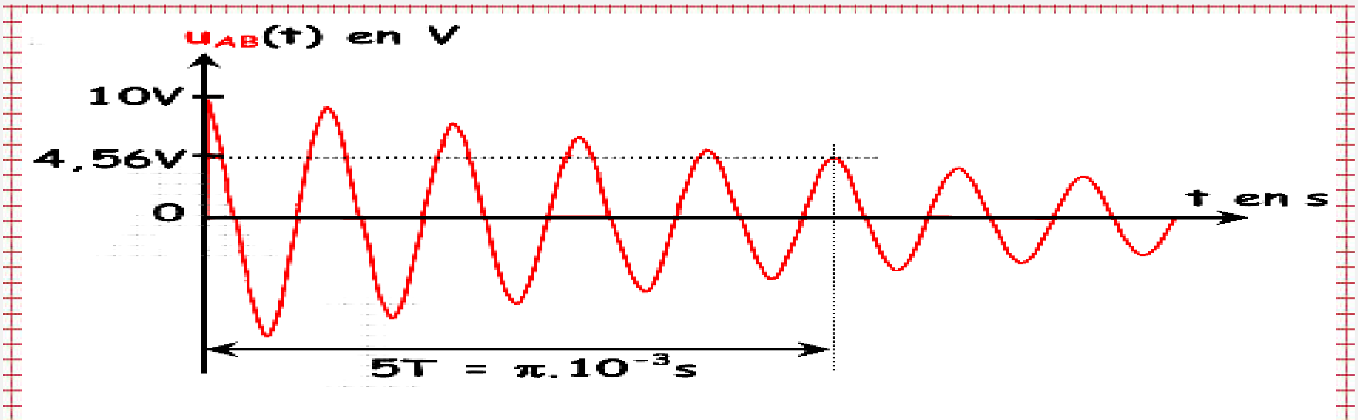


figure -2

Cette courbe montre que le circuit est le siège d'oscillations faiblement amorties. La tension **$u_{AB}$(t)** est solution de l'équation différentielle :

$$\frac{d^2u_{AB}(t)}{dt^2}+\frac{r}{L}.\frac{du_{AB}(t)}{dt}+\omega_0{}^2.u_{AB}(t)=0$$

Ou $\omega_0$ est la pulsation propre de l'oscillateur libre non amorti (L,C) telle que : $\omega_0^2=\frac{1}{LC}$.

**a°)** Quelle serait cette équation si élimine le facteur d'amortissement ?

**b°)** Déduire , à partir de la **figure 2** , la valeur moyenne de la pseudo période de la décharge oscillante en utilisant l'intervalle de temps correspondant à **5 oscillations** .

**c° )** Déterminer la valeur de l'inductance **L** de la bobine en admettant que la pseudo période est donnée par la même expression que la période propre du dipôle **(L,C).**

d°) Calculer la perte d'énergie par effet Joule subie par l'oscillateur libre amorti **(r,L,C)** entre **t=0s et t=** $\pi.10^{-3}$**s.**



www.devoirat.net 2016

## Exercice n°2 : (contrôle 2005)

Le circuit électrique de la **figure 1** comprend :

*Une pile de **f.é.m. E= 6 V** et de **résistance interne négligeable** .

*un condensateur de capacité **C.**

*Une bobine d'inductance **L** et de résistance propre **r.**

*Une résistance **R** variable.

