

Physique : Thème : Oscillations électriques Libres

Exercice n°1 :

On considère le montage du circuit suivant :

*G : Générateur idéal de tension de f.é.m. : $E=10V$.

*C : condensateur de capacité $C=33\mu F$.

*B : Bobine d'inductance L et de résistance interne r .

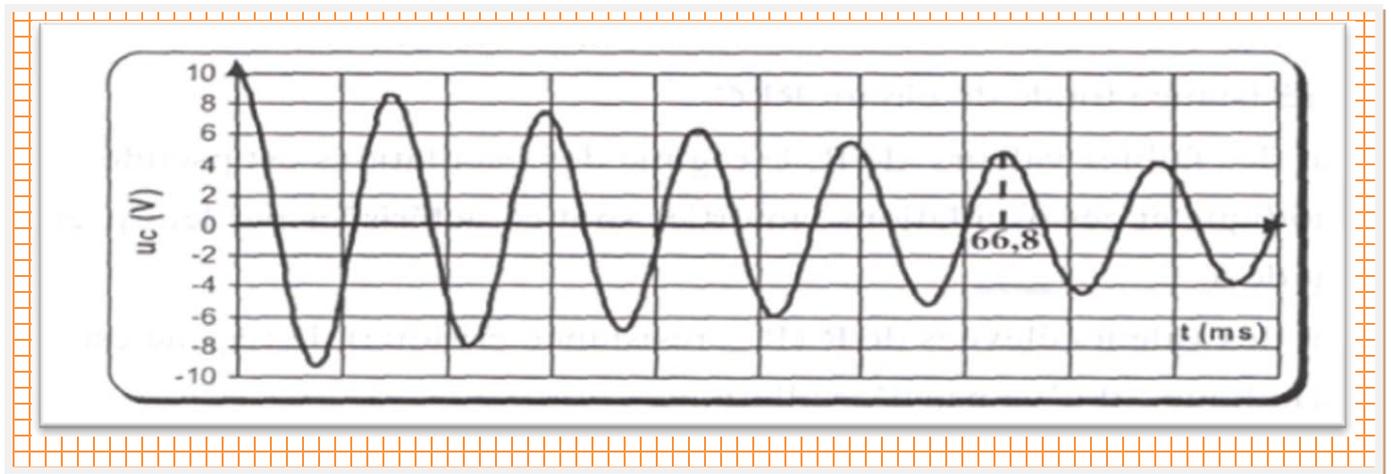
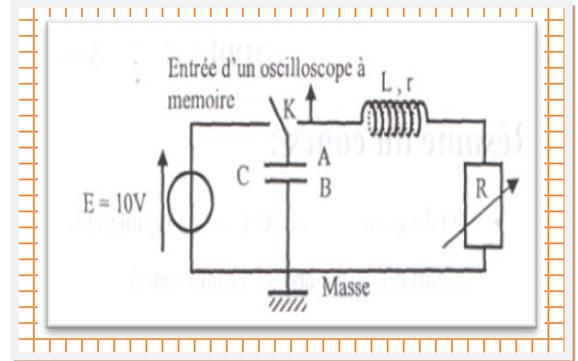
*R : Conducteur ohmique de résistance R variable

*K : Commutateur.

1°) Le commutateur K est placé sur la position 1.

Interpréter le phénomène réalisé , déterminer la valeur de la charge portée par l'armature A.

2°) A l'origine des dates on bascule le commutateur sur la position 2, on obtient l'oscillogramme suivant :



a°) Sachant que la pseudo période T est sensiblement égale à la période propre T_0 du circuit LC avec $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$. Déterminer une valeur moyenne de la pseudo période T et en déduire la valeur de L . B

b°) Montrer que l'équation différentielle traduisant les oscillations faiblement amorties s'écrit sous la

$$\text{forme : } \frac{d^2 u_{AB}}{dt^2} + \frac{R+r}{L} \cdot \frac{du_{AB}}{dt} + \frac{1}{LC} u_{AB} = 0$$

c°) Donner l'expression de l'énergie électriquement E_{LC} emmagasinée dans le circuit en fonction de

