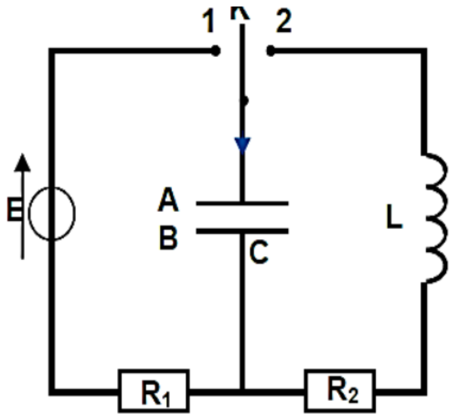
Magazine RLC Libre ☆ Trimestre 1 ☆

Durée : 17h

Speedrun Mode

Exercice 1:/ (Charge et décharge d'un condensateur)

On considère le circuit électrique constitué par un **générateur** de tension de f.é.m. $E = 10V$ et de **résistance** interne négligeable, un **condensateur** de capacité $C = 2\mu F$, une **bobine** d'inductance L et de **résistance** négligeable, deux résistors de résistances respectives R_1 et R_2 et un commutateur K. L'ensemble est associé comme l'indique la figure ci-contre :

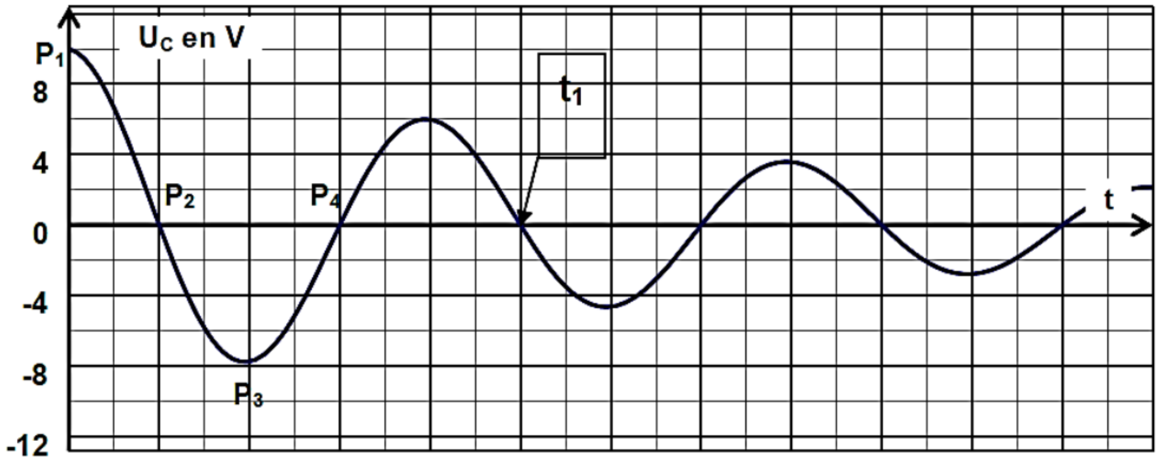


Les parties I, II et III sont dépendantes

I- 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**.

II- 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 $u_C = u_{AB}$ aux bornes du **condensateur** ; voir figure ci-dessous :



1. De quel régime d'oscillation s'agit-il ?

2. Établir l'équation différentielle relative à la tension u_C. En déduire celle relative à q.

3. a. Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit $(R_2, L$ et $C)$ varie au cours du temps. S'agit-il d'une augmentation ou une diminution ? À quoi est due cette variation ?
   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 de l'énergie emmagasinée dans le circuit à la date t_1 indiquée sur le graphe?

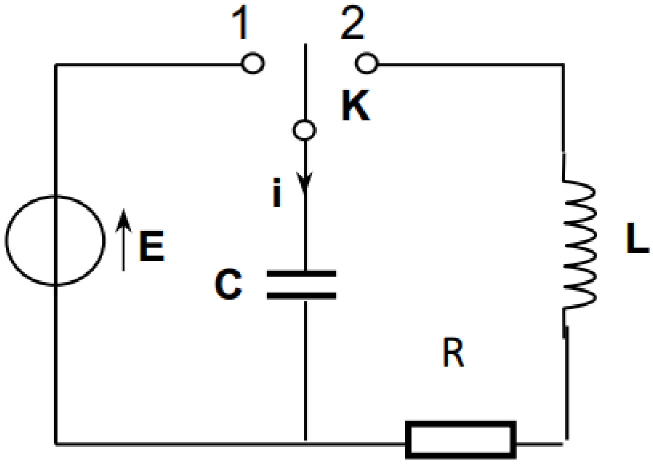
4. a. Représenter aux points P_1, P_2, P_3 et P_4 le condensateur en indiquant les signes de ses armatures, le sens réel du courant et le sens de circulation des électrons.
   b. Dire si le condensateur est entrain de se charger ou de se décharger lorsque u_C évolue de P_1 à P_4

5. Montrer qu'à $t = 0s$ la tension u_{R_2} vérifie la relation $\dfrac{du_{R_2}}{dt} = -\dfrac{R_2 E}{L}$

6. Donner l'allure de $u_C = f(t)$ si on remplace R_2 par une résistance R_2' très grande. Nommer le régime obtenu.

Exercice 2:/ (Oscillations électriques libres)

On considère le circuit électrique de la figure ci-contre comportant un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un interrupteur K et un conducteur ohmique de résistance variable. On fixe R à la valeur $R = R_0$.



1. On ferme le commutateur $\boldsymbol{K}$ sur la position (1) et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire la tension $\boldsymbol{u_C(t)}$. On obtient l'une des courbes (a) ou (b) de la Figure-4 suivante :

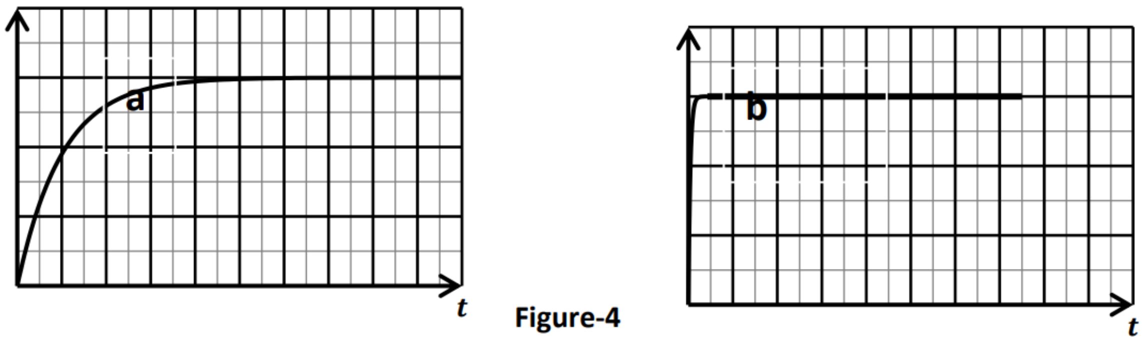
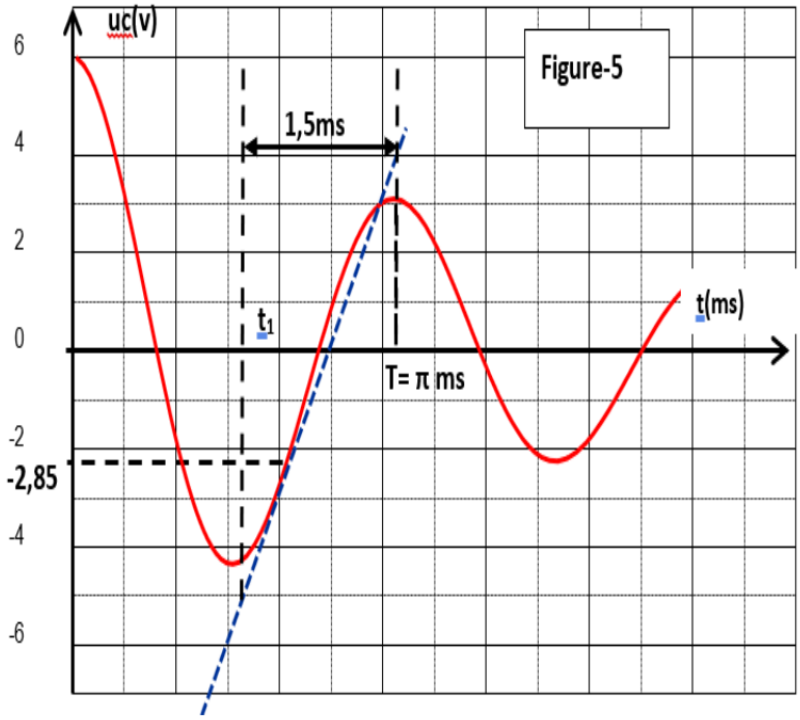


Figure-4

   a) Préciser en le justifiant, la courbe visualisée.

   b) Exprimer la charge maximale $\boldsymbol{Q_M}$ du **condensateur** et l'énergie maximale $\boldsymbol{E_M}$ emmagasinée par le **condensateur** en fonction de $\boldsymbol{C}$ et $\boldsymbol{E}$.