*Deux interrupteurs **($K_1$) et ($K_2$).**

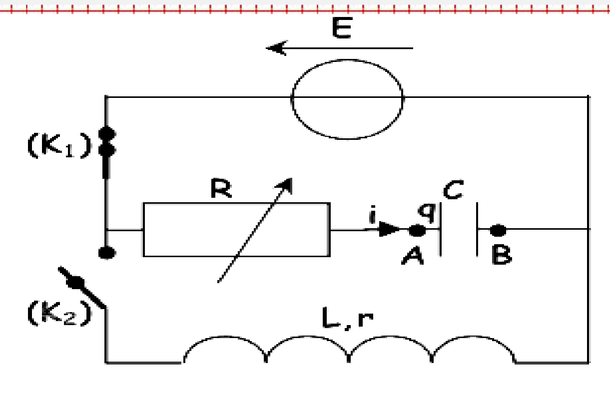



Figure -1-

### expérience 1 :

**($K_2$)** ouvert , **($K_1$)** fermé :Le condensateur se charge à travers la résistance **R** .Suite à cette charge , la tension aux bornes du condensateur est **$U_{AB}$ =6V** et l'énergie est **W.**

**1°) a°)** Calculer W sachant que **C= 5.$10^{-6}$F.**

**b°)** Déterminer la valeur de la charge portée par l'armature **(A)** du condensateur .Justifier son signe.

### expérience 2:

Le condensateur étant chargé , on ouvre ($K_1$) et à l'instant de date t=0 s on ferme ($K_2$) :Des oscillations électriques libres s'établissent dans le circuit ( R, r, L et C) .

**2°)** Préciser, en le justifiant , si les oscillations sont amorties ou non amorties.

**3° )** L'équation différentielle traduisant cet état électrique est :

$$L\frac{di(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} + (R+r).i(t) = 0 \qquad \text{ou } i(t) = \frac{dq(t)}{dt}.$$

**a°)** Exprimer l'énergie totale $E_{LC}$ du circuit **( R , r ,L,C )** en fonction de **L, C, q(t) et i(t).**

**b°)** En déduire que la variation élémentaire **d $E_{LC}$** pendant une durée dt s'exprime par la relation :

**$d\,E_{LC} = -(R+r).i^2\,.dt$**

**4°)** Un dispositif approprié permet de visualiser la courbe donnant la variation au cours du temps de la tension **$u_{AB}$(t)** aux bornes du condensateur et correspondante à la **figure 2** :

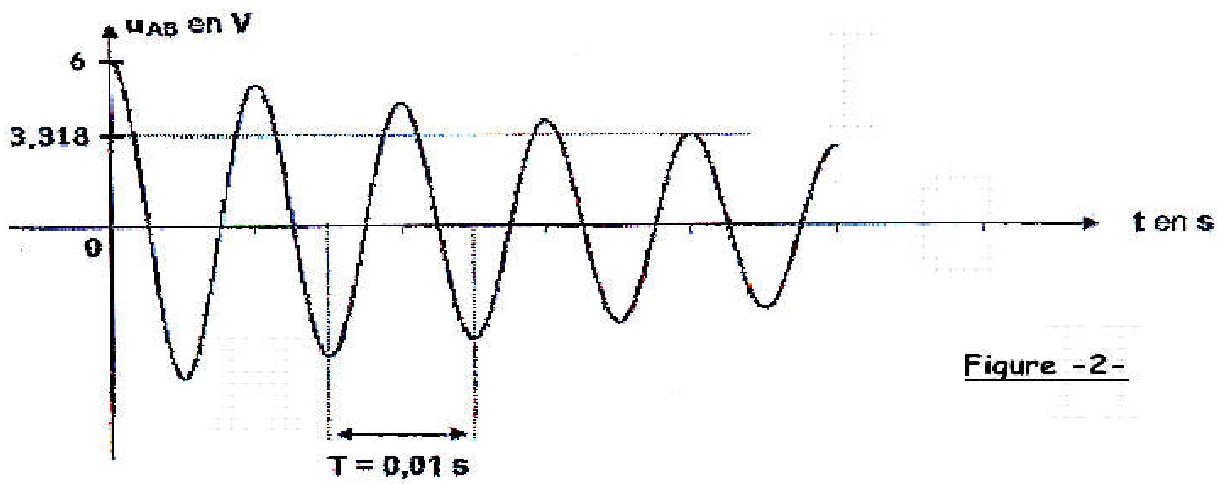



Figure -2-

**a°)** La résistance totale du circuit électrique étant faible , on admet que la pseudo période **T** est égale à la période propre **$T_0$** de l'oscillateur **(L,C)** .Calculer la valeur de **L.**

