

Exercice n°1

Au laboratoire d'un lycée, on dispose du matériel suivant :

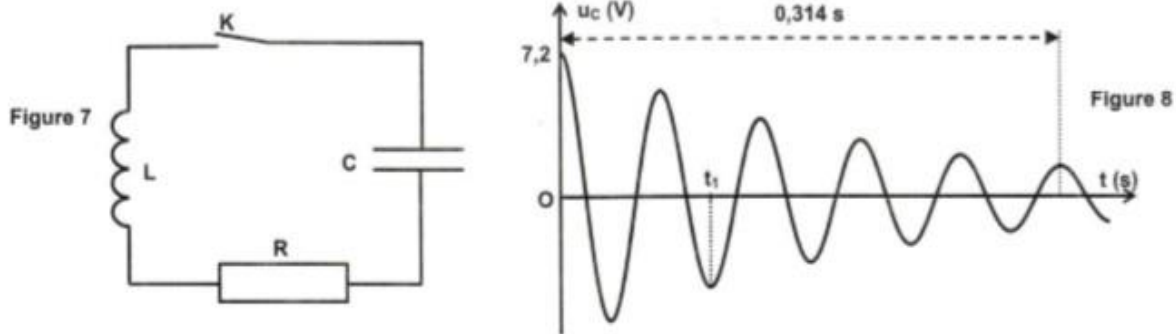
- un générateur de courant délivrant un courant constant d'intensité $i = 100 \mu\text{A}$,
- un générateur de tension constante $E = 7,2 \text{ V}$,
- un conducteur ohmique, de résistance R réglable, une bobine d'inductance $L = 1 \text{ H}$ et de résistance nulle et un condensateur de capacité C inconnue,
- un oscilloscope bicourbe,
- un interrupteur K et des fils de connexion.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves se proposent de déterminer la valeur de la capacité C du condensateur par différentes méthodes. Pour ce faire, ils réalisent les trois expériences suivantes :

Expérience - 3 : décharge oscillante du condensateur.

Le condensateur préalablement chargé sous la tension $E = 7,2 \text{ V}$, est placé en série avec le conducteur ohmique et la bobine. Le circuit ainsi réalisé est représenté par la figure 7.

À un instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on enregistre, au cours du temps, l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur. Pour $R = R_2 = 10 \Omega$, on obtient la courbe de la figure 8.



- 1) Parmi les propositions ci-dessous, choisir celles qui conviennent pour qualifier les oscillations obtenues.
 - Oscillations forcées
 - Oscillations pseudo-périodiques
 - Oscillations libres
 - Oscillations non amorties
 - Oscillations périodiques
 - Oscillations amorties
- 2) L'amortissement est faible, la pseudo-période T des oscillations est sensiblement égale à la période propre T_0 du circuit (LC).
 - a- Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations.
 - b- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
- 3) On désigne par E_0 et E_1 les énergies totales du circuit respectivement aux instants de dates $t = 0$ et $t_1 = 1,5 T$.
Sachant que $E_1 = 0,39 E_0$, déterminer à t_1 , la valeur de la tension aux bornes du condensateur.

Correction

Expérience- 3: décharge oscillante du condensateur

1- Les oscillations sont: - libres – amorties – pseudopériodiques.

2-a- La courbe de $u_c(t)$ présente cinq oscillations dont la durée mesurée est $\Delta t = 0,314 \text{ s} = 5T \Rightarrow T = 62,8 \text{ ms}$.

b- $T^2 = T_0^2 = 4\pi^2 LC$, $C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$, A.N : $C = 10^{-4} \text{ F}$.

3-A un instant de date t_1 : $E_1 = 0,39 E_0 \Rightarrow \frac{1}{2} C u_c^2 = 0,39 \cdot \frac{1}{2} C U_{C0\text{max}}^2 \Rightarrow u_c^2 = 0,39 \cdot U_{C0\text{max}}^2 \Rightarrow$ A.N: $u_c = -4,5 \text{ V}$

Exercice n°2

On dispose d'un générateur idéal de fem E , d'un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$ et de deux dipôles électriques (D_1) et (D_2). Le dipôle (D_1) est une bobine d'inductance L et de résistance interne r supposée nulle. Le dipôle (D_2) est une bobine de même inductance L mais de résistance interne r non nulle.

Pour étudier l'évolution au cours du temps de la tension électrique $u_C(t)$ aux bornes du condensateur, on réalise les deux expériences suivantes :

- **Expérience 1** : on charge complètement le condensateur à l'aide du générateur et on le branche aux bornes du dipôle (D_1). A l'aide d'un oscilloscope branché aux bornes du condensateur, on visualise la tension $u_C(t)$.
- **Expérience 2** : on charge complètement le condensateur à l'aide du générateur et on le branche aux bornes du dipôle (D_2). A l'aide d'un oscilloscope branché aux bornes du condensateur, on visualise la tension $u_C(t)$.

On obtient les deux courbes (C_1) et (C_2) de la **figure 1**.

- 1- Faire correspondre, à chacune des expériences précédentes, l'une des courbes (C_1) ou (C_2) qui lui convient. Justifier la réponse.
- 2- Chacun des phénomènes oscillatoires, représentés par les courbes (C_1) et (C_2), est caractérisé par la période propre T_0 ou la pseudo-période T .
 - a- Déterminer graphiquement les valeurs de T_0 et de T .
 - b- En déduire la valeur de L .

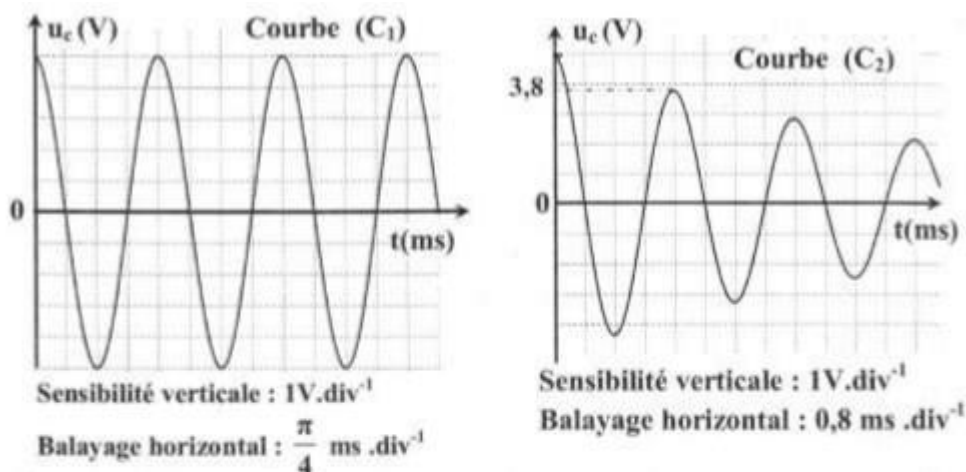


figure 1

- 3- On considère le circuit électrique fermé réalisé lors de l'expérience qui a permis d'obtenir la courbe (C_2) de la **figure 1**.
 - a- Calculer les valeurs E_1 et E_2 de l'énergie emmagasinée dans ce circuit, respectivement aux instants $t_1 = 0$ et $t_2 = T$.
 - b- Préciser, en le justifiant, la cause de l'écart entre les valeurs E_1 et E_2 .

Correction

1-a	Courbe (C_1) \rightarrow Exp1 : bobine d'inductance L et de résistance interne r supposée nulle. Les oscillations sont non amorties. Courbe (C_2) \rightarrow Exp2 : bobine d'inductance L et de résistance interne r non nulle. Les oscillations sont amorties.
2-a	$T_0 = 3,14 \text{ ms}$ et $T = 3,20 \text{ ms}$
2-b	$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \Rightarrow L = 0,25 \text{ H}$
3-a	A l'instant $t_1 = 0$, on a : $E_{C1} = \frac{1}{2} \cdot (C \cdot U_{cm1}^2) = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$; $E_{m1} = 0 \Rightarrow E_1 = E_{C1} + E_{m1} = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ A l'instant $t_2 = T$, on a : $E_{C2} = \frac{1}{2} \cdot (C \cdot U_{cm2}^2) = 7,22 \cdot 10^{-6} \text{ J}$; $E_{m2} = 0 \Rightarrow E_2 = E_{C2} + E_{m2} = 7,22 \cdot 10^{-6} \text{ J}$
3-b-	Cette variation d'énergie est due à la dissipation de l'énergie par effet Joule à travers la résistance interne r de la bobine.

