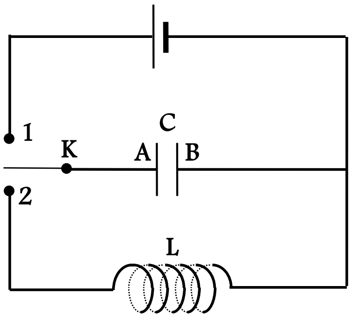
LYCEE TECHNIQUE
SEYDINA LIMAMOU LAYE
Guédiawaye - Dakar

SERIE D'EXERCICES SUR P10 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

EXERCICE 1 :



Un condensateur de capacité C = 2 µF est initialement chargé sous une tension constante U_0 = 10 V (interrupteur en position 1). On étudie expérimentalement sa décharge (K en position 2) dans une bobine inductive d'auto-inductance L et de résistance négligeable. On note q la mesure algébrique de la charge de l'armature A du condensateur et i la mesure algébrique de l'intensité du courant.

1/ Calculer la valeur de la charge Q_0 de l'armature A en fin de charge.

2/ L'interrupteur K étant en position 2 ;

a/ Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q du condensateur.

b/ Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine pour que la période des oscillations électriques T_0 = 1 ms.

c/ Donner les expressions de q et de i en fonction du temps sachant que l'intensité de date t = 0 correspond à l'instant où l'interrupteur K est basculé en position 2.

d/ Donner les expressions des énergies W_C et W_B du condensateur et de la bobine en fonction du temps. Quelle est l'énergie totale de l'oscillateur ?

3/ Le circuit oscillant précédent comprend en plus du condensateur et de la bobine, un résistor de résistance variable R.

a/ Que se passe-t-il si l'on fait croître R ?

b/ Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q du condensateur.

c/ Démontrer que l'énergie de l'oscillateur décroît au cours du temps.

EXERCICE 2 :

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

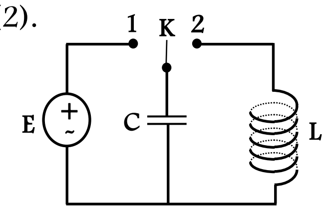


Figure 1

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

2/ Pourquoi appelle-t-on le circuit obtenu « oscillateur libre non amorti » ?

3/ La solution de l'équation différentielle est de forme : $\mathbf{q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)}$.
On choisit t = 0s date où la charge du condensateur est maximale (voir figure 2).

a/ Déterminer, à partir de la figure 2 ci-dessous, les valeurs numériques de Q_m, de la période propre To de l'oscillateur et de la phase initiale φ de la charge q du condensateur.

b/ Déduire la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.

c/ Ecrire alors l'expression numérique 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.

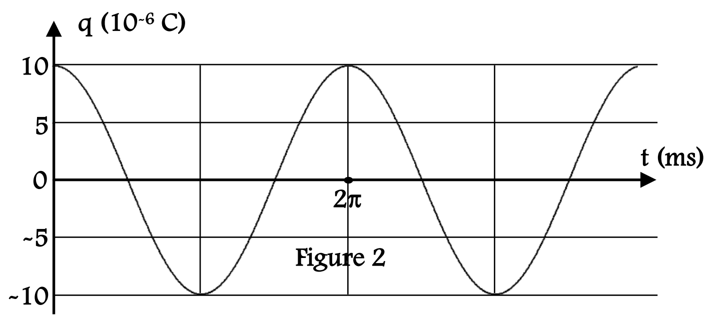
c/ Sachant que E = 50.10^{-6} J, calculer la valeur numérique de C et déduire celle de l'inductance L de la bobine.

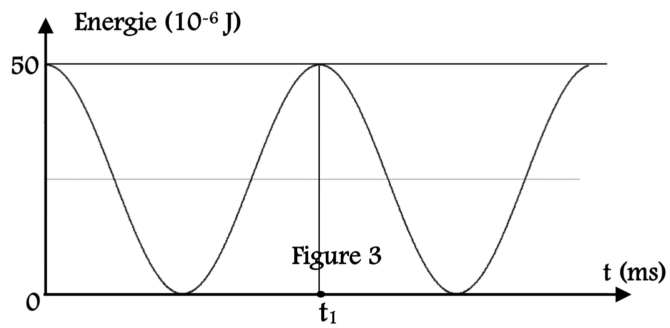
4/ Sur la figure 3 ci-dessous, on a représenté les variations au cours du temps de l'énergie emmagasinée dans l'un des dipôles (le condensateur ou la bobine).

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 3. Donner sa valeur numérique.





EXERCICE 3 :

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de déterminer la valeur de l'inductance (L) d'une bobine et celle de la capacité (C) d'un condensateur de leur laboratoire puis d'étudier les transformations et transferts d'énergie dans un circuit les associant.

La bobine est assimilée à un solénoïde de longueur ℓ = 80 cm, comportant N = 1280 spires de surface S = 314 cm² chacune.