**b°)** Calculer l'énergie électrique dissipée par effet Joule entre les instants des dates **t= 0s et t' =4T.**



www.devoirat.net 2016

## Exercice n°3 : ( Bac 2008 )

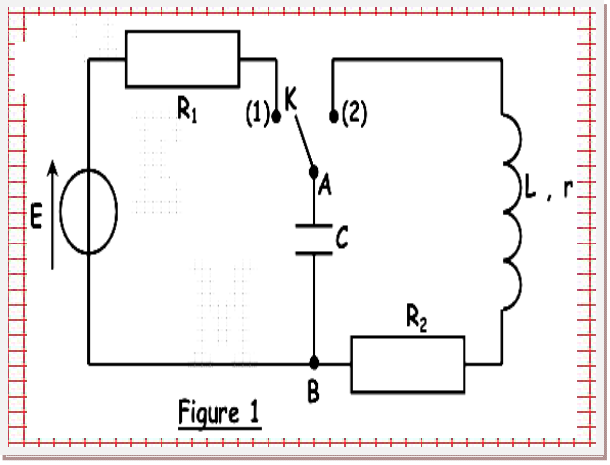


Figure 1

générateur délivrant une tension constante **E = 6V** ,
deux résistors de résistances respectives $R_1$ **et** $R_2$,
un condensateur de capacité ***C= 4µF*** , une bobine d'inductance **L= 0.63H** et de résistance interne r et un commutateur K ,
on réalise le montage schématisé sur la **figure 1**.
Un oscilloscope à mémoire permet l'étude de l'évolution de la tension $u_C$ aux bornes A et B du condensateur au cours du temps.

**I°) Questions préliminaires :**

1°) Faire les branchements avec l'oscilloscope qui permettent de visualiser $u_C(t)$ sur la voie $Y_1$.

2°) Montrer que l'étude de la tension $u_C(t)$ permet de faire celle de la charge **q(t)** du condensateur.

**II°)** A un instant $t_0$ choisi comme origine des temps , on ferme l'interrupteur K. La visualisation de $u_C(t)$ sur l'écran de l'oscilloscope a permis d'obtenir le chronogramme $(\mathcal{C})$ de la **figure 2** :