Exercice n°3

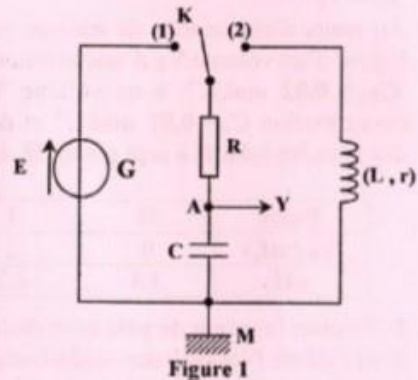
On dispose des dipôles électriques suivants :

- un résistor de résistance $R = 270 \Omega$;
- un condensateur de capacité C ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un commutateur K à deux positions;
- un générateur G , supposé idéal de force électromotrice E .

Partie I

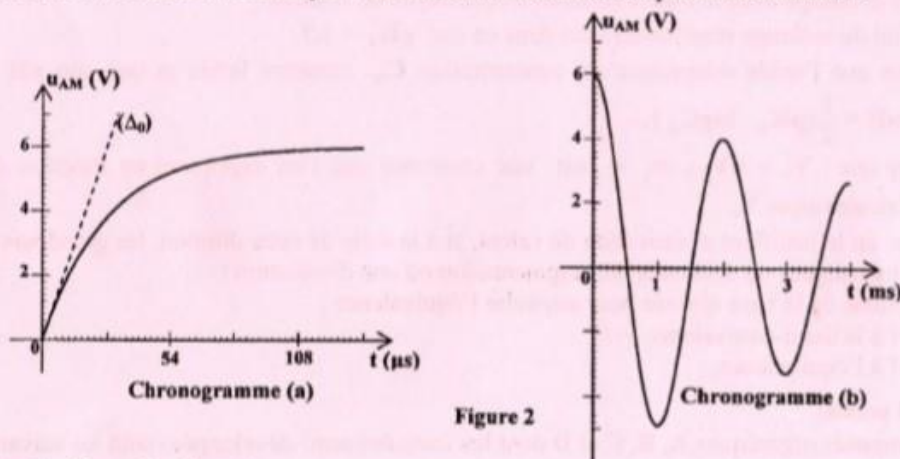
A l'aide du circuit de la Figure 1, constitué par l'association du condensateur initialement déchargé, du résistor, du commutateur K , du générateur G et de la bobine, on réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : on place le commutateur K sur la position 1;
- **expérience 2** : lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule le commutateur à la position 2.



Un dispositif approprié d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de la tension u_{AM} aux bornes du condensateur au cours du temps et de tracer la courbe correspondante. La fermeture du circuit dans chaque expérience déclenche l'acquisition des mesures à l'instant $t = 0$. On obtient alors les chronogrammes (a) et (b) de la Figure 2. Sur le chronogramme (a), on a tracé la tangente (Δ_0) à la courbe $u_{AM} = f(t)$ au point d'abscisse $t = 0$.

- 1- Pour chacun des chronogrammes (a) et (b), préciser l'expérience correspondante et indiquer le phénomène physique mis en évidence parmi la liste suivante : résonance d'intensité électrique, charge d'un condensateur, oscillations électriques forcées, oscillations électriques libres amorties.



- 2- En exploitant la Figure 2, déterminer :

- la fem E du générateur G ;
- la constante de temps τ relative au dipôle RC et déduire la valeur de la capacité C du condensateur ;
- la pseudo-période T des oscillations électriques libres mises en jeu et déduire la valeur de l'inductance L de la bobine, sachant que $T \approx T_0$; avec T_0 est la période propre du circuit et $\pi^2 \approx 10$.

- d) la valeur de l'énergie électrique totale du circuit dans la deuxième expérience en $t_0 = 0$ et $t_1 = T$. Déduire l'énergie dissipée par effet Joule entre ces deux instants.

Correction

I-1- a) $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ ainsi pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 0,63.E$

b) b1- On a $E = 8 \text{ V}$

b2- Pour $t = \tau$ on a $u_C = u_{CB} = 0,63.E = 5 \text{ V}$ ainsi $\tau = 1 \text{ ms}$.

$\tau = RC$ par suite $C = \frac{\tau}{R}$ or $\tau = 1 \text{ ms}$ et $R = 100 \Omega$ donc $C = 10^{-5} \text{ F}$

b3- $\frac{T_1}{2} = 5 \text{ ms}$ d'où $T_1 = 10 \text{ ms}$. On a $\tau = 1 \text{ ms}$ d'où $T = 10\tau = T_1$ ainsi la condition pour que le condensateur puisse atteindre sa charge maximale est vérifiée donc le choix de T_1 est convenable.

2- a) $u_{MB}(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ or $i(t) = \frac{u_{AM}(t)}{R}$ par suite $u_{MB}(t) = \frac{L}{R} \cdot \frac{du_{AM}(t)}{dt}$

b) b1- $T_2 = 16 \text{ ms}$.

b2- sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_2}{2}\right]$: $u_{MB} = 500 \text{ mV}$; $\frac{du_{AM}}{dt} = \frac{4}{8 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ V.s}^{-1}$ donc

$L = R \cdot \frac{u_{MB}}{\frac{du_{AM}}{dt}} = 100 \cdot \frac{0,5}{500} = 0,1 \text{ H}$

Exercice n°4

On dispose au laboratoire d'une bobine B d'inductance L et de résistance r et d'un dipôle D , dont les valeurs des grandeurs caractéristiques indiquées par le constructeur sont grattées. Afin de retrouver les valeurs de ces grandeurs, on demande à un groupe d'élèves de réaliser les expériences suivantes (1) et (2) :

Expérience (1):

Le groupe d'élèves réalise le montage de la **figure 4** comportant, montés en série, un générateur idéal de tension de fem $E = 9 \text{ V}$, la bobine B , un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$ et un interrupteur K .

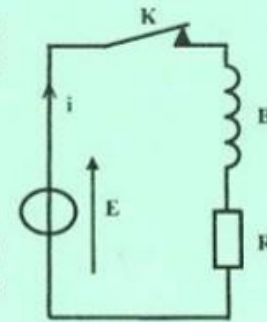


Figure 4

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer :

- sur la **voie X** : la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ;
- sur la **voie Y** : la tension $u(t)$ aux bornes du générateur.

À l'instant $t = 0$, on ferme K . Les courbes, donnant l'évolution au cours du temps des tensions électriques $u_R(t)$ et $u(t)$, sont représentées sur la **figure 5** de la page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie.

- 1) a- Indiquer sur la **figure 6** de la page 5/5 les branchements à réaliser à l'oscilloscope pour visualiser simultanément $u_R(t)$ et $u(t)$.
- b- Justifier que la courbe \mathcal{C}_1 de la **figure 5** correspond à $u_R(t)$.

2) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R(t) = \frac{RE}{L}$; où τ désigne la constante de temps du circuit électrique dont on donnera son expression en fonction de R , r et L .

3) L'équation différentielle précédente admet comme solution $u_R(t) = U_{R_m}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; où U_{R_m} est la valeur maximale de $u_R(t)$. Exprimer U_{R_m} en fonction de R , r et E .

4) En exploitant les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la **figure 5** :

- a- Montrer que $r = 10 \Omega$;
- b- Déterminer la valeur de la constante de temps τ et déduire celle de l'inductance L .

Expérience (2):

Dans le montage de la **figure 4**, le groupe d'élèves insère le dipôle D et remplace l'interrupteur K par un commutateur bipolaire K' comme le montre la **figure 7**.

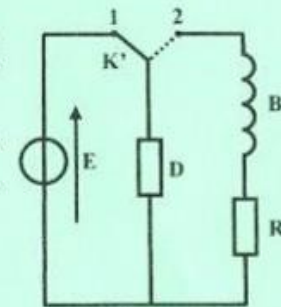


Figure 7

À $t = 0$, on bascule K' sur la position 2. À l'aide d'un oscilloscope à mémoire convenablement branché aux bornes du dipôle D , on visualise la tension $u_D(t)$. On obtient la courbe de la **figure 8**.

5) a- Les oscillations de la tension $u_D(t)$ sont dites libres amorties.

Justifier cette affirmation et nommer le régime des oscillations obtenu.

b- Montrer que le dipôle D ne peut-être qu'un condensateur.