2. À $\boldsymbol{t = 0}$ on bascule l'interrupteur sur la position 2. L'oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer la tension $\boldsymbol{u_C(t)}$ aux bornes du **condensateur** on obtient la courbe de la figure-5 ci-contre :



ⓐ De quel régime d'oscillations s'agit-il ?

ⓑ Expliquer pourquoi ces oscillations sont dites libres amorties ?

ⓒ Déterminer à partir du graphe la valeur de la f.e.m E du générateur.

3 ⓐ Établir l'équation différentielle à laquelle satisfait la tension u_C. Montrer qu'elle s'écrit de la forme : $\dfrac{d^2u_C}{dt^2} + \dfrac{1}{\tau}\dfrac{du_C}{dt} + \omega_0^2 u_C = 0$ (1)

4 ⓐ En admettant que la valeur de la pseudo-période T est égale à celle de la période propre T_0, montrer que l'énergie emmagasinée par la bobine à l'instant t_1 indiqué sur le graphe, s'écrit : $E_{L1} = \dfrac{T^2C}{8\pi^2}(\dfrac{du_C}{dt})^2$

ⓑ Sachant que $E_{L1} = 11,25.10^{-3}J$, trouver la valeur de la capacité C du condensateur puis déduire celle de l'inductance L de la bobine.

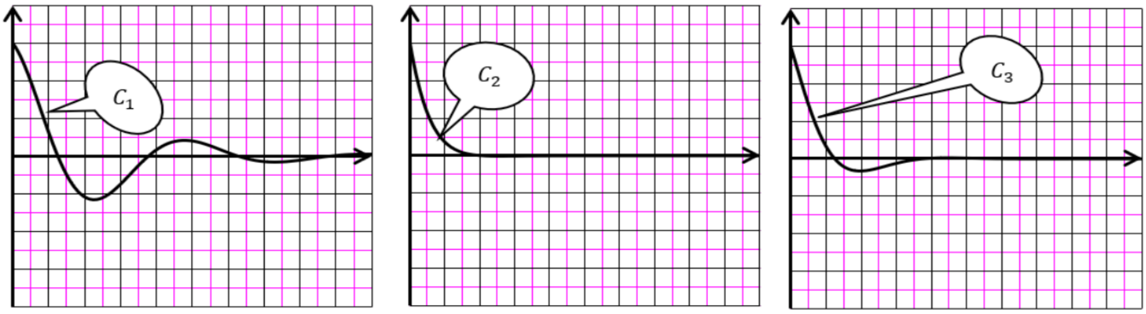
5 ⓐ Montrer que l'énergie de l'oscillateur n'est pas conservée.

ⓑ Déterminer l'énergie dissipée par effet joule entre les instants $t = 0$ et $t = 2ms$.

ⓒ Sachant que l'énergie décroit de $71,6\%$ de sa valeur initiale chaque période, déterminer la tension U_{C2} aux bornes du condensateur à l'instant $t = 2T$.

6 Sachant qu'à la date t_1 la tension aux bornes de la bobine est $u_L = 2V$, déduire la valeur de R_0.

7 On représente les oscillogrammes C_1, C_2 et C_3 de $u_C(t)$ pour trois résistances respectives R_1, R_2 et R_3 de R. voir figure ci-dessous :



ⓐ Comparer ces résistances.

ⓑ Nommer le régime dans chaque cas.

II- On enlève le résistor et on charge de nouveau le **condensateur** puis on bascule le commutateur à la position K_2 à l'origine des dates $t = 0$.

1. En utilisant l'équation (1) de la question I-3-a :

ⓐ Déduire la nouvelle équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.

ⓑ Vérifier que $u_C(t) = E\sin(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de la nouvelle équation différentielle.

ⓒ Déterminer φ.

2. Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) de la figure-6 traduisant les variations de l'énergie magnétique E_L respectivement en fonction de i et en fonction du temps.

ⓐ Montrer que l'expression de cette énergie magnétique E_L en fonction du temps s'écrit :

$$E_L = \frac{E_0}{2}[1 + \cos(2\omega_0 t + \pi)]$$

ⓑ En déduire l'expression de la période T de cette énergie en fonction de L et C

ⓒ En exploitant les deux courbes (1) et (2), retrouver les valeurs de L et C.

ⓓ i. Déterminer par calcul les dates $t \in [0; T_0]$ pour lesquelles l'énergie magnétique est égale à la moitié de sa valeur maximale.

ii. Déterminer les valeurs possibles de l'intensité du courant i pendant ces dates.

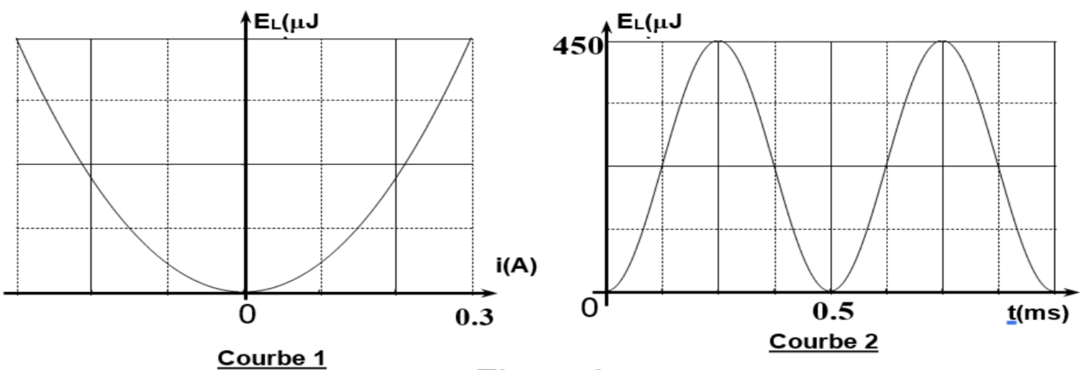
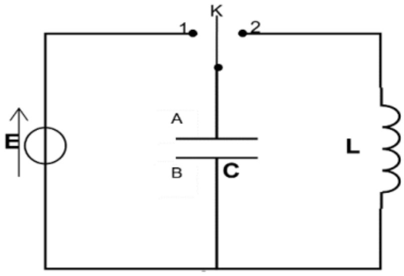


Figure-6

Exercice 3:/ (Circuit LC et Oscillations)

Le circuit ci-contre comporte :

- Un **générateur** de f.e.m E et de résistance interne nulle.
- Un **condensateur** de capacité C.
- Une **bobine** purement inductive d'inductance L.
- Un commutateur K.



1. On ferme le commutateur sur la **position 1**. Exprimer la charge Q_0 de l'armature A du **condensateur** et l'énergie électrostatique E_{C0} emmagasinée en fonction de sa capacité C et de la f.e.m E du **générateur**.

2. Le **condensateur** étant chargé, on bascule, à l'origine des dates $t = 0$, le commutateur sur la **position 2**.

   a. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge $q(t)$ de l'armature A du **condensateur**.

   b. La solution de cette équation différentielle est $q(t) = Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$ Déduire l'expressions de la pulsation propre ω_0 du circuit LC.

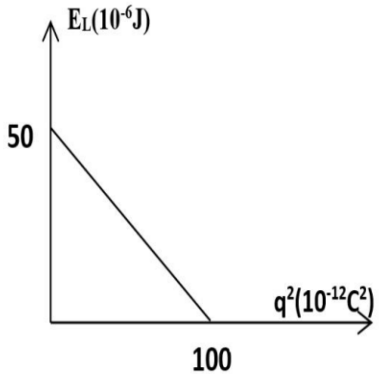
   c. Déterminer la valeur de φ

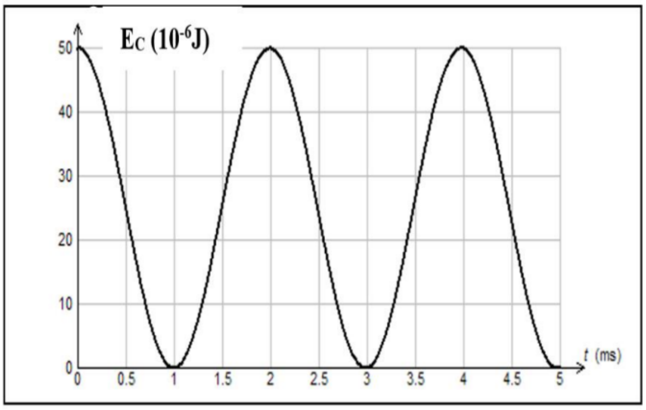
3. a. Exprimer l'énergie totale en fonction de q, i, L et C.

   b. Montrer que le circuit LC est conservatif. Exprimer l'énergie totale E du circuit en fonction de Q_0 et C.

   c. Déduire l'équation différentielle des oscillations électriques du circuit.