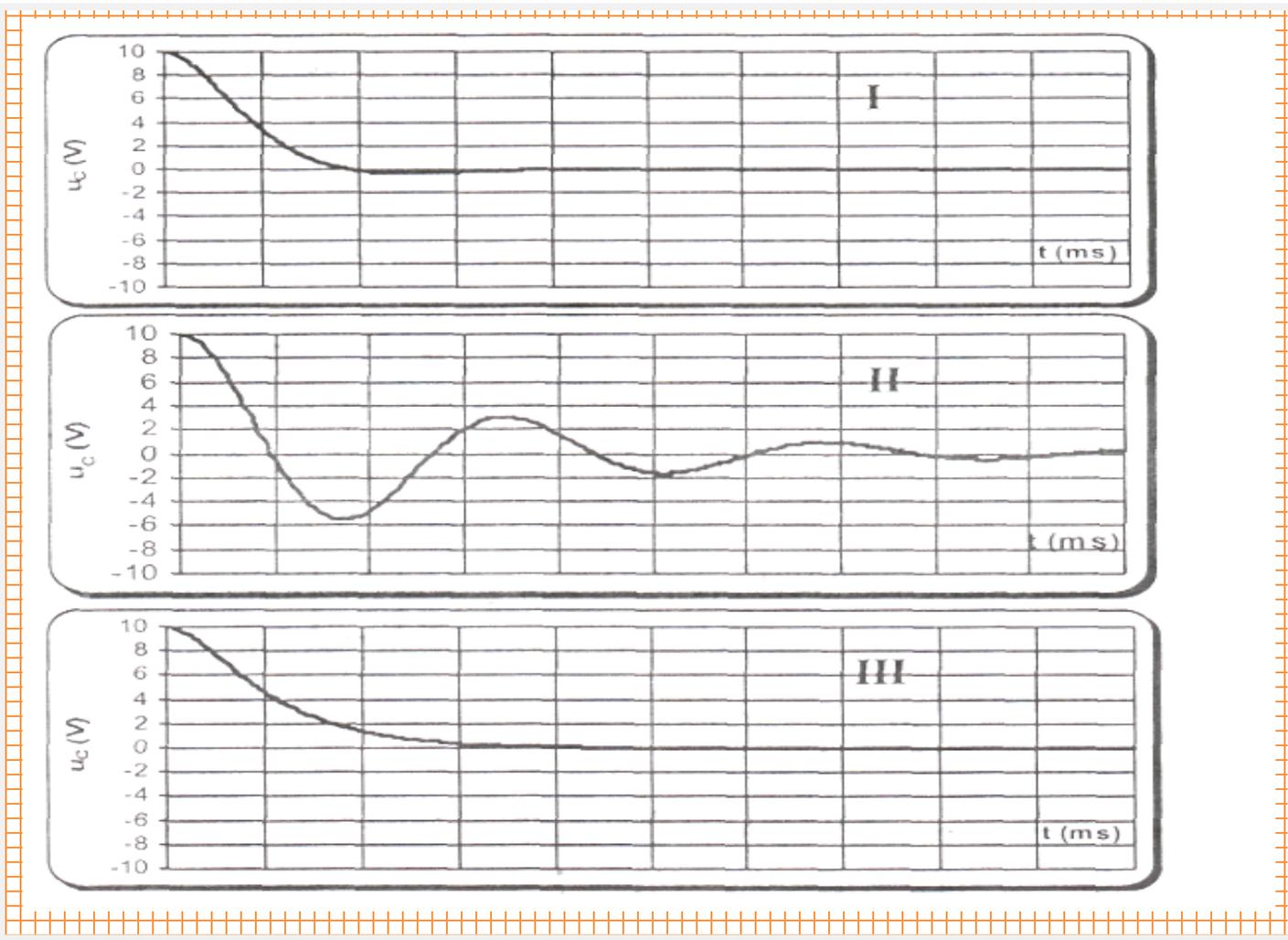
$$L, C, u_c \text{ et } \frac{du_c}{dt}.$$

d°) Montrer que : $\frac{dE_{LC}}{dt} = -(R+r) \cdot C^2 \cdot \left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$. Interpréter ce résultat quant au sens de variation de E_{LC} .

e°) Déterminer la perte de l'énergie électromagnétique entre les instants $t_0=0s$ et $t=66,8ms$.