6) Le dipôle D étant un condensateur de capacité C . Préciser, en le justifiant, s'il est en phase de charge ou en phase de décharge entre les instants t_1 et t_2 .

7) a- Exprimer, en fonction de L , C , $u_D(t)$ et

$\frac{du_D(t)}{dt}$ l'énergie électromagnétique E .

b- Montrer qu'à l'instant t_1 l'énergie E s'écrit sous la forme :

$$E_1(t_1) = \frac{1}{2}LC^2 \left(\frac{du_D(t)}{dt} \right)^2.$$

c- Sachant que $E_1(t_1) = 5.10^{-5} \text{ J}$, déterminer la capacité C du condensateur.

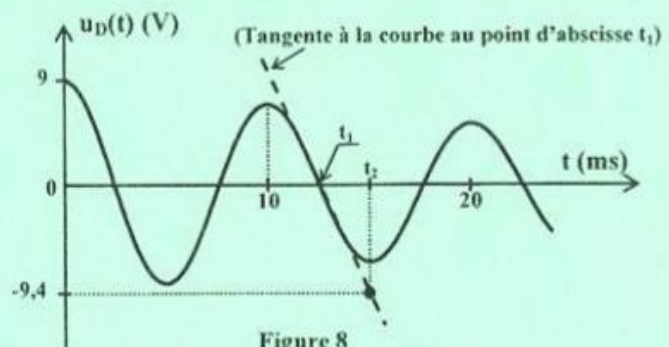


Figure 8

Exercice n°5

On réalise le montage électrique schématisé dans la figure 3 ci-contre.

Il comporte :

- deux dipôles (D_1) et (D_2) dont l'un peut être un condensateur de capacité C , alors que l'autre peut être une bobine d'inductance L et de résistance r ou bien un résistor de résistance r ;
- un générateur de force électromotrice (**fem**) E et de résistance interne nulle ;
- un résistor de résistance $R = 60 \Omega$;
- deux ampèremètres (A_1) et (A_2) ;
- un voltmètre (V) ;
- trois interrupteurs (K), (K_1) et (K_2).

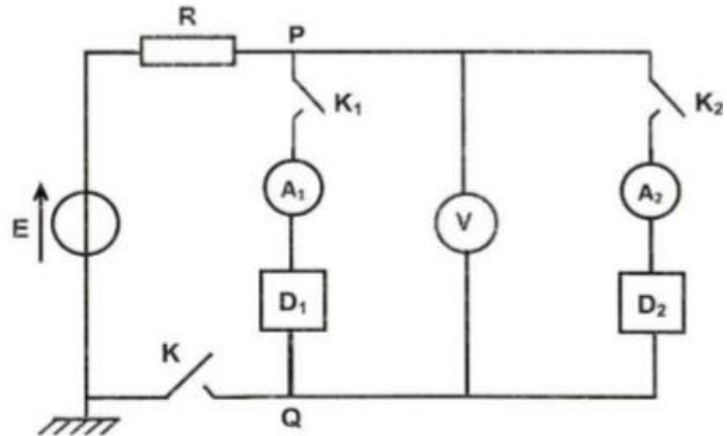


Fig.3

- I. Le condensateur ne portant initialement aucune charge électrique, on ferme les interrupteurs (K_1) et (K_2), puis (K). En régime permanent, le voltmètre indique une tension $U = 2,4 \text{ V}$, l'ampèremètre (A_1) indique un courant nul tandis que l'ampèremètre (A_2) indique un courant d'intensité $I = 0,16 \text{ A}$.

1. Montrer que :

- a) le dipôle (D_1) est le condensateur de capacité C ,
- b) on ne peut pas trancher quant à la nature exacte du dipôle (D_2) et calculer la valeur de r .

2. Déterminer la valeur de la fem E du générateur.

- II. On ouvre les trois interrupteurs et on décharge complètement le condensateur. Puis, on ferme (K_1) et on maintient (K_2) ouvert. Par la suite, on ferme l'interrupteur (K). Le régime permanent s'établit pratiquement au bout d'une durée $\theta = 0,6 \text{ ms}$.

1. Expliquer le phénomène qui se produit au niveau du condensateur (D_1) à la fermeture de l'interrupteur (K).
2. Donner l'allure du chronogramme observé sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire branché entre P et Q .
3. Sachant que la durée θ vaut 5 fois la valeur de la constante de temps τ , calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

- III. On ouvre (K) et on ferme (K_2). L'enregistrement de la tension $u_{PQ}(t)$ à l'aide de l'oscilloscope à mémoire donne des oscillations libres amorties comme il est indiqué sur la courbe de la figure 4.

1. a) En s'appuyant sur la forme de l'enregistrement graphique :

- montrer que le dipôle (D_2) ne peut pas être un résistor,
- expliquer pourquoi les oscillations de $u_{PQ}(t)$ sont qualifiées de libres et amorties,
- donner la valeur de la pseudopériode T .

b) En supposant que T est égale à la période propre T_0 , déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2. Soit E_T l'énergie électrique totale emmagasinée dans le circuit fermé.

a) Exprimer, en fonction de L , C , u_{PQ} et l'intensité I du courant, l'énergie E_T .

b) - Calculer, à l'aide de la courbe de la figure 4, les valeurs de l'énergie électrique totale E_T aux instants $t_1 = 0 \text{ ms}$ et $t_2 = 15 \text{ ms}$.

- Montrer que le sens de variation de E_T entre t_1 et t_2 est prévisible.

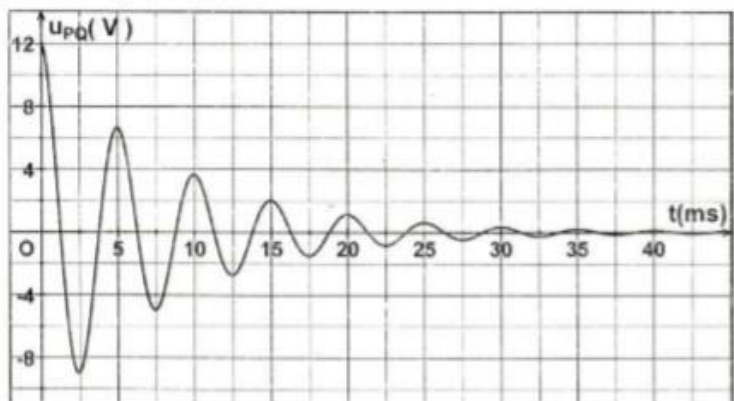


Fig.4

Correction

I.1.

- a) En régime permanent, l'ampèremètre (A_1) indique un courant nul et le voltmètre (V) indique une tension 2,4 V.
 \Rightarrow le dipôle qui peut avoir une tension non nulle et un courant nul ne peut être qu'un condensateur.
- b) Le dipôle (D_2) parcouru, en régime permanent, par un courant constant d'intensité non nulle ($I = 0,16$ A) peut être soit un résistor de résistance r ou bien une bobine d'inductance L et de résistance r .

$$r = \frac{U}{I} = \frac{2,4}{0,16} = 15 \Omega$$

2. En régime permanent, $E = (R+r)I = 12$ V.

II.

- Il s'agit d'une accumulation progressive de charges au niveau des armatures du condensateur : c'est la charge du condensateur.
- Courbe de charge d'un condensateur, avec $u_{PQ} = 0$ à $t = 0$ et $u_{PQ} \rightarrow E$ quand $t \rightarrow \infty$

$$3. \theta = 5\tau, \text{ avec } \tau = RC \Rightarrow C = \frac{\theta}{5R} \Rightarrow C = 2 \mu F$$

III.1.

- a) - Le circuit est le siège d'**oscillations** de u_{PQ} .
 $\Rightarrow (D_2)$ ne peut pas être un résistor $\Rightarrow (D_2)$ est une bobine (L, r).
 - Les oscillations sont qualifiées comme étant :
 * libres car elles s'effectuent sans l'intervention du milieu extérieur,
 * amorties parce qu'elles sont caractérisées par une diminution d'amplitude au cours du temps.
 - Valeur de la pseudopériode : $T = 5$ ms

b) On a : $T \approx T_0$ $T = 2\pi\sqrt{LC} \Leftrightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = 0,316$ H

2.

a) $E_T = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu_{PQ}^2$.

b) - $E_T(t_1 = 0) = E_{t_1} = \frac{1}{2}Cu_{PQ}^2 = 144 \cdot 10^{-8}$ J

$E_T(t_2 = 15 \text{ ms}) = E_{t_2} = 4 \cdot 10^{-8}$ J

- $E_T(t_2) < E_T(t_1) \Leftrightarrow E_T$ diminue entre t_1 et t_2 .