4. Les diagrammes de la figure ci-dessous représentent l'évolution de l'énergie magnétique E_L en fonction du carré de la charge électrique (q^2) et l'évolution de l'énergie électrique E_C en fonction du temps t.





   a. Justifier théoriquement l'allure de la courbe $E_L = f(q^2)$

   b. Justifier l'allure de la courbe $E_C = f(t)$ et déduire la relation entre la période propre T_0 et la période T de l'énergie électrostatique.

ⓒ En exploitant les courbes :

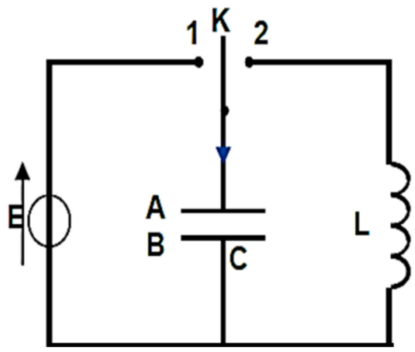
- Déterminer l'énergie totale E_{em} du circuit.
- Déterminer la capacité C du condensateur
- Déterminer la charge initiale Q_0 du condensateur. En déduire la valeur de la f.e.m E du générateur.
- La valeur de la période propre T_0 du circuit LC. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

ⓓ Déterminer **par calcul** les dates $t \in [0; 1,5T_0]$ pour lesquelles l'énergie électrique est égale à la moitié de sa valeur maximale pendant la phase de décharge.

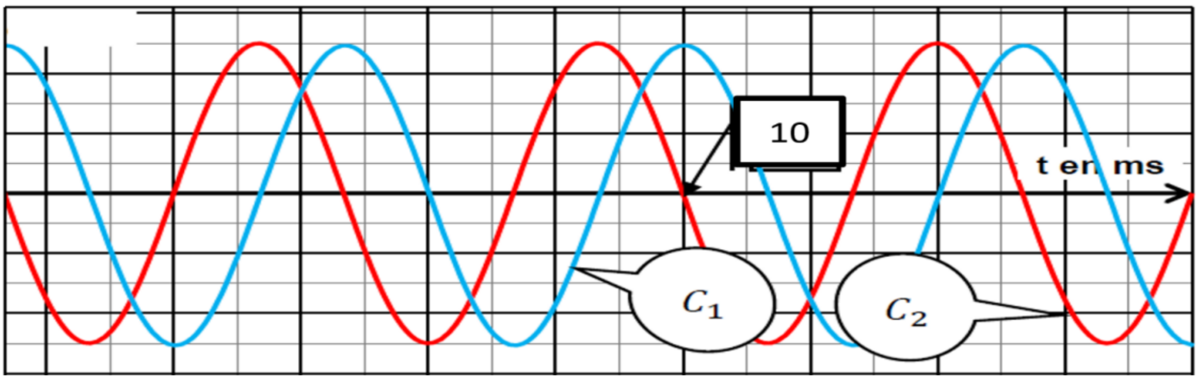
Exercice 4:/ (Circuit LC et Oscillations)

Le circuit ci-contre comporte :

- Un générateur de f.e.m $E = 10V$ et de résistance interne nulle.
- Un condensateur de capacité $C = 2\mu F$.
- Une bobine purement inductive d'inductance L.
- Un commutateur K.



On ferme le commutateur sur la **position 1** puis, on le bascule, à l'origine des dates $t = 0$, sur la **position 2**.
Les diagrammes de la figure ci-dessous représentent l'évolution de la charge $q(t)$ et l'évolution de l'intensité du courant $i(t)$.



1. ⓐ Établir l'équation différentielle relative à la charge q du condensateur.

ⓑ Sachant que la solution de cette équation différentielle est une fonction de la forme : $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$. Identifier les courbes C_1 et C_2

ⓒ En déduire les expressions numériques de $q(t)$ et $i(t)$.

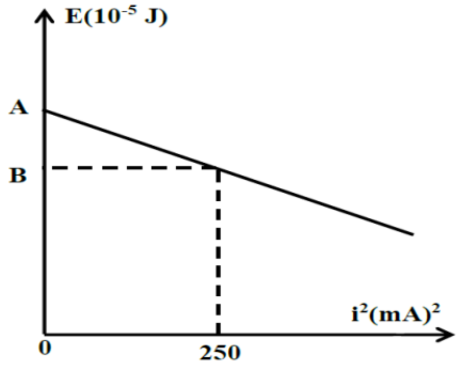
ⓓ Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2. Tracer l'allure de la courbe $q^2 = f(i^2)$ en précisant les points remarquables.

3. Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit se conserve et calculer sa valeur.

4. Déterminer les dates $t \in [0; 2T_0]$ pour lesquelles la charge du condensateur atteint moitié de sa valeur maximale et l'intensité de courant circule dans le sens conventionnel.

5. Le graphe ci-contre représente l'une des énergies magnétique ou électrique en fonction de i^2.



a) Identifier cette énergie en établissant son expression en fonction de i^2.

b) Déterminer les valeurs de A et de B indiqués sur le graphe.

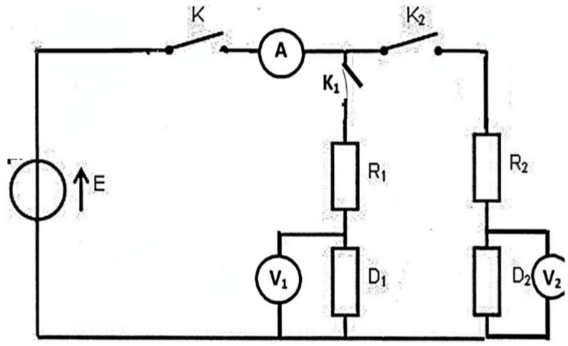
c) Représenter sur le même graphe l'allure de l'autre énergie en précisant les valeurs remarquables.

Exercice 5:/ (Circuit RLC)

On réalise le circuit de la figure ci-contre :

Le circuit comprend :

- Un **générateur** idéal de tension de f.e.m E
- Deux dipôles D_1 et D_2 :
  - L'un est un **condensateur** de capacité $C = 10\,\mu F$ initialement déchargé
  - L'autre une **bobine** d'inductance L et de résistance r
- Deux conducteurs ohmiques de résistances $R_2 = 20\,\Omega$ et R_1
- Un ampèremètre A et deux voltmètres

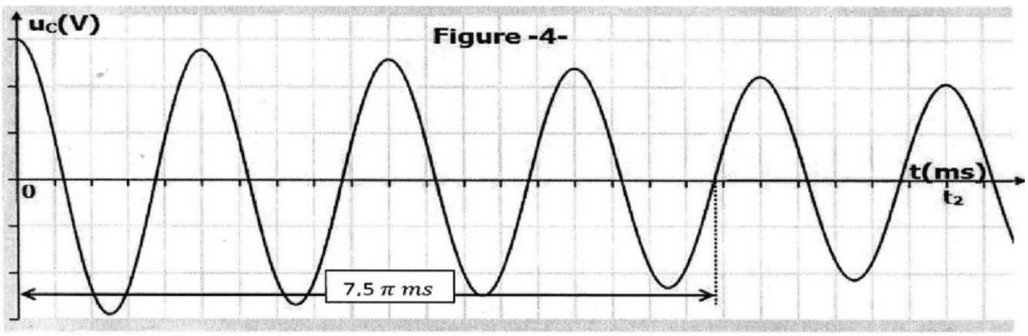


On ferme les interrupteurs K_1 et K_2 puis K lorsque le régime permanent s'établit, le voltmètre V_1 indique une tension $2V$, le voltmètre V_2 indique une tension $8V$ et l'ampèremètre indique une intensité $I = 0,2A$.

1. a) Identifier, en le justifiant, D_1 et D_2. Déduire la f.e.m E du **générateur**.

   b) Calculer la valeur de la résistance r de la **bobine**. Déduire celle de la résistance R_1.

2. On ouvre l'interrupteur K_1 puis K ensuite on ferme K_1, on obtient la courbe d'évolution de la tension aux bornes du **condensateur** au cours du temps (voir figure ci-dessous)



   a) Qu'observe-t-on au niveau de l'interrupteur K_1 lors de son ouverture ? à quoi est dû ce phénomène ?

   b) Quel est le phénomène observé juste après la fermeture de l'interrupteur K_1 ?

   c) Établir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_C aux bornes du **condensateur** lorsque K_1 est fermé.

3. En admettant que la pseudo-période T est pratiquement égale à la période propre T_0 du circuit, calculer l'inductance L de la **bobine**.

4. a) Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur RLC en fonction de L, C, i et u_C.