1/ Détermination de l'inductance de la bobine.

Dans un premier temps, le groupe réalise le circuit électrique de la figure 2 comprenant la bobine, un générateur de tension continue (E = 6 V), un résistor de résistance R = 20 Ω et un ampèremètre.

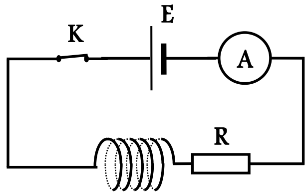


Figure 2

a/ Donner le nom du phénomène qui se produit au niveau de la bobine lorsque l'interrupteur
K est fermé.

b/ Reproduire le schéma de la bobine et représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ qu'elle crée en son centre.

c/ A partir des expressions du flux magnétique à travers la bobine, montrer que l'inductance s'écrit :

$L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S$ Calculer L.

2/ Détermination de la capacité du condensateur et considérations d'énergie.

Dans un second temps, le groupe réalise le montage en série de la bobine, du condensateur et du résistor (figure 3). Le condensateur est initialement chargé (le circuit de charge n'est pas représenté sur la figure).

A la date t = 0, l'interrupteur K est fermé. A l'aide d'un oscilloscope le groupe visualise l'évolution des tensions u_{AM} aux bornes du condensateur et u_{DM} aux bornes du résistor en fonction du temps (figure 4).

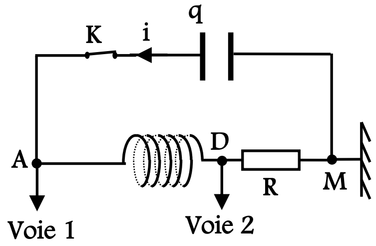


Figure 3

a/ Attribuer à chaque courbe la grandeur associée en justifiant.

Quel phénomène explique la décroissance de l'amplitude de la courbe 1 ?

b/ Donner la relation qui lie à chaque instant l'intensité i(t) et la charge q(t) ainsi que celle qui lie à chaque instant l'intensité i(t) et la tension $u_{DM}(t)$. Le sens arbitraire choisi pour l'orientation du circuit est sortant par rapport à
l'armature du condensateur portant la charge q.

c/ A partir des expressions des tensions aux bornes des trois dipôles, montrer que l'équation différentielle vérifiée par $u_{AM}(t)$ s'écrit : $\frac{d^2(u_{AM})}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{d(u_{AM})}{dt} + \frac{u_{AM}}{LC} = 0$

Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur sachant que T est pratiquement égale à la période propre du dipôle (R L C).

d/ Donner l'expression de l'énergie électromagnétique $E_{e,m}$ du circuit en fonction de L, C, q et i. En déduire son expression en fonction des tensions u_{AM} et u_{DM}.

e/ A partir de l'expression établie précédemment et en utilisant la figure 4, calculer la valeur de $E_{e,m}$ à la date t_2 = 14,7 ms. En déduire la valeur de l'énergie dissipée entre les instants t_0 = 0 ms et t_2 = 14,7 ms.

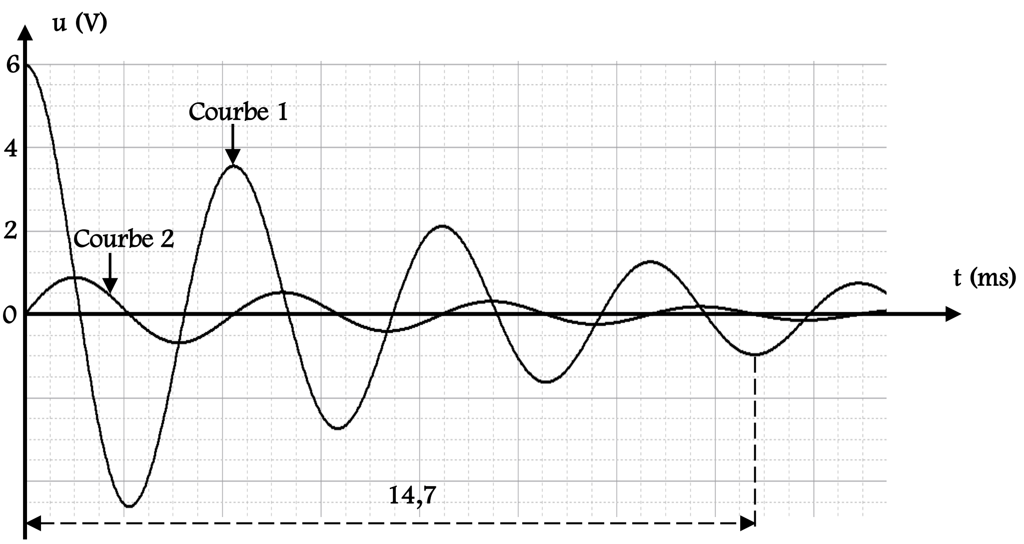


Figure 4