Ceci est prévisible car il s'agit d'oscillations électriques libres amorties

Exercice n°6

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves décide de retrouver expérimentalement les valeurs de la capacité C d'un condensateur, de l'inductance L et de la résistance r d'une bobine pour les comparer à celles données par le fabricant.

Le matériel disponible pour cette étude est le suivant :

- une bobine dont les indications du fabricant sont : $L = 1 \text{ H}$ et $r = 10 \Omega$,
- un condensateur dont l'indication est : $C = 0,2 \mu\text{F}$,
- un générateur de tension constante $E = 10 \text{ V}$,
- un conducteur ohmique de résistance $R = 90 \Omega$,
- un interrupteur K et un commutateur bipolaire,
- des fils de connexion.

I- Vérification des valeurs de r et L

Dans cette partie, les élèves cherchent à déterminer les valeurs de la résistance r et de l'inductance L de la bobine. Ils réalisent alors le montage de la **figure 3**.

A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K et on suit avec un oscilloscope à mémoire l'évolution au cours du temps de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique. On obtient l'enregistrement de la **figure 4**.

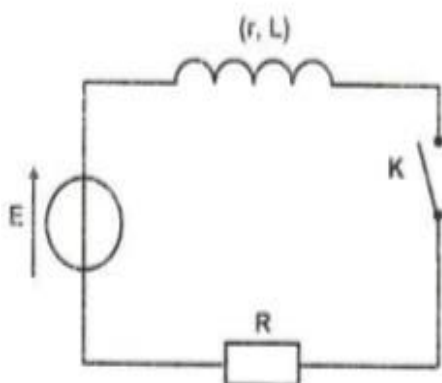
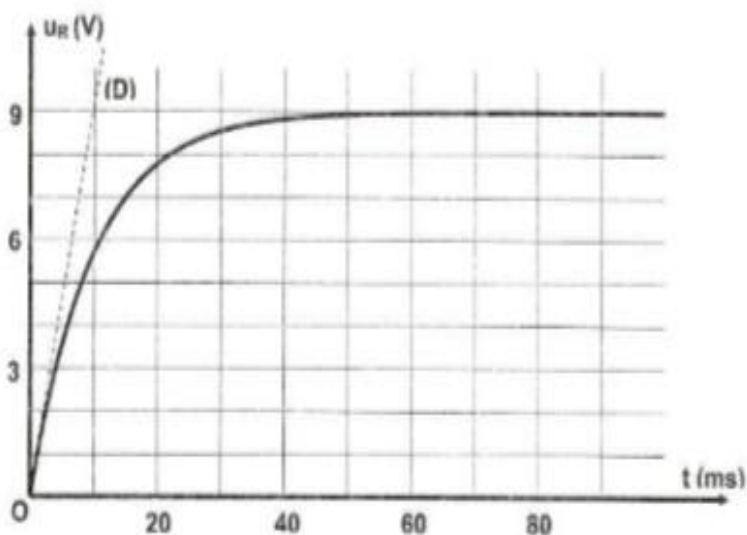


Figure 3



La droite (D) est tangente à la courbe à $t=0 \text{ s}$

Figure 4

- 1) a- Justifier que cet enregistrement permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant au cours du temps.
b- Quelle est l'influence de la bobine sur l'établissement du courant lors de la fermeture du circuit ?
- 2) L'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ s'écrit:

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{R}{L} E, \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}$$

- a- Nommer τ puis déterminer graphiquement sa valeur.
- b- Soit U_0 la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent. A partir de la **figure 4**, déterminer la valeur de U_0 .

c- Montrer que la résistance r de la bobine est donnée par la relation : $r = \frac{E - U_0}{U_0} R$.

d- Calculer la valeur de r , puis celle de L . Comparer ces valeurs à celles données par le fabricant.

II- Vérification de la valeur de C :

Dans cette partie, les élèves cherchent à déterminer la valeur de la capacité C du condensateur. Ils réalisent le montage de la **figure 5**. Le condensateur est initialement chargé sous la tension E (commutateur en position 1).

Après avoir basculé le commutateur en position 2, on enregistre l'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur. La courbe obtenue, représentée sur la **figure 6**, montre que le circuit est le siège d'oscillations faiblement amorties.

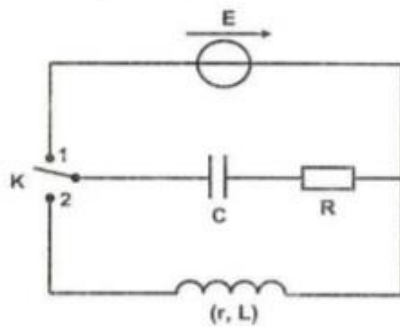


Figure 5

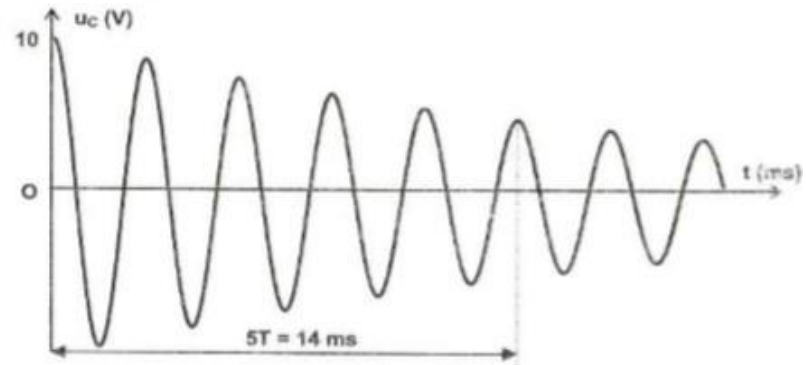


Figure 6

- 1) a- Indiquer la cause de l'amortissement des oscillations enregistrées.
- b- Dire, en le justifiant, si les affirmations ci-dessous sont vraies ou fausses.

Affirmation 1 : l'énergie totale du circuit ($R+r$, L , C) est constante au cours du temps.

Affirmation 2 : en augmentant la résistance totale du circuit, on observe toujours des oscillations amorties.

- 2) a- En admettant que, dans le cas où l'amortissement est faible, la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 , déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
- b- La valeur de C calculée est-elle compatible avec celle donnée par le fabricant ?

Correction

I-1- a- L'enregistrement permet de suivre aussi l'évolution de $i(t)$, car $u_R(t) = R i(t)$.

b- la bobine s'oppose par ses effets à l'établissement du courant dans le circuit.

2- a- τ : constante de temps ; $\tau = 10$ ms

b- $U_0 = 9$ V

c- En régime permanent $\frac{du_R}{dt} = 0$ et d'après l'équation différentielle :

$$\frac{1}{\tau} u_R = \frac{R}{L} E \Rightarrow \frac{(R+r)}{L} U_0 = \frac{R}{L} E \Rightarrow r = \frac{(E - U_0)}{U_0} R$$

d- A.N : $r = 10 \Omega$; $L = (R+r) \tau$, $L = 1$ H

Les valeurs de r et L sont donc compatibles avec celles données par le fabricant

II -1-a- La cause de l'amortissement des oscillations : résistance $R_T = R + r$

b- **Affirmation 2** : fausse, l'énergie totale diminue au cours du temps, il y a une perte d'énergie par effet Joule ou bien diminution de l'amplitude.

Affirmation 1 : fausse, en augmentant la résistance totale, le régime peut devenir apériodique.

2-a- $T = T_0 \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$, $C = 0,2 \mu\text{F}$

b- La valeur de C est compatible avec celle donnée par le fabricant.

Exercice n°7

On dispose d'un circuit électrique série constitué par :

- un résistor de résistance $R_0 = 50\Omega$;
- une bobine (B) d'inductance L et de résistance r ;
- un condensateur de capacité $C = 2,1\mu\text{F}$ complètement chargé au préalable à l'aide d'un générateur supposé idéal de force électromotrice $E = 6\text{V}$.

On réalise une expérience qui permet d'enregistrer séparément l'évolution temporelle des tensions suivantes :

u_{R_0} aux bornes du résistor, u_B aux bornes de la bobine et u_C aux bornes du condensateur.