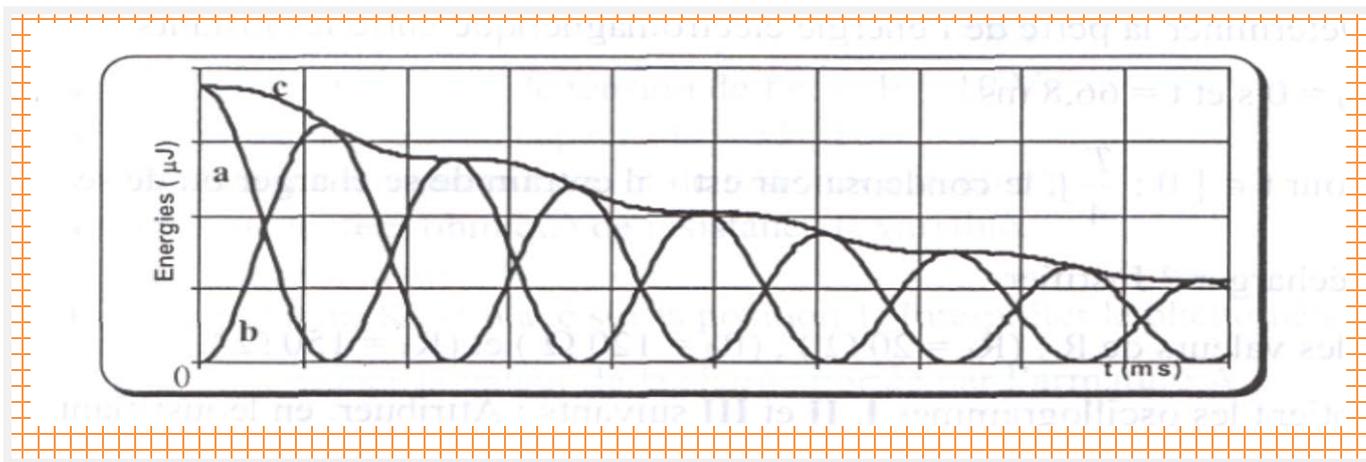
f°) Pour $t \in [0; \frac{T}{4}]$, le condensateur est-il entrain de se charger ou de se décharger ? Justifier.

3°) Pour les valeurs de R : ($R_1=20\Omega$) ; ($R_2=120\Omega$) et ($R_3=150\Omega$) on obtient les oscillogrammes I,II et III suivants : Attribuer , en le justifiant , chacune de la valeur de R à la courbe correspondante et nommer le régime des oscillations correspondantes.



4°) Un étude énergétique fournit les courbes (a) , (b) et (c) de la variation en fonction du temps de :

- * EL :énergie magnétique emmagasinée dans la bobine .
- * EC :énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur
- * ELC :énergie électromagnétique totale.



a°) Attribuer , en le justifiant , chacune des courbes a, b et c à l'énergie correspondante.

b°) Discuter l'effet d'une augmentation de la valeur de R sur ces courbes.

Exercice n°2 :

On réalise le circuit de la **figure 1**.

On place le commutateur en position 1, une fois le condensateur est totalement chargé, on le déplace en position 2.

1° a°) Etablir l'équation différentielle en $q(t)$ 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 la forme : $q(t) = Q_{\max} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$.

On choisit $t=0$ lorsque la charge du condensateur est maximale. (voir figure 2)

a°) Déterminer à partir de la **figure 2** les valeurs numériques de Q_{\max} , de la période propre T_0 de l'oscillateur et de la phase initiale φ_q de la charge du condensateur.

b°) Dédire la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.

c°) Ecrire alors l'expression de $q(t)$.

3°) a°) Dédire l'expression de l'intensité instantanée i

b°) Comparer $i(t)$ et $q(t)$ du point de vue phase.

c°) Ajouter sur la figure 1 la courbe $i(t)$.

4°) a°) Rappeler l'expression de l'énergie électrique totale E de l'oscillateur en fonction de $q(t)$ et $i(t)$.

b°) Montrer qu'elle restera constante au cours du temps.

c°) Sachant que $E = 5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$, calculer les valeurs numériques de L et C .

5°) Sur **figure 2** la suivante on a représenté les variations en fonction 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 totale de l'oscillateur et l'énergie emmagasinée dans l'autre dipôle.