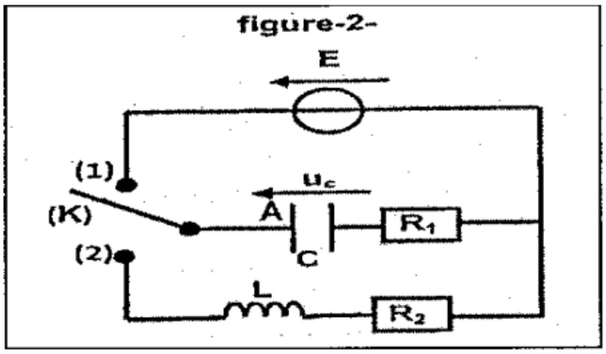
Ⓑ Montrer que cette énergie diminue au cours du temps. Interpréter cette diminution.

Ⓒ Calculer l'énergie moyenne dissipée par période dans les résistances entre les instants $t_1 = 0\,s$ et t_2 indiqué sur la figure 3.

Exercice 6:/ (Étude d'un circuit RLC)

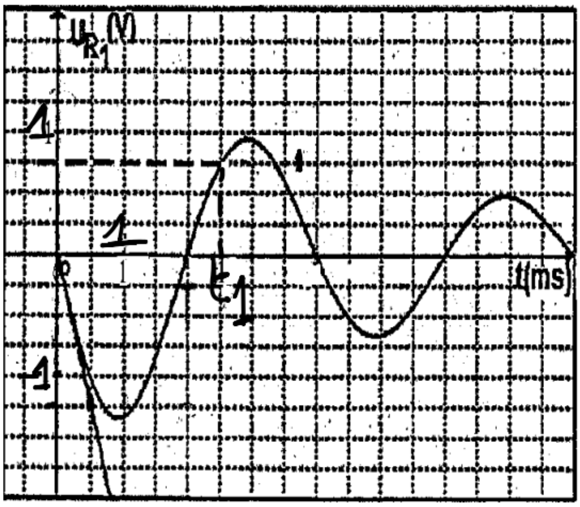
Le circuit de la figure ci-contre comporte :

- Un **générateur** idéal de tension de f.e.m E
- Un **condensateur** de capacité C
- Un commutateur K
- Une **bobine** purement inductive d'inductance $L = 0,2\,H$
- Un résistor R réglable
- Un résistor de résistance $R_2 = 20\,\Omega$



1. On prendra $R_1 = 50\,\Omega$. K est fermé en position **1** : Lorsque le régime permanent s'établit au bout d'une durée $\Delta t = 5\tau = 0,5\,ms$ la charge de l'armature A du **condensateur** est $q_A = 2.10^{-5}\,C$. Donner l'expression de l'énergie électrostatique E_c emmagasinée dans le **condensateur** au bout de la durée Δt en fonction de q_A, Δt et R, et calculer sa valeur.

2. À un instant pris comme origine des temps, on bascule K en position **2**. À l'aide d'un système d'acquisition approprié on obtient la courbe de la figure ci-dessous représentant la tension $u_{R1}(t)$ aux bornes du résistor de résistance R_1.

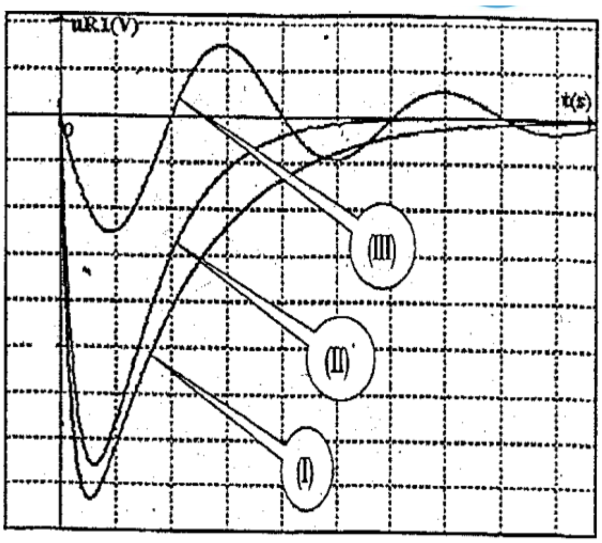


Ⓐ Établir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_{R1}(t)$.

(b) i. Préciser le régime des oscillations.
ii. En utilisant la courbe, déterminer la valeur de la tension aux bornes de la bobine u_{B0} à la date $t = 0$.
iii. Déduire que la valeur de la capacité $C = 2\,\mu F$.

(c) i. Établir l'expression de l'énergie totale E_{totale} de l'oscillateur en fonction de q, C, L, R_1 et $u_{R1}(t)$.
ii. Montrer que cette énergie diminue au cours du temps. Préciser la cause de cette diminution.
iii. À un instant de date t_1, indiqué sur la figure 3 l'énergie totale de l'oscillateur est $E_{totale}(t_1) = 4,8.10^{-5}\,J$
A. Montrer que la valeur de la tension $u_{C1}(t)$, aux bornes du condensateur à cette date est négative
B. Calculer cette valeur.
C. En déduire la valeur de la tension u_{B1}, aux bornes de la bobine.
iv. Déterminer l'énergie dissipée par effet joule dans le résistor de résistance R_1 entre $t = 0$ et t_1.
v. Préciser si le condensateur se charge ou se décharge entre $T/2$ et t_1 (T étant la pseudo-période des oscillations).

3 On visualise la tension $u_{R1}(t)$ au cours de trois expériences, où l'on modifie la valeur de R_1. On obtient les courbes de la figure ci-dessous.



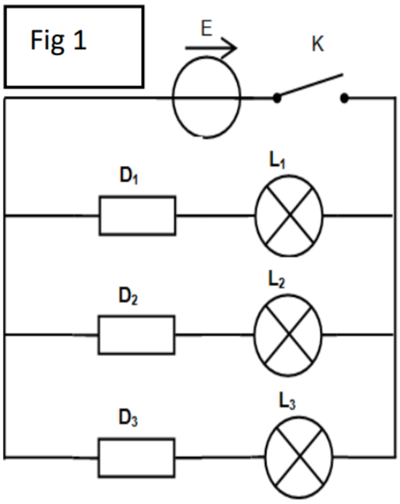
Compléter le tableau suivant en attribuant à chaque valeur de la résistance totale du circuit la courbe et le régime correspondant.

résistance totale	$2R_1$	$14R_1$	$20R_1$
Courbe			
Régime			

Exercice 7:/ (Circuits RL et identification de dipôles)

I- Pendant une séance de travaux pratiques, un élève dispose de trois dipôles de nature inconnue, D_1, D_2 et D_3. Chaque dipôle peut être soit :

- un conducteur ohmique de résistance R
- une bobine de résistance r et d'inductance L
- un condensateur de capacité C

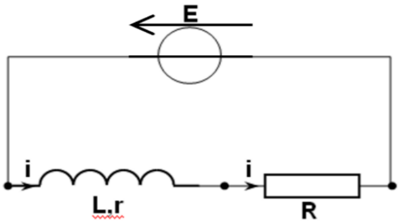


Afin d'identifier les trois dipôles l'élève réalise le circuit schématisé ci-contre (figure 1). Lorsqu'il ferme l'interrupteur K :

- La lampe L_1 s'allume instantanément.
- La lampe L_2 s'allume avec un retard temporel.
- La lampe L_3 s'allume pendant une courte durée puis s'éteint.

Identifier, en le justifiant les dipôles D_1, D_2 et D_3.

II- Le circuit électrique représenté par la figure ci-contre comporte, en série, un générateur de tension idéale de f.e.m E, une bobine B_1 d'inductance L_1 et de résistance $r = 10\,\Omega$, un interrupteur K et un résistor de résistance R.



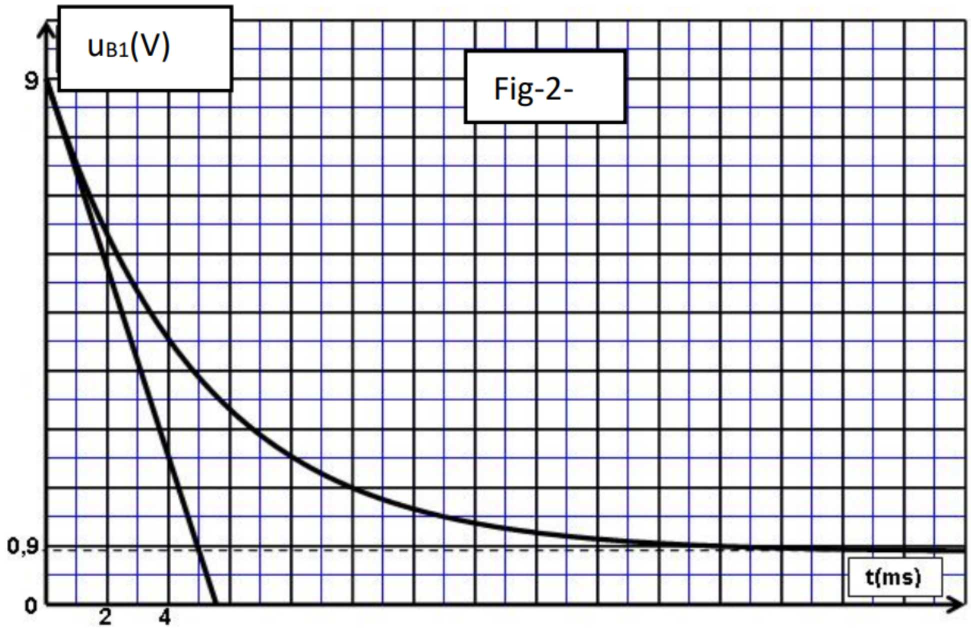
A la date $t = 0$ on ferme l'interrupteur K et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on enregistre la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine B_1, on obtient le chronogramme de la figure 2.