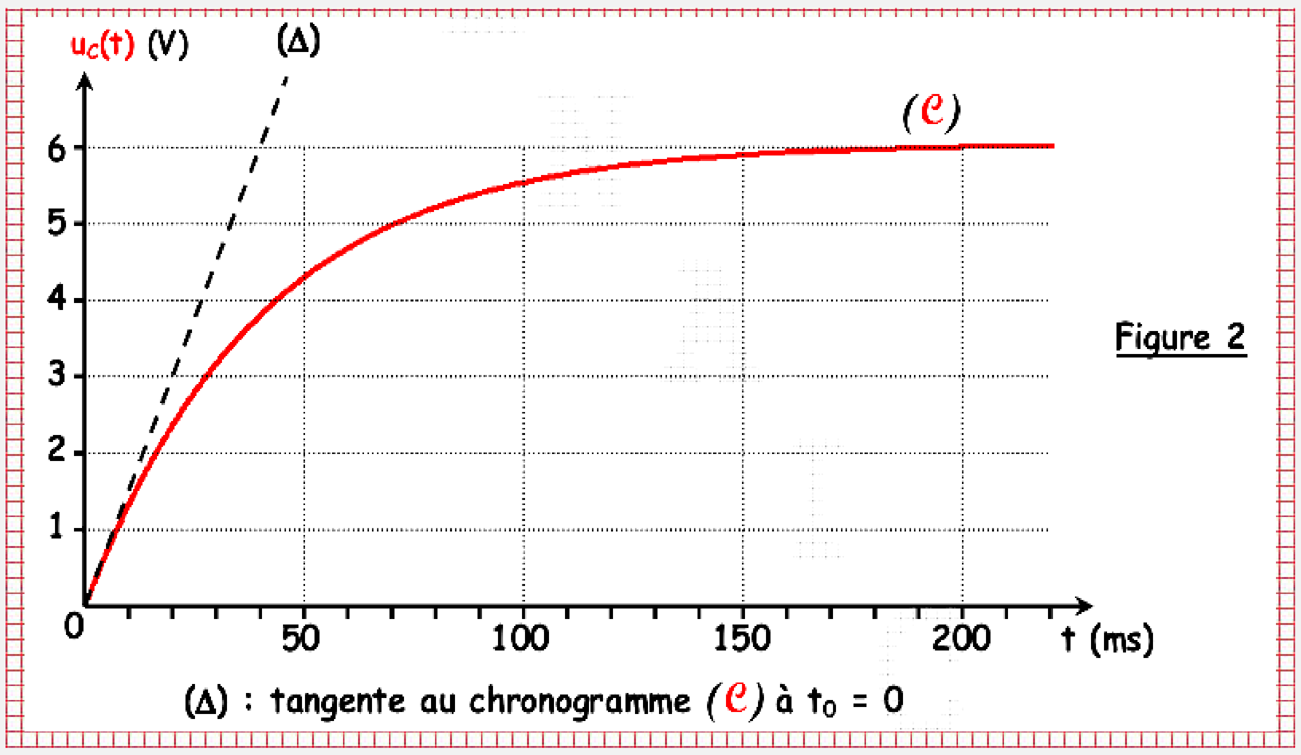


Figure 2

**1°)** Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$.

**2°)** Sachant que la solution de l'équation différentielle établie précédemment s'écrit : $u_C(t) = E.(1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}})$.ou $\tau$ est la constante de temps du dipôle RC , déterminer graphiquement :

**a°)** La valeur $U_0$ de la tension aux bornes du condensateur à la fin de la charge et la comparer à la valeur de la tension E aux bornes du générateur.

**b°)** La valeur de $\tau$ et en déduire celle de **R**.

**3°)** Si l'on veut charger plus rapidement le condensateur , doit –on augmenter ou bien diminuer la valeur de la résistance R ? Justifier la réponse.

**4°)** Calculer l'énergie **Wc** emmagasinée dans le condensateur à la fin de la charge.



www.devoirat.net 2016

**III°)** Le commutateur K qui était en position (1) est basculé en position (2) .

Le chronogramme de la **figure 3** illustre **la décharge oscillante** du condensateur.

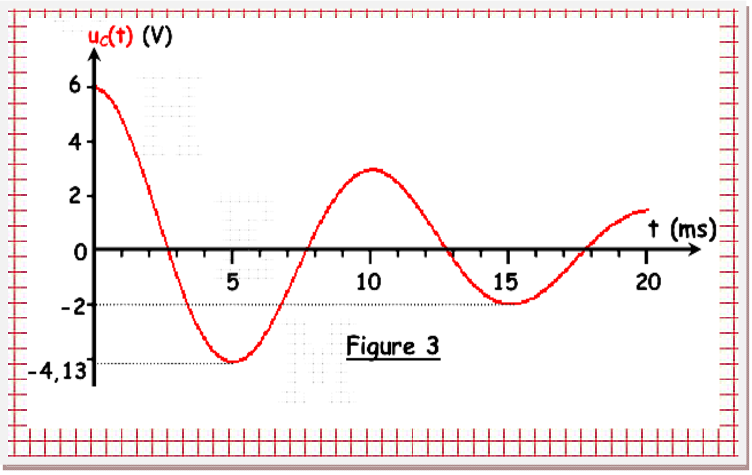


Figure 3

**1°)** Les oscillations enregistrées sont dites libres amorties .Justifier les dénominations :

**a° )** Oscillations libres.

**b°)** Oscillations amorties.

**2°)** Déterminer , graphiquement la valeur de la pseudo période propre $T_0$.

**3°)** l'énergie totale **E** de l'oscillateur électrique considéré s'écrit : $E = \frac{1}{2}C.u_C^{\ 2} + \frac{1}{2}L.i^2$