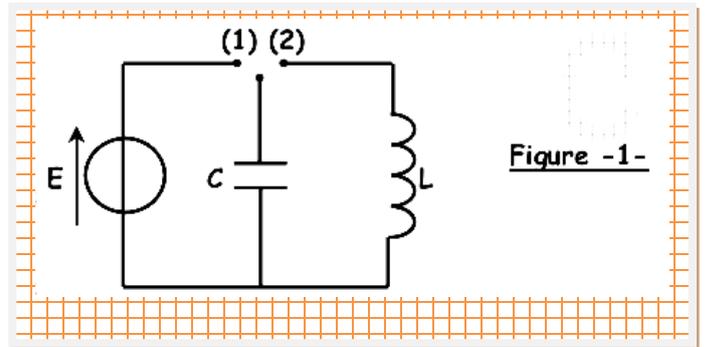
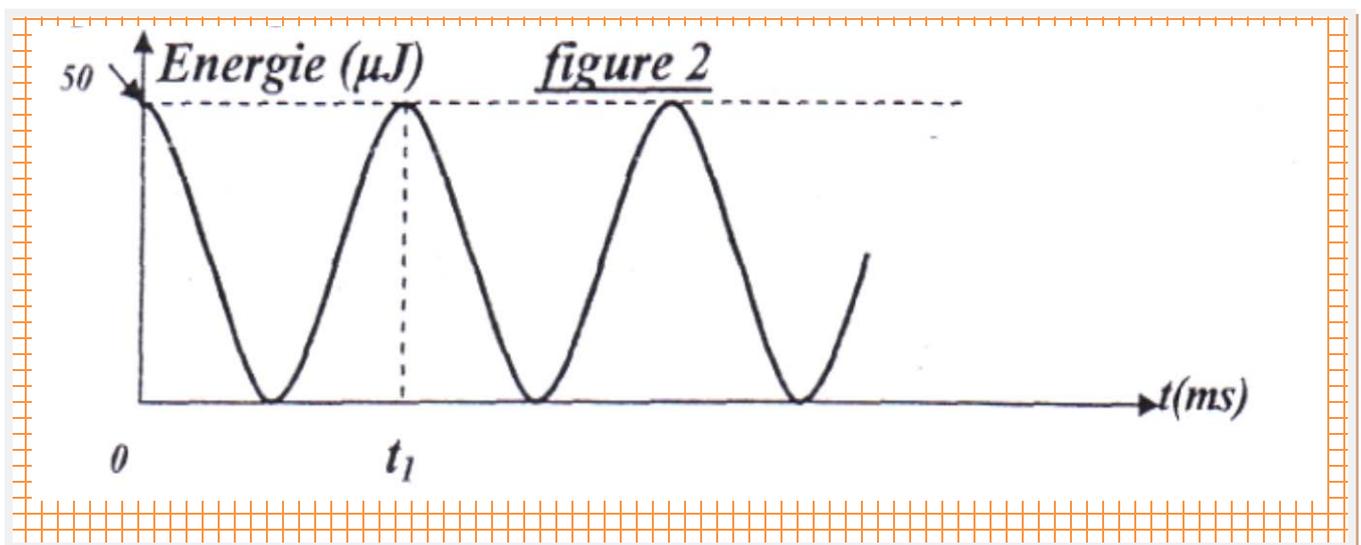
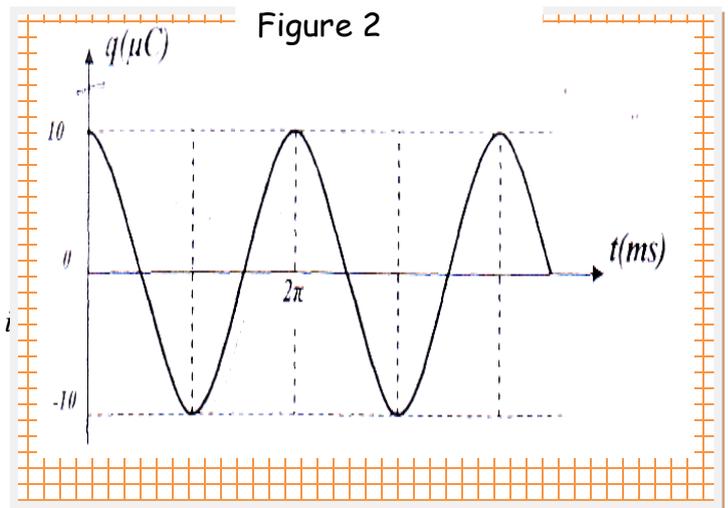


Figure -1-



Exercice n°3 :

Un condensateur de capacité $C=1\mu\text{F}$ est chargé par un générateur idéal de tension de f.é.m. E . a l'origine des dates, le condensateur ainsi chargé est branché aux bornes d'une bobine purement inductive d'inductance L .

1°) a°) Etablir l'équation différentielle des oscillations électriques dans le circuit LC régissant la charge q du condensateur.

b°) Montrer que : $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$ est une solution de l'équation différentielle précédente ; avec Q_m : charge

maximale du condensateur et ω_0 : pulsation propre dont on déterminera son expression.

2°) a°) Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E_{LC} du circuit en fonction de q , C , L et i avec q et i sont respectivement la charge du condensateur et l'intensité du courant circulant dans le circuit à un instant t .

b°) Montrer que cette énergie est constante.

c°) On donne la courbe de variation du carré de l'intensité de courant en fonction du carré de la charge du condensateur $i^2=f(q^2)$. Justifier théoriquement l'allure de cette courbe.

d°) En utilisant le graphe précédent, déterminer :

* L'intensité maximale I_{max} du courant circulant dans le circuit.

* La charge maximale Q_m , en déduire la f.é.m. E du générateur.

* La pulsation propre ω_0 , en déduire la valeur de L .

e°) Déterminer les valeurs de i correspondantes à $q = \frac{Q_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$ et à $q=0$.