1. Interpréter le retard temporel de l'établissement de la tension u_{B1} aux bornes de la bobine.

2. a) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant électrique $i(t)$ dans le circuit peut s'écrire : $\dfrac{di(t)}{dt} + \dfrac{1}{\tau}i(t) = \dfrac{E}{L_1}$ avec $\tau = \dfrac{L_1}{R+r}$

   b) Vérifier que $i(t) = \dfrac{E}{R+r}(1 - e^{-t/\tau})$ est une solution de l'équation différentielle précédemment établie.

   c) Montrer que l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine peut s'écrire sous la forme $\dfrac{dE_L}{dt} = E.I - (R+r)I^2$



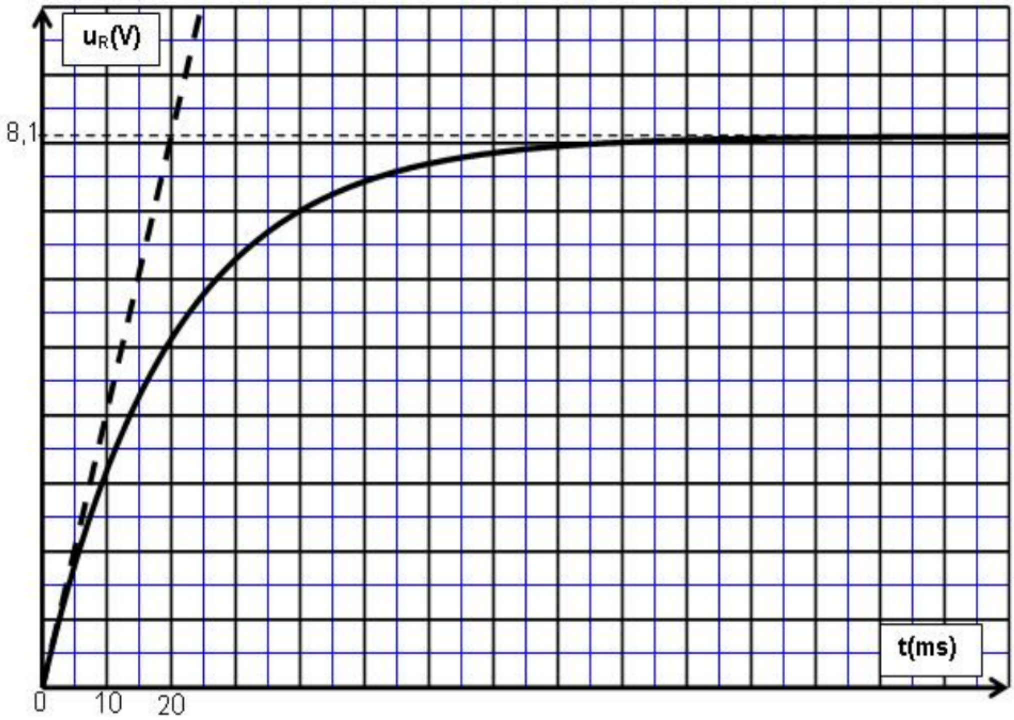
3 ⓐ Prélever du graphe de la figure 2 la f.e.m $\boldsymbol{E}$ du **générateur** et la constante de temps $\boldsymbol{\tau}$.

ⓑ Déterminer la valeur de la résistance $\boldsymbol{R}$ et celle de l'inductance $\boldsymbol{L_1}$ de la **bobine**.

4 Pour ralentir l'établissement du courant dans le circuit on remplace la **bobine** $\boldsymbol{B_1}$ par une **bobine** $\boldsymbol{B_2}$.

ⓐ En branche un voltmètre aux bornes de la **bobine** $\boldsymbol{B_2}$ et à l'instant $\boldsymbol{t = 0}$, on ferme l'interrupteur. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante $\boldsymbol{U_1}$. Justifier que la **bobine** $\boldsymbol{B_2}$ possède une résistance $\boldsymbol{r_2}$ non nulle.

ⓑ À l'aide de l'oscilloscope on visualise la tension $\boldsymbol{u_R(t)}$ au cours du temps voir figure ci-contre.



i. En utilisant l'équation différentielle précédente, montrer que : $\left(\dfrac{du_R(t)}{dt}\right)_{t=0} = \dfrac{R.E}{L_2}$

ii. Déduire la valeur de L_2

iii. En utilisant les deux graphes, montrer que $r_1 = r_2$

Exercice 8:/ (Circuit LC avec oscillations)

Le circuit schématisé sur la figure ci-contre comporte :

- Un **générateur** de tension continue (G) de f.e.m $E = 6\,V$
- Un **condensateur** de capacité C
- Une **bobine** d'inductance L et de résistance supposée nulle
- Un interrupteur (K) pouvant commuter entre les positions (1) et (2)

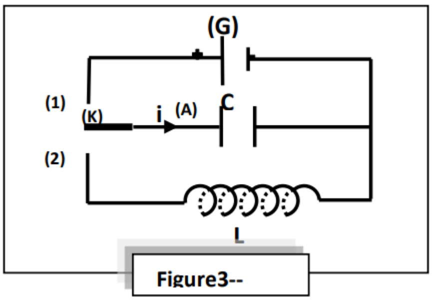


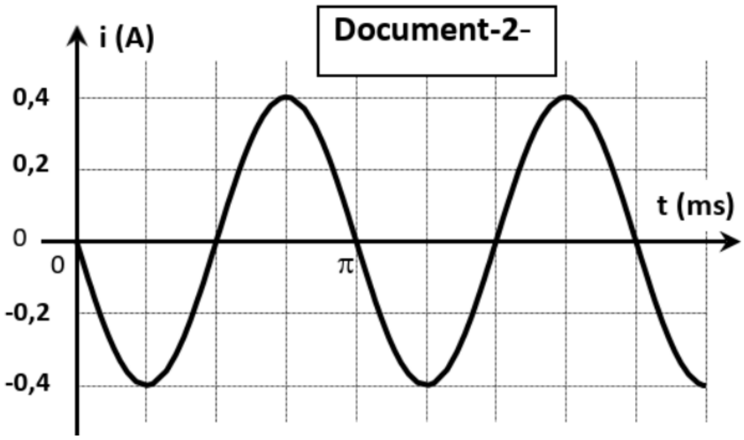
Figure3--

1. (K) est sur la position **1**. Préciser la valeur que prend le courant délivré par le **générateur** à la fin de l'opération de charge. Quelle tension existe alors aux bornes du **condensateur** ?

2. A cet instant, que l'on choisira comme origine de temps, on commute (K) en position **2** l'énergie électrostatique est maximale et égale $18\,\mu J$. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension de la **bobine** u_L au cours du temps.

③ L'équation différentielle admet une solution sinusoïdale de la forme $U_L(t) = U_{Lm}\sin(\omega_0 t + \phi_{UL})$. En vérifiant $U_L(t)$ dans l'équation différentielle. Déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations en fonction de L et C

④ Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe de la figure (4) donnant la variations au cours des temps de l'intensité du courant $i(t)$



Déduire graphiquement :

- L'amplitude I_m de l'intensité du courant $i(t)$
- La valeur de l'inductance L
- La période propre T_0
- Déduire la valeur de la capacité C du condensateur

⑤ Déterminer, en fonction du temps, les expressions de :

- l'intensité $i(t)$
- Charge $q(t)$

Exercice 9:/ (Circuit LC avec conservation d'énergie)

On réalise le circuit suivant comportant :

- un condensateur de capacité $C = 0,1\ \mu F$
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable
- un générateur qui délivre une tension contenue U_0 et un commutateur (K)

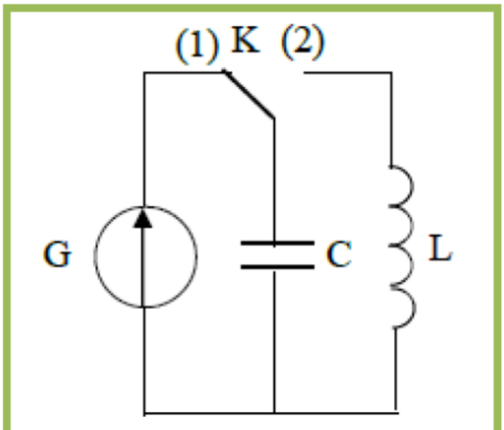


Figure -4-

1. Le commutateur étant en position **1**, exprimer l'énergie E_0 emmagasinée dans le condensateur en fonction de C et U_0.