A l'aide du graphique de la **figure 3** :

**a°)** Montrer qu'a l'instant $t_1$ = **5ms** , l'énergie $E_1$ de l'oscillateur est purement électrique.

**b°)** Montrer qu'à l'instant $t_2$ **=12,5 ms** , l'énergie $E_2$ de l'oscillateur est purement magnétique.

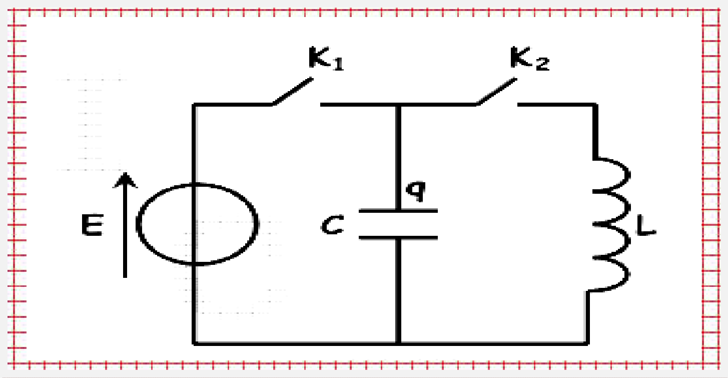
**c°)** Calculer les énergies $E_1$ **et** $E_2$ de l'oscillateur.

A quoi est due la différence entre les deux valeurs trouvées ?

## Exercice n°4 :

Dans le montage de la figure ci-dessous , on donne : **E = 15 V ; C = 0.4µF ;L= 40.10$^{-2}$ H.**

L 'interrupteur $K_2$ est ouvert , on ferme $K_1$ puis , après quelques secondes , on l'ouvre à nouveau.




**1°) a° )** Quelle est la valeur de la charge $Q_0$ portée par l'armature supérieure du condensateur ?

**b°)** Calculer dans ces conditions l'énergie électrostatique $E_C$ et l 'énergie magnétique $E_L$ emmagasinée respectivement dans le condensateur et la bobine .

**2°)** On ouvre $K_1$ et à l'instant **t=0** , on ferme l'interrupteur $K_2$ et note :

* **i** :l' intensité de l'armature supérieure du condensateur.

***q** : la charge de la 'armature supérieure du condensateur.

**a °)** Quelle relation existe –t-il entre **i** et **q** ?

**b °)** En exprimant de deux façons différentes la tension aux bornes de la bobine , établir l'équation différentielle du circuit : $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{LC}.u = 0$ .

On admet que la solution de cette s écrit sous la forme : $u(t) = U_m.\sin(\omega_0 t + \varphi)$.

Calculer numériquement Um sachant qu'à **l'instant initial , l'intensité i est nulle.**

**3°) a°)** Déterminer la valeur numérique de la pulsation $\omega_0$ , de la période propre $T_0$ du circuit et écrire l'expression de la tension instantanée u.

**b°)** Calculer à l'instant $t = \frac{T_0}{4}$ , les valeurs numériques de : * la tension u ;

* la charge q de l'armature supérieure ; * l intensité i de la bobine ;

...ergie magnétique $E'_L$ présents dans le circuit.

## Exercice n°5 :

On étudie les oscillations d'un circuit comportant :



www.devoirat.net 2016

* Un condensateur de capacité **C complètement chargé.**

*Une bobine d'inductance **L et de résistance négligeable**.

**1°) a°)** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée **$u_C(t)$** existant entre les bornes du condensateur.

**b°)** Donner l'expression de la fréquence propre **$N_0$** de cet oscillateur.

**2°) a°)** Exprimer l'énergie totale **E** emmagasinée par le circuit en fonction de la tension **$u_C(t)$** et sa dérivée.