On obtient les courbes \mathcal{C}_1 , \mathcal{C}_2 et \mathcal{C}_3 de la figure 3 ci-dessous :

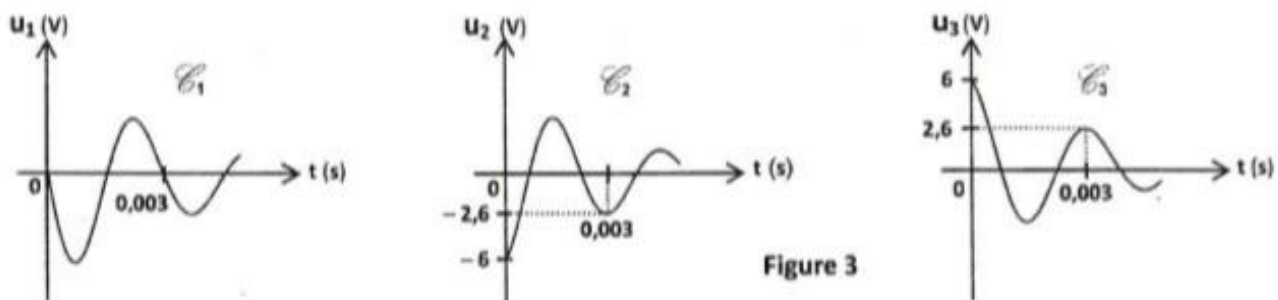


Figure 3

- Justifier que la courbe \mathcal{C}_3 représente la tension $u_C(t)$.
 - Attribuer, en le justifiant, chacune des deux courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 à la tension $u(t)$ qu'elle représente.
- Calculer la variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les deux instants $t_1 = 0\text{s}$ et $t_2 = 0,003\text{s}$. Donner la cause de cette variation.

Correction

1) a- Le condensateur se décharge dans le circuit, la tension à ses bornes décroît au cours du temps à partir de 6V. \mathcal{C}_3 représente la tension $u_C(t)$.

$$b - \text{à partir de } t = 0, u_C(t) \text{ décroît, } i(t) = C \frac{du_C}{dt} < 0,$$

La tension aux bornes du résistor décroît à partir de 0V.

\mathcal{C}_1 représente $u_{R_0}(t)$ et \mathcal{C}_2 représente $u_B(t)$.

- 2) Aux instants $t_1 = 0\text{s}$ et $t_2 = 0,003\text{s}$, $u_C(t)$ est maximale et $u_R(t)$ est nulle. L'énergie de l'oscillateur, se trouve entièrement sous forme d'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur. La variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les instants : $t_1 = 0\text{s}$ et $t_2 = 0,003\text{s}$ est

$$\Delta E = \frac{1}{2} C u_C^2(t_2) - \frac{1}{2} C u_C^2(t_1).$$

$$\text{Soit : } \Delta E = \frac{1}{2} \times 2,1 \cdot 10^{-6} \times (6,76 - 36) = -3,07 \times 10^{-5} \text{ J}.$$

$\Delta E < 0$; l'énergie décroît au cours du temps à cause des pertes par effet joule dans la résistance du circuit.

Exercice n°8

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève est chargé de trouver expérimentalement les valeurs de la capacité C d'un condensateur et de l'inductance L d'une bobine de résistance supposée nulle.

On met à sa disposition le condensateur, la bobine, un générateur de résistance négligeable et de fem E réglable, un conducteur ohmique de résistance R_1 réglable, un conducteur ohmique de résistance $R_2 = 20 \Omega$, un oscilloscope, deux interrupteurs et des fils de connexion.

Avec ce matériel, l'élève réalise le montage schématisé sur la figure 2 de la page 5/6 (à rendre avec la copie) puis, il procède comme suit :

Première expérience : détermination de la capacité C du condensateur.

Le condensateur étant déchargé. A l'instant $t = 0$, l'élève ferme l'interrupteur K_1 (en maintenant K_2 ouvert) et suit, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur.

Pour $R_1 = 220 \Omega$ et $E = 3,8 \text{ V}$, il obtient la courbe de la figure 3 de la page 5/6.

L'expression en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur est : $u_c(t) = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$;

où U_0 et τ sont deux constantes positives non nulles.

- En se référant à l'expression de $u_c(t)$, préciser la limite vers laquelle tend u_c pour un temps de charge très long.
 - En déduire graphiquement, la valeur de U_0 .
- Nommer τ , puis donner son expression en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.
 - Calculer la valeur de u_c à l'instant $t = \tau$.
 - En déduire graphiquement, la valeur de τ . Trouver alors celle de C .
- Donner l'expression de l'intensité i du courant traversant le circuit en fonction de C et $\frac{du_c}{dt}$.
 - En déduire l'expression de la tension u_{R_1} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 en fonction du temps.
 - Tracer sur la figure 3 de la page 5/6, l'allure de la courbe traduisant l'évolution de la tension u_{R_1} en fonction du temps dans l'intervalle $[0 ; 3,5 \text{ ms}]$.
- Pour charger plus rapidement le condensateur, préciser en le justifiant, s'il faut augmenter la valeur de E ou diminuer celle de R_1 .

Deuxième expérience : détermination de la valeur de l'inductance L de la bobine.

Une fois la première expérience réalisée (condensateur complètement chargé), l'élève ouvre K_1 puis, à un instant pris comme origine des temps, il ferme K_2 . A l'aide de l'oscilloscope, il enregistre l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. La courbe obtenue est représentée sur la figure 4.

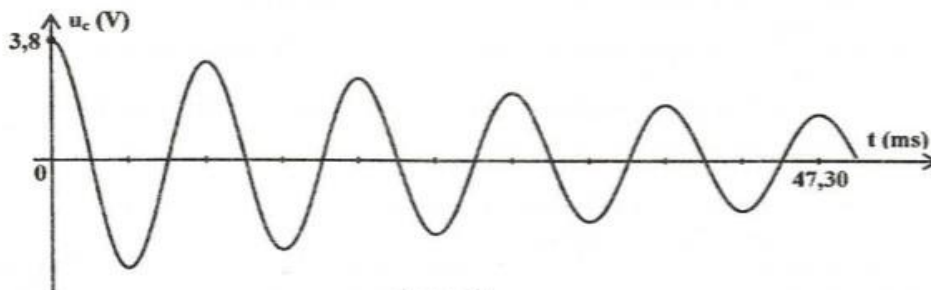
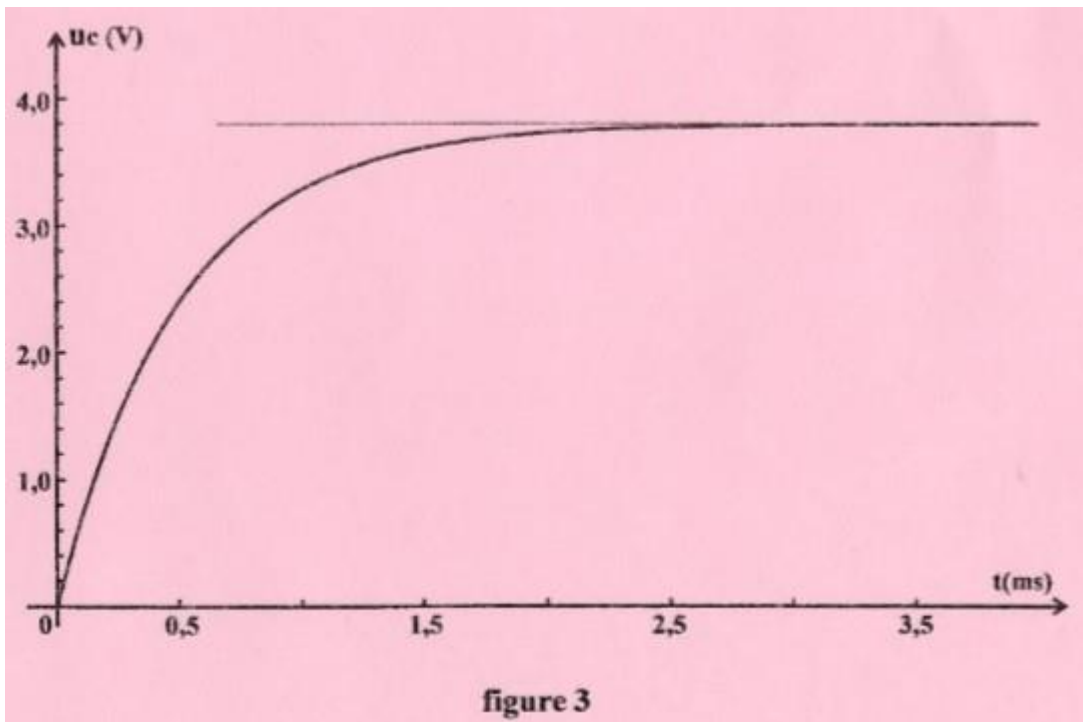
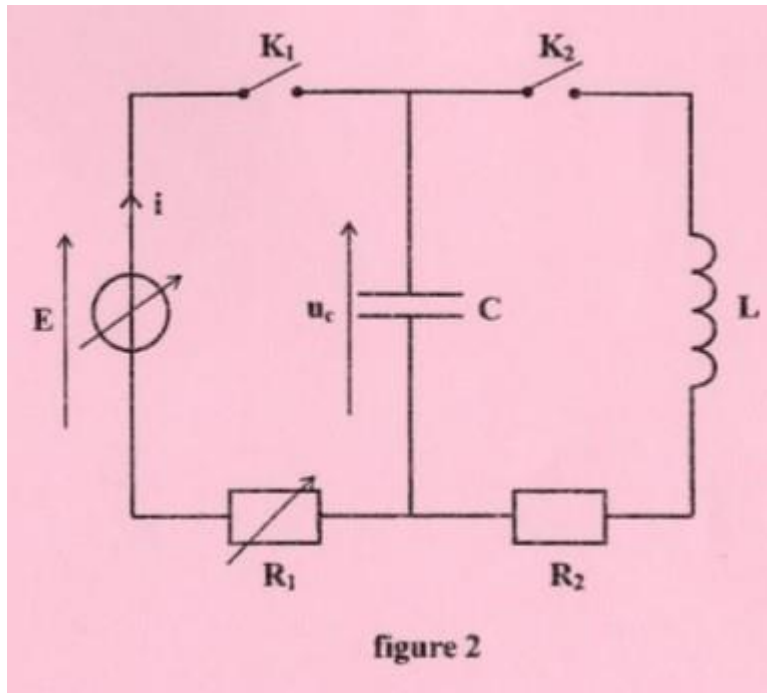