2. A l'instant de date $t = 0\,s$, on bascule (K) en position **2**. Établir l'équation différentielle en q de l'oscillateur ainsi obtenu.

3. (a) Donner l'expression de l'énergie électrique totale E emmagasinée dans le circuit LC en fonction de q, i, L et C.

   (b) Montrer que l'énergie E se conserve au cours du temps.

4. Montrer que l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur s'écrit $E_C = E_0 - \frac{1}{2}Li^2$

5. Une étude expérimentale permet de tracer la courbe ci-contre :

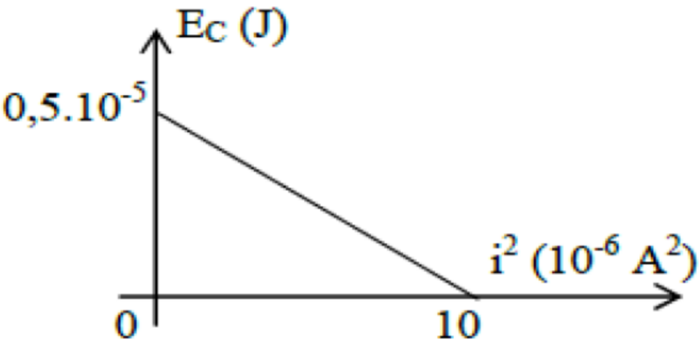


Figure -5-

   (a) Déterminer à partir de la courbe :

   - la valeur de l'inductance L
   - la valeur maximale I_m de l'intensité de courant

   (b) Déterminer la période propre T_0 de l'oscillateur

Ⓒ Montrer que $I_m = \sqrt{\dfrac{C}{L}}U_0$ en déduire la valeur de U_0 Avec U_0 la tension avec laquelle le condensateur a été chargé.

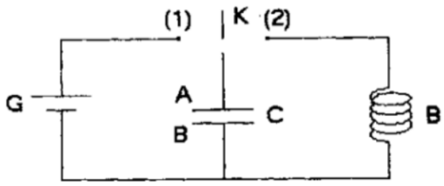
6. Déterminer alors l'expression de la charge $q(t)$.

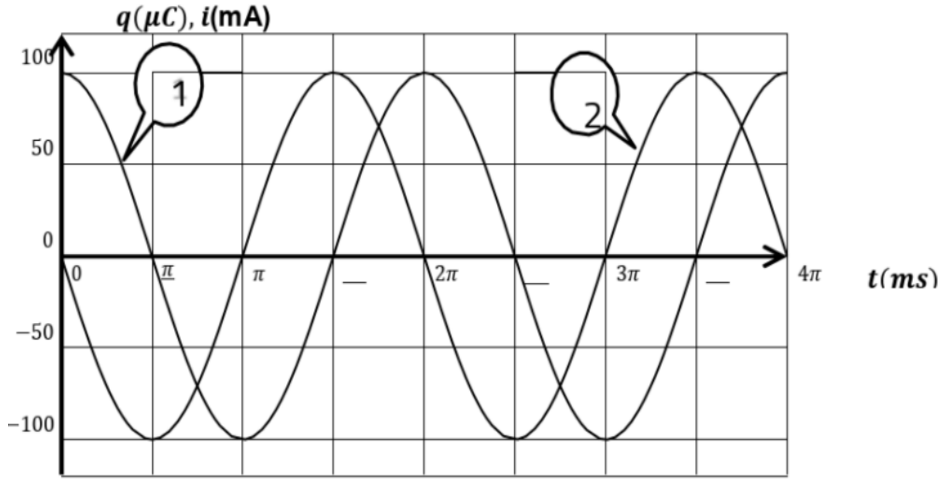
7. Tracer sur le même graphe la courbe $E = f(i^2)$ et celle de $E_L = g(i^2)$.

Exercice 10:/ (Circuit LC avec oscillations de courant)

On réalise un circuit comprenant une bobine de résistance négligeable et d'inductance L et un condensateur de capacité C comme l'indique la figure ci-contre. Au départ on ferme l'interrupteur sur la position **1**, le générateur délivre une tension $E = 20\,V$. A la date $t = 0\,s$, on ferme l'interrupteur sur la position **2**.

On désigne par q la charge de l'armature A du condensateur et par i l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit à un instant t. Une étude expérimentale a permis de tracer les oscillogrammes ci-contre traduisant l'évolution temporelle des grandeurs électriques $q(t)$ et $i(t)$





1. Indiquer, en le justifiant, la courbe qui représente $q(t)$ et en déduire la capacité C du condensateur.

2. Ⓐ Écrire l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge q.

   Ⓑ Vérifier que $q(t) = Q_m \sin(\omega t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle précédente

3. Quelle est l'expression littérale de la période T_0 des oscillations qui prennent naissance dans le circuit.

Exercice 11:/ (Circuit électrique avec oscillations)

On considère le circuit électrique dans la figure ci-contre,(*schématisée par votre professeur lors de la séance live*) comportant :

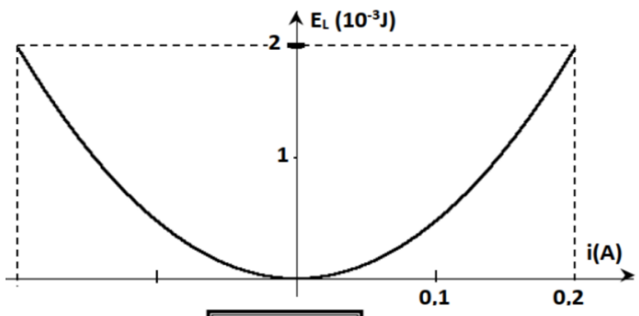
- un **générateur** de tension continue (G), de f.é.m U_0 et de résistance interne négligeable
- un **condensateur** (c) de capacité C et d'armatures A et B
- une **bobine** (B) d'inductance L et de résistance négligeable
- deux interrupteurs K_1 et K_2

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.

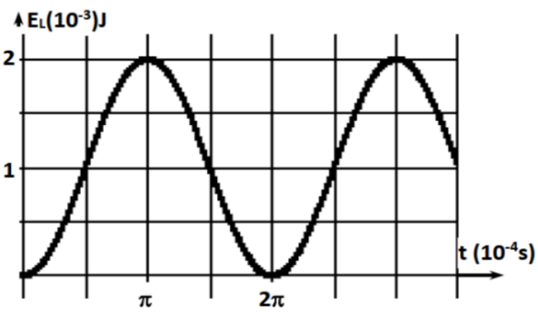
2. Le **condensateur** étant chargé, à $t = 0$ on ouvre K_1 et on ferme K_2. À t quelconque, l'armature A du **condensateur** porte une charge q.
   a. Exprimer l'énergie électromagnétique E en fonction de L, C, q et i.
   b. Montrer, sans faire aucun calcul que cette énergie se conserve et elle est égale à $\dfrac{Q_0^2}{2C}$.
   c. Déduire l'équation différentielle des oscillations électriques.
   d. Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.
   e. Donner l'expression de la charge q en fonction du temps.

3. Montrer que l'expression de cette énergie E_L en fonction du temps s'écrit : $E_L = \dfrac{E_0}{2}\left[1 + \cos\left(\dfrac{4\pi}{T_0}t + \pi\right)\right]$

4. 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.



Courbe (1)



Courbe (2)

   a. En exploitant la courbe (1), déduire les valeurs de L et de E_0.
   b. En exploitant la courbe (2), déduire la valeur de T_0.

5. Déterminer alors C, Q_0 et U_0.

Exercice 12:/ (Circuit RLC avec oscillations amorties)

On réalise le circuit correspondant au schéma ci-contre. Le condensateur de capacité $C = 15\,\mu F$ est préalablement chargé à l'aide d'un générateur idéal de tension continue (interrupteur en position **1**).
Le condensateur ayant atteint le régime permanent on bascule l'interrupteur K en position **2** à l'origine des temps $t = 0$.
Le condensateur se décharge à travers une bobine d'inductance $L = 1\,H$ et de résistance $r = 20\,\Omega$. Un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur permet de suivre pendant la décharge, l'évolution au cours du temps de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et celle de l'intensité du courant $i(t)$.