**b°)** Déduire que l'oscillateur est non amorti.

**3°)** On propose ci-dessous les représentations de l'énergie totale **E** et de l'énergie électrostatique **Ec** emmagasinée par le condensateur en fonction de $u_C^2$

**a °)** Déterminer l'amplitude **$u_{Cmax}$** de la tension **$u_C(t)$.**

**b°)** Calculer la valeur de la capacité **C** du condensateur.

**c°)** Calculer l'énergie magnétique **$E_L$** emmagasinée par la bobine **$u_C= 5\sqrt{2}$** .Comparer **$E_L$ et Ee.**

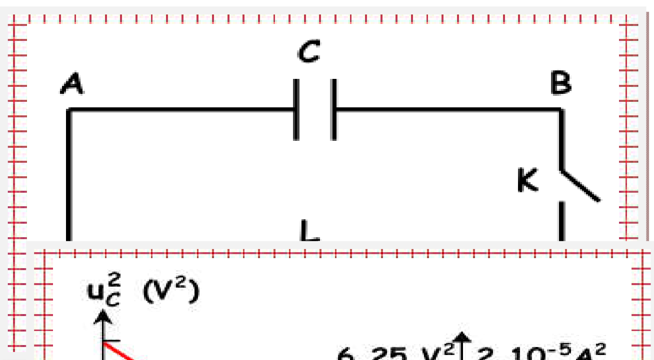
**4°)** On prend **L =0,1 H** .On choisit l'origine des temps de manière à exprimer **$u_C(t)$** sous la forme : $u_c(t) = u_{c\max}.\sin(\omega_0 t)$.

**a°)** Ecrire **uc(t)** en remplaçant les grandeurs **$u_{Cmax}$ et** $\omega_0$ par leurs valeurs numériques.

**b°)** Déterminer les expressions de la charge q(t) et de l'intensité instantanée i(t) en fonction du temps en précisant les valeurs numériques des différents paramètres.

**c°)** Comparer les grandeurs **$u_C(t)$ , q(t) et i(t)** de point de vue déphasage.

## Exercice n°6 :




On réalise un circuit électrique à l' aide d' :

*une bobine d'inductance **L, de résistance négligeable** et

*un condensateur de capacité **C =1µF préalablement chargé.**

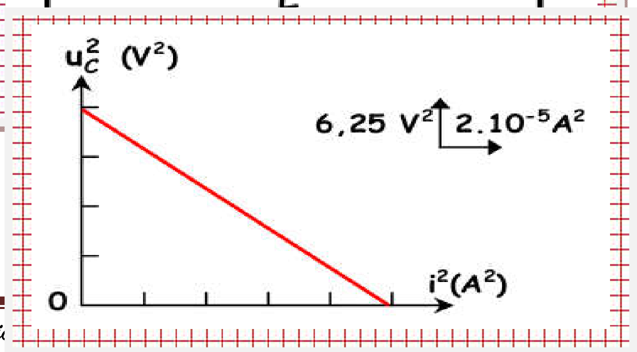
On ferme l'interrupteur K à la date t=0.

la charge de l'armature (A) à la date **t** supérieur à zéro.

**1°)** Etablir l'équation différentielle vérifiée par **q(t).**

**2°)** Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E dans intensité du courant dans le circuit à la **date t**.

Montrer que cette énergie reste constante au cours du temps.



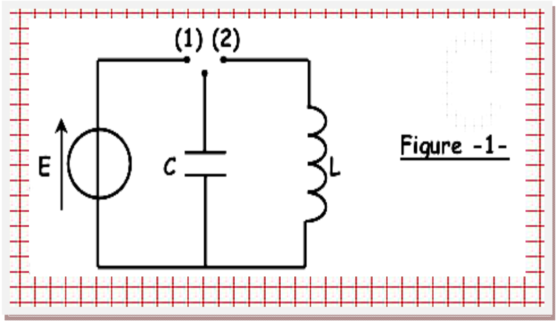



www.devoirat.net 2016

**3°)** On donne la courbe $u_C^2 = f(i^2)$ ,
ou $u_C$ est la tension instantanée aux bornes du condensateur .
**a°)** Justifier l'allure de cette courbe.
**b°)** En déduire **L** et **E**.
**4°)** Représenter sur le même graphe les courbes **q(t)** et **i(t)**.