figure 4

Les oscillations électriques enregistrées sont régies par l'équation différentielle suivante :

$$LC \frac{d^2 u_c(t)}{dt^2} + R_2 C \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$$

- Qualifier les oscillations enregistrées sur la figure 4 en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : **amorties ; périodiques ; libres ; apériodiques ; forcées ; non amorties.**
- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T de ces oscillations.
 - En admettant que T est égale à la période propre T_0 du circuit LC , déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- Rappeler, en fonction de C , L , i et u_c , les expressions des énergies E_e et E_m emmagasinées respectivement par le condensateur et par la bobine ; i étant l'intensité du courant traversant le circuit à un instant t .
 - Montrer que : $\frac{dE_t}{dt} = -R_2 i^2$; où E_t désigne l'énergie totale emmagasinée dans le circuit à un instant t .
 - En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations électriques enregistrées sur la figure 4.



1) a- La tension u_c tend vers la valeur U_0

b- graphiquement $U_0 = 3,8V$

2) a- Constante de temps ; $\tau = R_1 C$.

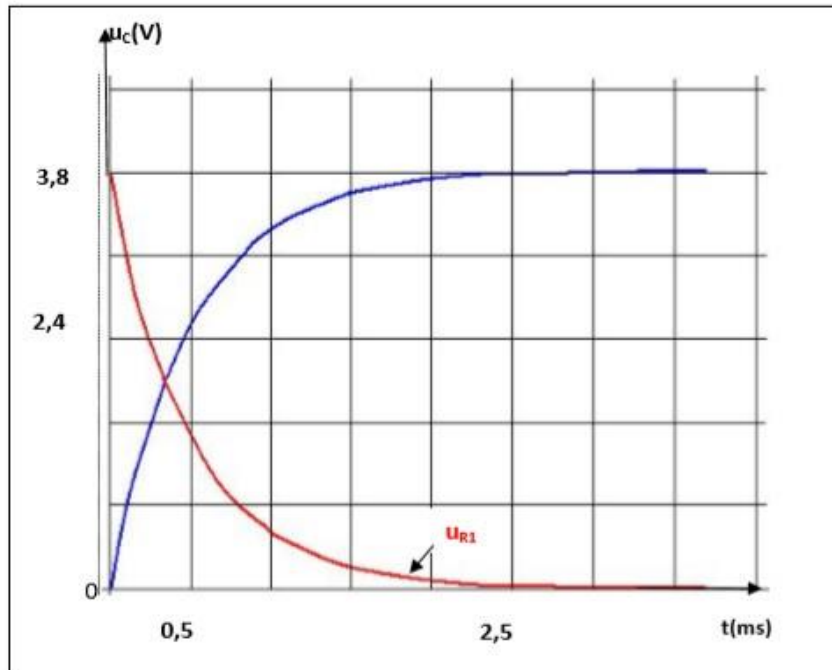
b- $u_c(t) = U_0(1 - e^{-t/\tau}) = 2,4 V$

c- $\tau = 0,5 \text{ ms}$; $C = \frac{\tau}{R_1}$ AN: $C = 2,27 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

3) a $i(t) = C \frac{du_c}{dt}$

b- $u_{R1}(t) = R_1 C \frac{du_c}{dt} = U_0 e^{-t/\tau}$.

c-



4) Pour charger plus rapidement le condensateur, il faut diminuer la valeur de τ ; donc il faut la valeur de R_1 .

Deuxième expérience

1) Les oscillations sont libres et amorties.

2) a- $T = 47,3 / 5 = 9,46 \text{ ms}$.

b- $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \iff L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$; AN : $L = 1H$.

3) a- $E_c = \frac{1}{2} C u_c^2$; $E_m = \frac{1}{2} L i^2$

b- $E_t = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

$$\frac{dE_t}{dt} = C u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt} = i \cdot LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = i(u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2}) = -R_2 i^2.$$

c- $\frac{dE_t}{dt} < 0 \iff$ Et décroît au cours du temps. La diminution de l'amplitude des oscillations est due à une perte d'énergie par effet Joule.

Exercice n°9

On dispose d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un conducteur ohmique de résistance R . On se propose de déterminer les valeurs de C , L , r et R . Pour ce faire, on réalise les trois expériences suivantes:

I- Première expérience : le condensateur étant initialement déchargé, on réalise le circuit de la figure 1 ; où (G_1) est un générateur de courant électrique délivrant une intensité de courant constante $I_0 = 50 \mu\text{A}$ et K est un commutateur à deux positions (1) et (2).

A l'instant initial $t = 0$, on place le commutateur K en position (1). A l'aide d'un dispositif approprié d'acquisition de données, on suit l'évolution temporelle de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur et on trace la courbe correspondante.

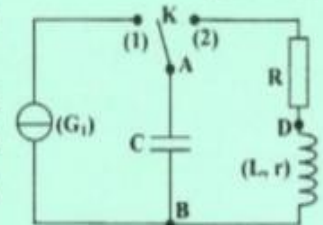


Figure 1

On obtient alors le chronogramme de la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5).

- 1) Exprimer la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de I_0 , C et du temps t .
- 2) En exploitant le chronogramme de la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5), déterminer la valeur de C .

II- Deuxième expérience : lorsque la tension aux bornes du condensateur devient égale à U_0 , on bascule le commutateur K en position (2). On prend cet instant t_0 comme nouvelle origine des temps ($t_0 = 0$).

Le suivi de l'évolution temporelle de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur permet d'obtenir le chronogramme de la figure 3 de la feuille annexe (page 5/5).

- 1) a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension aux bornes du condensateur

$$\text{peut s'écrire sous la forme: } LC \frac{d^2 u_{AB}(t)}{dt^2} + (R+r)C \frac{du_{AB}(t)}{dt} + u_{AB}(t) = 0 .$$

- b- Exprimer l'énergie totale de l'oscillateur réalisé en fonction de L , C , $u_{AB}(t)$ et $\frac{du_{AB}(t)}{dt}$.

c- Dédurre que cette énergie diminue au cours du temps.