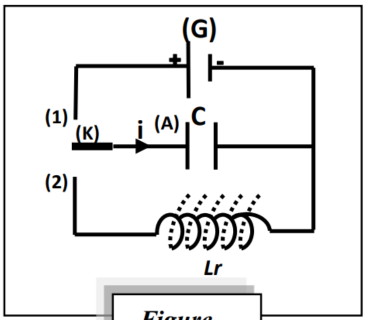
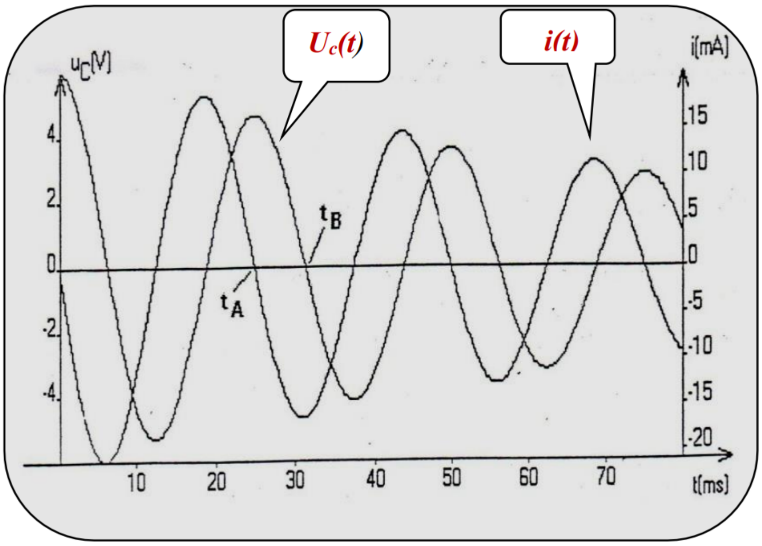


Figure-



1. ⓐ S'agit-il d'oscillations libres amorties ou non amorties ? Justifier la réponse.

   ⓑ Montrer que l'équation différentielle traduisant les oscillations électriques de la charge $q(t)$ s'écrit sous la forme suivante : $\dfrac{d^2q}{dt^2} + \alpha\dfrac{dq}{dt} + \beta q = 0$,
   α et β coefficients que l'on exprimera en fonction des caractéristiques r, L et C de l'oscillateur.

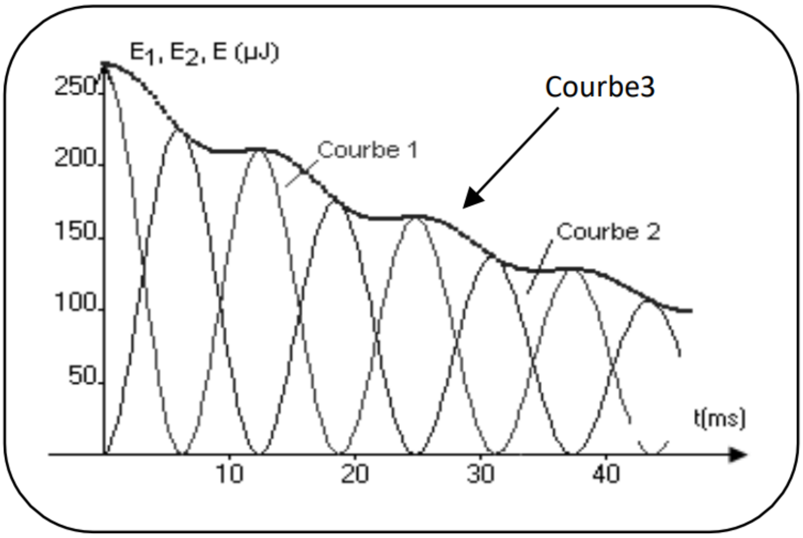
2. ⓐ Déterminer à partir des courbes la valeur de la pseudo période T des oscillations.

   ⓑ Entre les instants de dates t_A et t_B (voir la figure), le condensateur se charge ou se décharge ? en précisant le signe de la charge de l'armature A et le sens réel de circulation du courant ? Justifier la réponse.

   ⓒ Déterminer la variation de l'énergie totale ΔE entre ces deux instants.

3. On souhaite étudier l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur électrique.

   Un logiciel peut calculer, à partir des mesures, l'énergie électrique E_c emmagasinée dans le condensateur, l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine et l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur électrique. La variation en fonction du temps de ces trois énergies a fourni les courbes ci-contre.



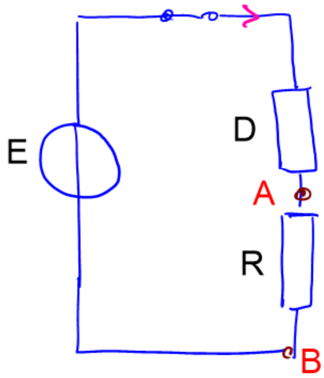
(a) En utilisant les conditions initiales, identifier les trois courbes données en justifiant la réponse.

(b) Montrer que $\frac{dE}{dt} = -r.(\frac{dq}{dt})^2$

(c) Interpréter brièvement la variation de l'énergie totale de l'oscillateur électrique. Calculer la perte d'énergie du circuit entre les dates des instants $t_1 = 0\,ms$ et $t_2 = 30\,ms$

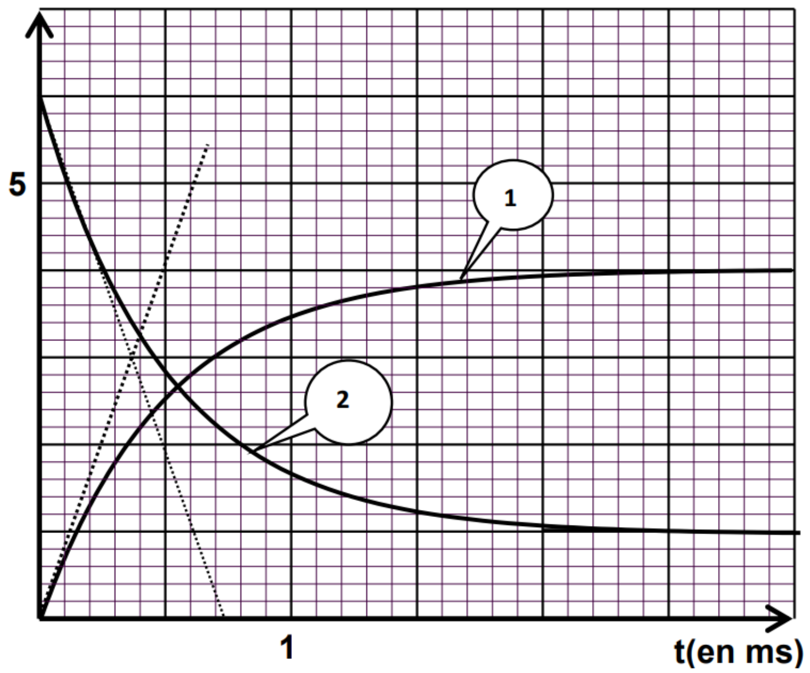
Exercice 13:/ (Identification d'un dipôle électrique)

On se propose de déterminer la nature exacte d'un dipôle électrique D qui peut être soit une **bobine** d'inductance L et de résistance r, soit un **condensateur** de capacité C. On réalise alors le circuit schématisé sur la figure ci-contre. Ce circuit comporte :



- Un **générateur** délivrant une tension électrique $E = 6\,V$
- Un résistor de résistance $R_0 = 100\,\Omega$
- Le dipôle D
- Un interrupteur K, montés en série

(1) À la fermeture du circuit, on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, la tension u_{BA} aux bornes du résistor on obtient alors le chronogramme (1) représenté à la figure :



ⓐ Reproduire le schéma du circuit et représenter les connections à faire avec l'oscilloscope

ⓑ Montrer que le dipôle D est une **bobine** et expliquer le retard à l'établissement du régime permanent dans le circuit

2 ⓐ Montrer que la tension u_{BA} aux bornes du résistor vérifie l'équation différentielle : $\dfrac{du_{BA}}{dt} + \dfrac{1}{\tau}u_{BA} = \dfrac{R_0}{L}E$

Soit $u_{BA} = U_0(1 - e^{-t/\tau})$ la solution de cette équation différentielle

ⓑ Montrer que :

- l'inductance de la **bobine** peut s'écrire $L = \dfrac{ER_0}{p}$ où p est la pente de la tangente (T) du chronogramme (C), à l'instant $t = 0$
- la résistance de la **bobine** peut s'écrire $r = R_0(\dfrac{E}{U_0} - 1)$ où U_0 est la valeur de la tension u_{BA} en régime permanent de l'établissement du courant

ⓒ Déterminer les valeurs de la résistance r et de l'inductance L de la **bobine**.