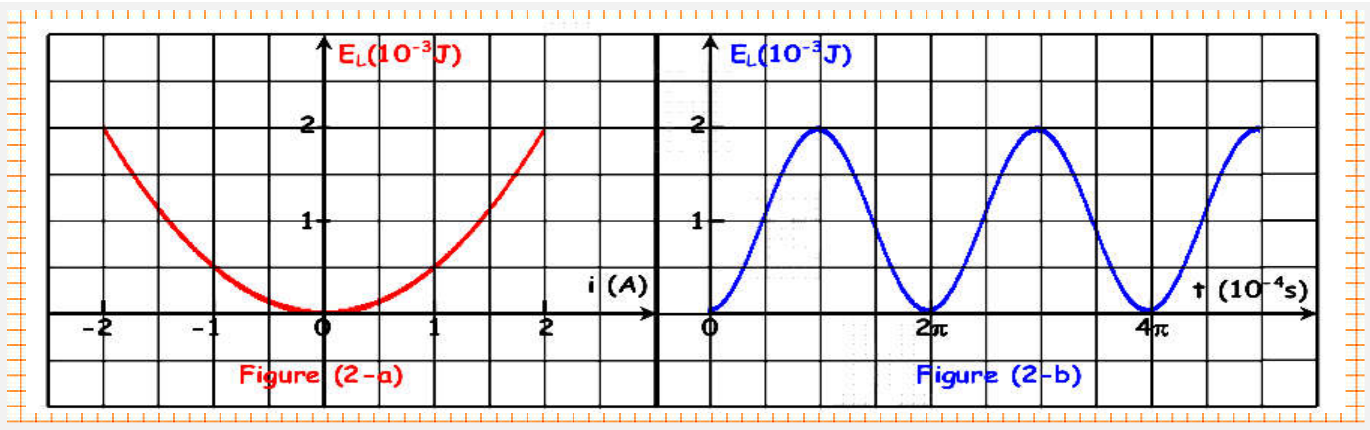
## Exercice n°7 :

Un condensateur de **capacité C** est chargé à l'aide d'un générateur de tension de **fém. E** constante et de résistance interne négligeable .
Pendant la phase de charge , le commutateur est placé dans la **position (1)** .On décharge ensuite le condensateur dans une bobine purement inductive d'inductance L , en basculant à l' instant=0 le commutateur dans la **position (2)** **(figure1).**




**1°) a°)** exprimer , à une date t quelconque ; l'énergie électromagnétique E emmagasinée dans le circuit (L,C) en fonction de q(charge de l'armature supérieure ) , C,L et i intensité du courant traversant la bobine .
**b°)** En déduire l'équation différentielle de l'oscillateur.
**c°)** Donner l'expression de sa solution.

**2°)** On donne sur les figures **(2-a)** et **(2-b)** les variations de l'énergie magnétique $E_L$ emmagasinée dans la bobine respectivement en fonction de l'intensité instantanée i du courant qui parcourt le circuit.




**a°)** Montrer que $E_L$ est périodique de période $T_0/2$ ($T_0$ étant la période propre ).
**b°)** En exploitant les courbes représentatives de $E_L$ , déterminer les valeurs de :
*La pulsation propre de l'oscillateur ;
* L'inductance L de la bobine ;
*La capacité C du condensateur ;
*La valeur maximale Qm de la charge ;
* la fém. E du générateur.
**3°)** Donner les expressions de q(t) et i(t).


www.devoirat.net 2016