- 2) En exploitant le chronogramme de la figure 3 de la feuille annexe (page 5/5):

a- nommer le régime des oscillations électriques mises en jeu dans le circuit;

b- vérifier que l'inductance de la bobine est $L \approx 0,5 \text{ H}$, sachant que la pseudopériode T des oscillations électriques est pratiquement égale à la période propre T_0 de l'oscillateur (L, C) ;

c- donner la valeur de la tension U_0 aux bornes du condensateur à l'instant $t_0 = 0$;

d- déterminer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 67,5 \text{ ms}$.

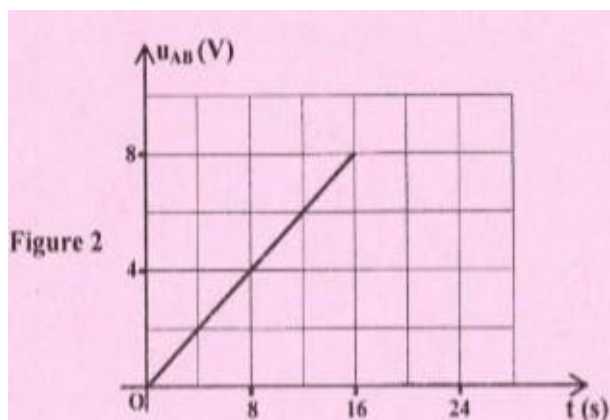


Figure 2

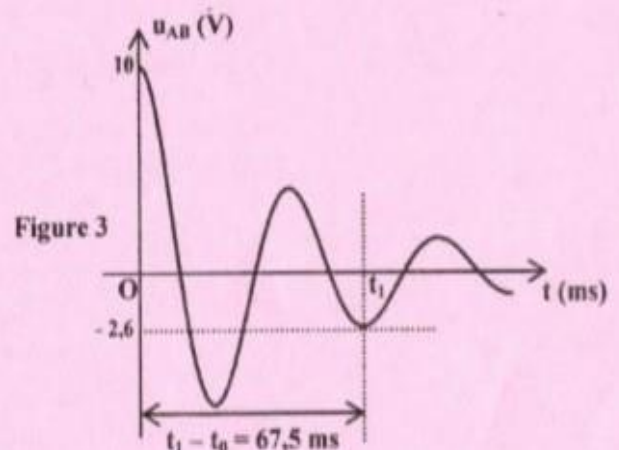
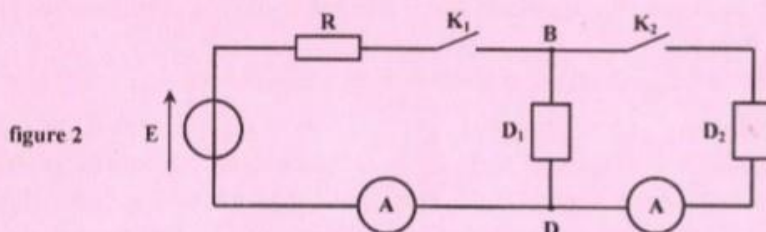


Figure 3

Exercice n° 10

On dispose au laboratoire de physique du matériel suivant: un générateur basse fréquence (GBF), un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 48 \ \Omega$, deux interrupteurs K_1 et K_2 , deux ampèremètres, un oscilloscope à mémoire numérique et des fils de connexion. On dispose aussi de deux dipôles D_1 et D_2 , l'un est un condensateur de capacité C et l'autre est une bobine d'inductance L et de résistance r .

I- Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 et déterminer leurs grandeurs caractéristiques, on réalise avec le montage de la **figure 2**, les trois expériences suivantes:



Expérience 1: circuit en régime permanent

K_1 et K_2 sont fermés. Lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit, chaque ampèremètre indique la valeur $I = 0,1 \text{ A}$.

1- En exploitant les résultats de cette expérience, justifier que le dipôle D_1 est le condensateur.

2- Montrer que la résistance de la bobine s'exprime par: $r = \frac{E}{I} - R$. Calculer sa valeur.

Expérience 2: charge du condensateur à travers le conducteur ohmique

K_1 et K_2 sont ouverts et le condensateur est initialement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme K_1 et à l'aide de l'oscilloscope à mémoire numérique, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension $u_{BD}(t)$ aux bornes du dipôle D_1 . Une portion de la courbe enregistrée est représentée sur la **figure 3 de la page 5/5**.

La tension aux bornes du dipôle D_1 est, à tout instant, donnée par: $u_{BD}(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$; où τ est une constante positive non nulle.

1- Nommer τ et donner son expression.

2- En exploitant la courbe de la **figure 3 de la page 5/5**:

a- dire en le justifiant, si à l'instant $t = 0,25 \text{ ms}$, le condensateur est complètement chargé ou non;

b- déterminer la valeur de τ . En déduire celle de C .

Expérience 3: décharge du condensateur dans la bobine

K_1 est fermé et K_2 est ouvert. A un instant pris comme origine des temps, on ouvre K_1 et on ferme K_2 . L'oscilloscope, branché aux bornes du dipôle D_1 , enregistre la courbe représentée sur la **figure 4**.

1- Nommer le régime des oscillations obtenues.

2- Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations électriques enregistrées.

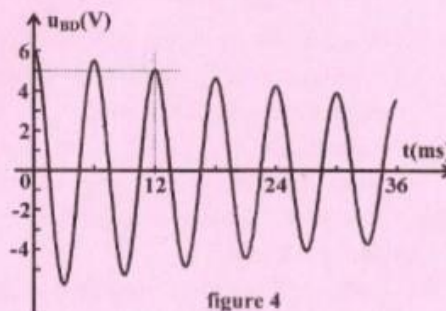
3- En admettant que la pseudo-période est égale à la période propre du circuit, déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

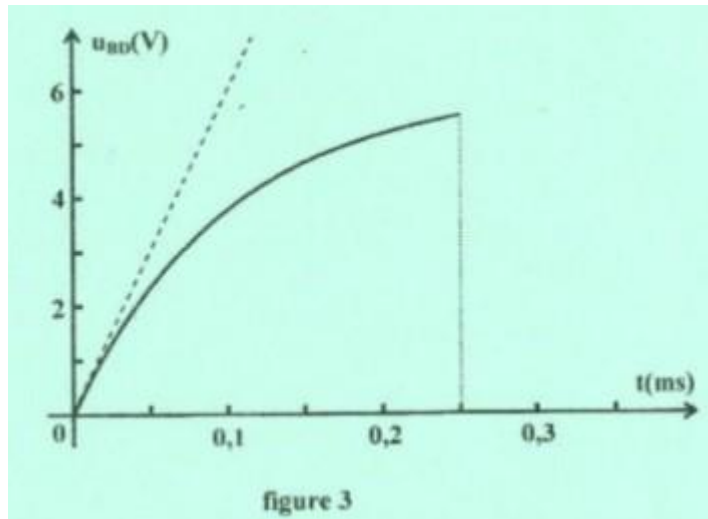
4- On désigne par E_1 et E_2 les valeurs respectives de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit aux instants de dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 12 \text{ ms}$.

a- Montrer que: $\frac{E_2}{E_1} = 0,69$.

b- En déduire que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit diminue au cours du temps.

c- Indiquer la cause de cette diminution.





Exercice n°11

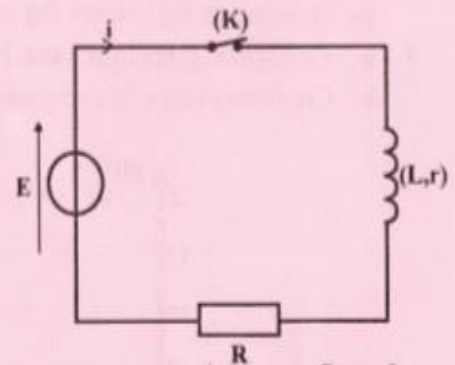
Un groupe d'élèves parvient à extraire, d'un poste de télévision usagé, un condensateur et une bobine et décide, lors d'une séance de travaux pratiques, de déterminer les grandeurs caractéristiques de ces deux dipôles. Pour ce faire, les élèves procèdent comme suit :

1- Détermination de L et r

Pour déterminer les valeurs de l'inductance L et de la résistance r de la bobine, les élèves réalisent le circuit de la **figure 2**. Ce circuit comporte, montés en série :

- la bobine ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 48 \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem E ;
- un interrupteur (K).

À l'instant de date $t = 0$, les élèves ferment l'interrupteur (K) et, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, ils suivent l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u(t)$ aux bornes du générateur.