3 On change la **bobine** précédente par une autre $(L'; r')$ et on enregistre la tension $u_b(t)$ aux bornes de la **bobine** (courbe 2)

ⓐ Déterminer l'expression de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la **bobine**, en fonction de E, t, U_0 et τ'

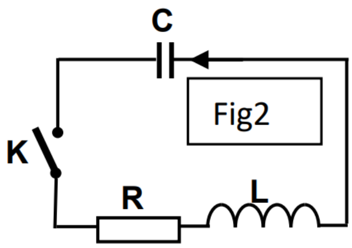
ⓑ Déterminer les valeurs de U_0, I, et r'. I : intensité du courant en régime permanent

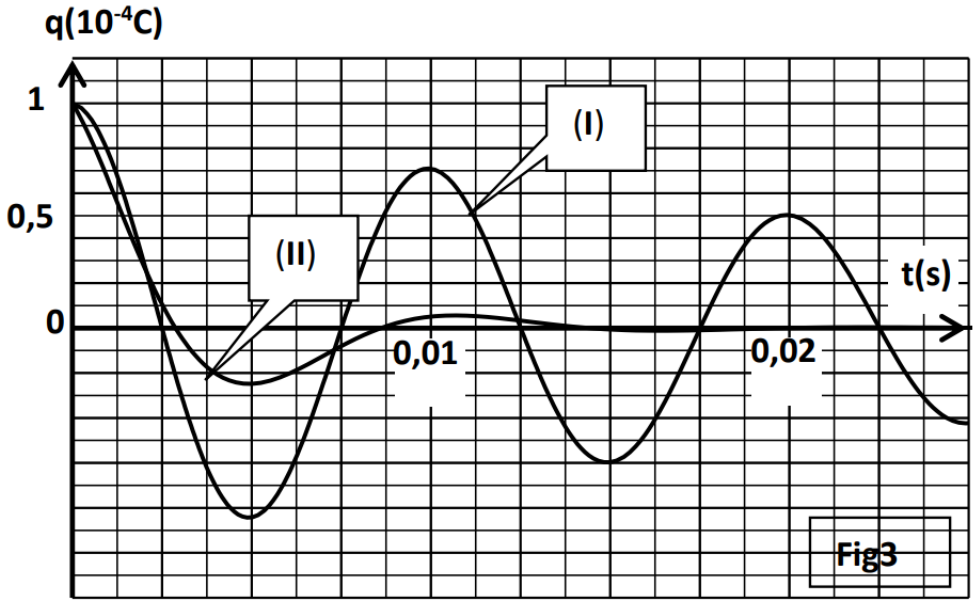
ⓒ En déduire la valeur de L'

Exercice 14:/ (Oscillations électriques libres)

PARTIE A

On réalise un circuit série avec une **bobine** d'inductance pure (L), un **condensateur**, initialement chargé, de capacité $C = 10\,\mu F$ et un résistor de résistance R réglable (figure 2). Pour deux valeurs différentes R_1 et R_2 de R on trace les courbes respectives (I) et (II) de la figure 3 représentant l'évolution de la charge q du **condensateur**.

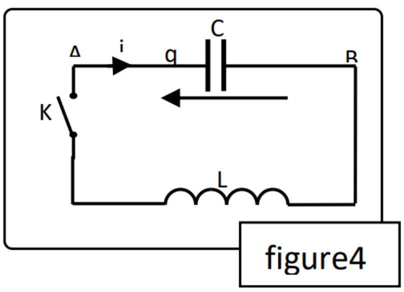


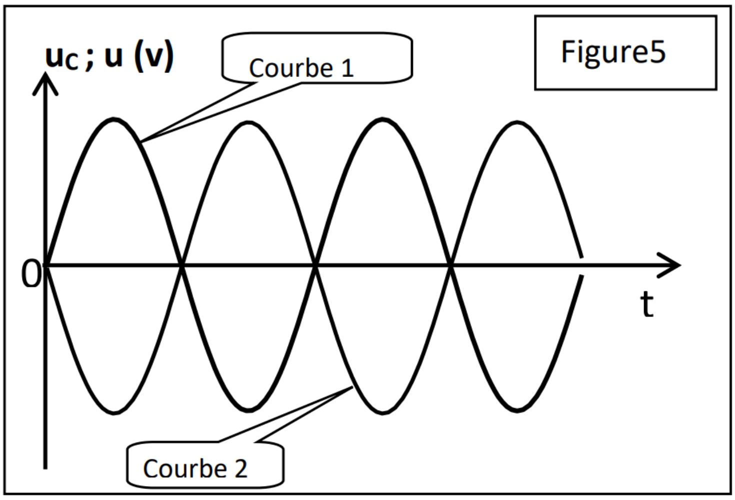


1. ⓐ Quelle est le régime des oscillations du circuit dans ces deux cas?
   ⓑ Comparer les valeurs de R_1 et R_2
2. ⓐ Déterminer la pseudo période T des oscillations relative à la courbe (I)
   ⓑ Déterminer la valeur de l'inductance de la **bobine** en supposant que cette pseudo-période est pratiquement égale à la période propre
3. ⓐ Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q
   ⓑ Pour $R = R_1$, calculer l'énergie dissipée par effet joule pendant l'intervalle $[0; 2T]$
4. Pour $R = R_2$ l'énergie diminue 80% de sa valeur initiale au bout de $T'/4$ où T' est la pseudo-période correspondante à la courbe (II). Déterminer l'intensité du courant dans le circuit à $t = T/4$ en précisant son sens.

PARTIE B

On étudie les oscillations libres d'un circuit oscillant du type LC, constitué d'un **condensateur** de capacité $C = 0,4\,\mu F$ et d'une **bobine** purement inductive d'inductance L (figure 4). Le graphe de la figure 5 représente la tension $u_C(t)$ aux bornes du **condensateur** (courbe 1), et une autre tension $u(t)$ (courbe 2).





1 ⓐ On exprimera la tension aux bornes de la **bobine** en fonction de $u_C(t)$, montrer que $u(t)$ ne peut être que la tension $u_L(t)$ aux bornes de la **bobine**

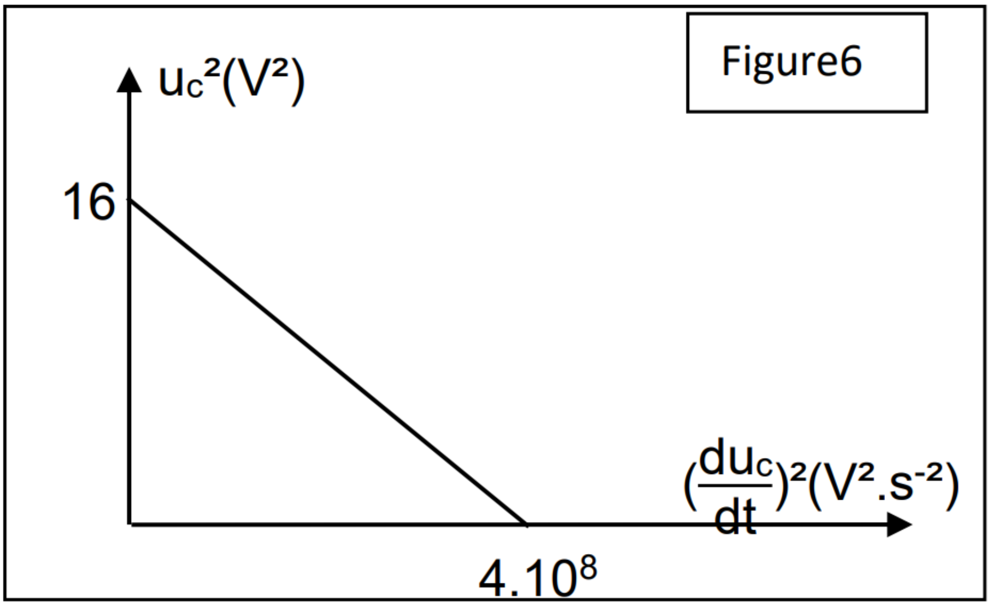
ⓑ Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ s'écrit $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \omega^2 u_C = 0$ avec ω une constante positive qu'on déterminera

ⓒ En exploitant le graphe, déterminer l'expression de $u_C(t)$ en fonction de son amplitude U_{cm}, ω, et t

2 ⓐ Montrer que l'énergie totale de l'oscillateur est constante. Écrire son expression en fonction de C et U_{cm}

ⓑ montrer que : $(\frac{T_0}{2\pi}\frac{du_c}{dt})^2 + u_c^2 = U_{cm}^2$ où T_0 est la période propre des oscillations

3 Sur le graphe ci-dessous (figure 6), on représente la courbe $u_C^2 = f[(\frac{d^2u_C}{dt^2})^2]$



ⓐ Justifier la courbe

ⓑ Déterminer, en utilisant la courbe les valeurs de T_0 et U_{cm}

ⓒ En déduire la valeur de L

"Les oscillations électriques sont comme une danse:
Les électrons mènent le bal de l'énergie."

— Nikola Tesla