Les courbes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) obtenues, sont représentées sur la **figure 3 de la page 5/5**.

- 1- a- Identifier, parmi (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2), celle qui correspond à $u_R(t)$.
- b- En exploitant la courbe traduisant l'évolution de la tension $u_R(t)$, l'un des élèves affirme que le courant ne s'établit dans le circuit qu'après un certain retard.
 - b₁- Justifier pourquoi, à partir de l'évolution de la tension $u_R(t)$, l'élève a pu déduire celle de l'intensité du courant $i(t)$.
 - b₂- Préciser le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit.
- 2- En exploitant les courbes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la **figure 3**, déterminer :
 - la valeur de la fem E du générateur ;
 - la valeur de la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent ;
 - la valeur de la constante de temps τ du circuit.

3- a- Montrer que la résistance r de la bobine s'exprime par : $r = R \left(\frac{E}{U_0} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.

b- En déduire la valeur de L .

II- Détermination de C

Pour déterminer la valeur de la capacité C du condensateur, les élèves chargent ce dernier à l'aide du générateur de tension idéal de fem E puis, à un instant pris comme origine des temps, ils enregistrent à l'aide d'un dispositif approprié, l'évolution temporelle de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur lors de sa décharge dans la bobine précédemment étudiée. La courbe enregistrée est représentée sur la **figure 4**.

1- Donner un schéma du montage réalisé par les élèves.

2- Nommer le régime des oscillations obtenues dans la **figure 4**.

3- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T .

b- En admettant que T est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur, déterminer la valeur de C .

4- Les courbes de la **figure 5**, traduisent l'évolution au cours du temps de l'énergie électrique E_c emmagasinée par le condensateur, de l'énergie magnétique E_L emmagasinée par la bobine et de l'énergie totale $E = E_c + E_L$ emmagasinée par l'oscillateur électrique.

L'origine des temps étant la même pour toutes les courbes des **figures 4 et 5**.

a- Donner l'expression de E_c en fonction de C et u_c , ainsi que celle de E_L en fonction de L et de l'intensité i du courant traversant le circuit.

b- Identifier les trois courbes de la **figure 5**, en ne justifiant que l'identification de la courbe traduisant l'évolution de E_c .

c- Préciser la cause de la décroissance de l'énergie totale E de l'oscillateur électrique.

d- Déterminer la valeur de l'énergie dissipée pendant les quatre premières millisecondes.

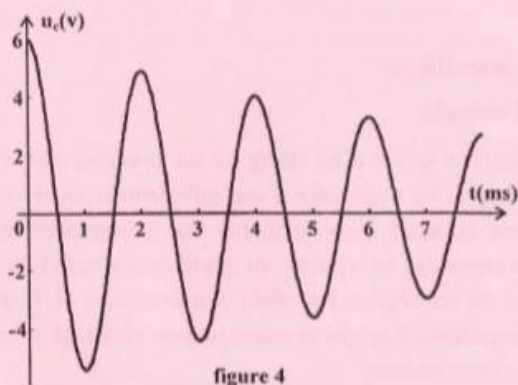


figure 4

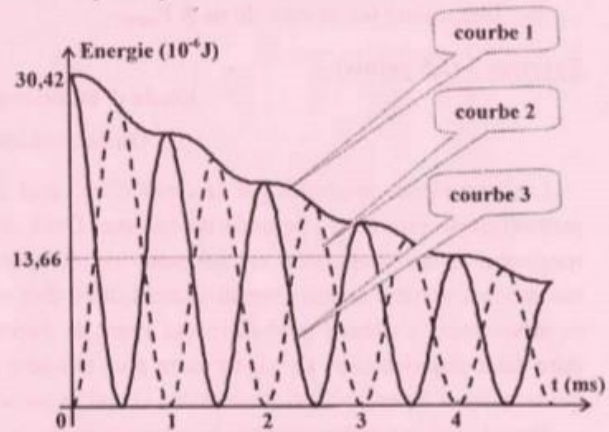
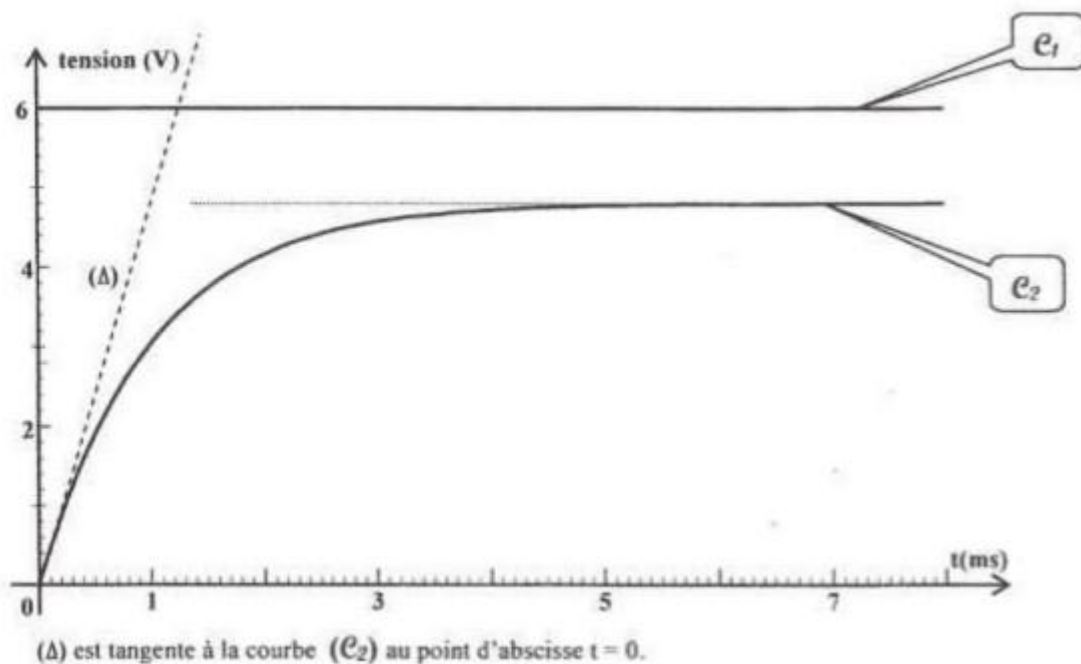


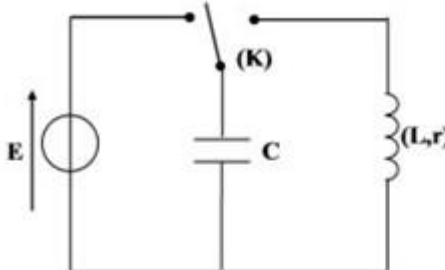
figure 5



(Δ) est tangente à la courbe (e_2) au point d'abscisse $t = 0$.

figure 3

Correction

1- 1- a- à $t = 0$, $i = 0$ donc $u_R = 0$; d'où la courbe (\mathcal{C}_2) correspond à $u_R(t)$.
b- b_1 - $u_R(t) = R.i(t)$; (u_R et i sont proportionnelles).
b_2 - phénomène d'auto-induction.
2- $E = 6 \text{ V}$; $U_0 = 4,8 \text{ V}$; $\tau = 1 \text{ ms}$
3- a - En régime permanent, la bobine se comporte comme une résistance pure, On aura donc : $E = (r+R)I_0$ avec $I_0 = \frac{U_0}{R}$; d'où $E = \frac{R+r}{R} U_0$ soit : $r = R\left(\frac{E}{U_0} - 1\right)$; A.N: $r = 12 \Omega$
b- $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = (R+r)\tau$; A.N: $L = 60 \text{ mH}$
<p>II</p> <p>1-</p> 
2- Régime pseudo-périodique
3- a- $T = 2 \text{ ms}$
b- $T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L}$; A.N: $C = 1,69.10^{-6} \text{ F}$
4- a- $E_C = \frac{1}{2} C u_c^2$ et $E_L = \frac{1}{2} L i^2$
b- Courbe 3 $\rightarrow E_c$; en effet, à $t = 0$, u_c est maximale et par la suite E_c est maximale. Courbe 2 $\rightarrow E_L$ et la courbe 1 $\rightarrow E$
c- La perte d'énergie par effet joule dans la résistance du circuit.
d- $E_{\text{dissipée}} = (30,42 - 13,66).10^{-6} = 16,76.10^{-6} \text{ J}$