Exercice 1 cinétique chimique Durée : 30min

Les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ oxydent lentement les ions iodure I^-, le milieu réactionnel brunit progressivement du fait de la formation de diiode suivant l'équation :

$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$

A la date t = 0, et à une température constante θ_1, on mélange :

Un volume V_1 = 50 mL d'une solution aqueuse (S_1) de péroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire C_1, un volume V_2 = 50 mL d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium KI de concentration molaire C_2 =2,25 C_1 et quelques gouttes d'une solution d'empois d'amidon.

1°) Etablir le tableau descriptif de l'évolution du système. On pose $a=n_0(S_2O_8^{2-})$ et $b=n_0(I^-)$.

2°) On définit l'avancement volumique y par le rapport de l'avancement molaire *x* par le volume V du milieu réactionnel $y = \frac{x}{V}$ (Les constituants du système chimique constituent la même phase et le volume du milieu reste constant). Définir la vitesse volumique instantanée de la réaction et montrer qu'elle s'écrit sous la forme $v_{vol}(t) = \frac{dy}{dt}(t)$.

3°) A une date t, on prélève, du mélange réactionnel, un volume V_0 = 10 mL qu'on lui ajoute de l'eau glacée et on dose la quantité de diiode I_2 formée par une solution (S_3) de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$ de concentration molaire $C_3 = 2.10^{-2} mol.L^{-1}$ selon la réaction rapide et totale d'équation suivante : $2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$.

Les résultats expérimentaux des dosages ont permis de tracer les courbe y=f(t), $[S_2O_8^{2-}]$=g(t) et $[SO_4^{2-}]$=h(t) de la figure 1.

a- Décrire brièvement l'expérience de ce dosage, préciser comment peut-on reconnaître expérimentalement le point d'équivalence ?

b- Soit V_3 le volume de la solution (S_3) ajouté à l'équivalence montrer que l'avancement volumique y à l'instant t choisi est donné par la relation $y = \frac{C_3.V_3}{2V_0}$. En déduire la valeur du volume V_3 ajouté à t_1=25min.

4°) a- Montrer qu'à l'instant de date t on a : $[S_2O_8^{2-}](t) = [S_2O_8^{2-}]_0 - y(t)$ et $[SO_4^{2-}](t) = 2y$.

b- Montrer, en le justifiant, que les courbes (C_1), (C_2) et (C_3) représentent respectivement y=f(t), $[SO_4^{2-}]$=h(t) et $[S_2O_8^{2-}]$=g(t).

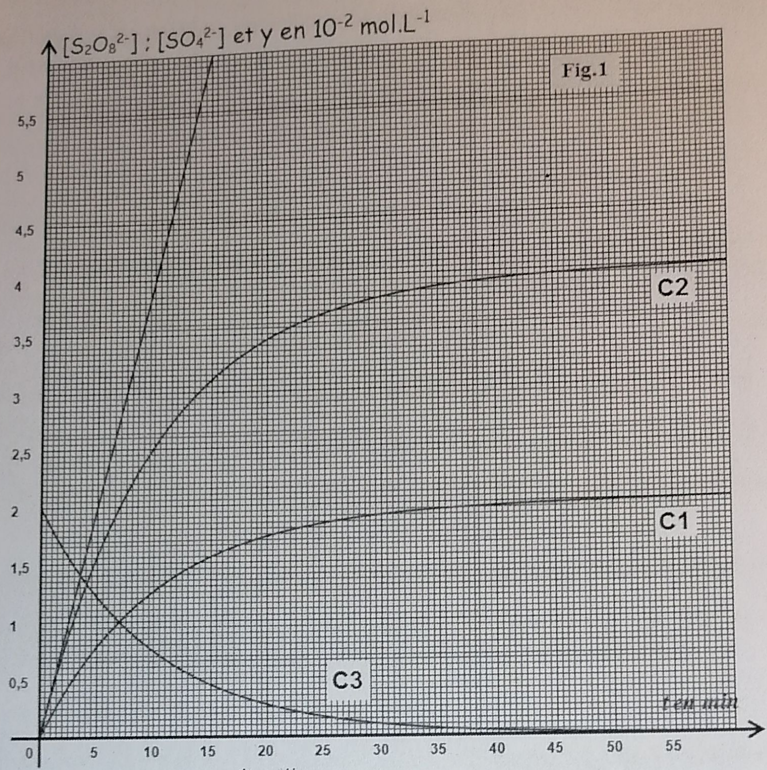
c- Déterminer, en le justifiant, la vitesse volumique maximale de la réaction à partir de la courbe (C_2).

5°) Représenter sur la figure 1 l'allure de chacune des courbes (C_1) et (C_3) pour une température $\theta_2 > \theta_1$. Justifier votre réponse.

6°) a- Exprimer la concentration molaire initiale des ions péroxodisulfate $[S_2O_8^{2-}]_0$ et des ions iodure $[I^-]_0$ respectivement en fonction de C_1 et C_2

b- En exploitant la courbe de $[S_2O_8^{2-}]$=g(t), calculer les concentrations C_1 et C_2 respectivement des solutions (S_1) et (S_2).

c- Représenter sur *la* figure 1 l'allure de la courbe de l'évolution temporelle de $[I^-]$ dans le mélange réactionnel. Faire le calcul nécessaire pour justifier les valeurs particulières de cette courbe.



Exercice 2 Cinétique chimique - Dosage retour Durée : 30min

On veut étudier l'influence des facteurs cinétiques sur l'oxydation des ions iodure I^- par les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$, suivant l'équation :

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \longrightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-} \quad (1)$$

Cette transformation lente produit du diiode, dont la présence sera décelée par la coloration bleue de l'empois d'amidon servant d'indicateur.

Dans le milieu réactionnel, en plus des ions précités, existent, en quantité connue et limitée, des ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ qui réagissent avec le diiode au fur et à mesure de sa formation, suivant l'équation :

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \quad (2)$$

La transformation associée est totale et très rapide. Elle régénère les ions I^-.

Dans un bécher, on verse :

- Un volume V_0=1mL d'une solution aqueuse de thiosulfate de potassium $K_2S_2O_3$ (S_0) de concentration molaire C_0=1mol.L^{-1}.
- Deux gouttes d'empois d'amidon.
- Une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire C_1=0,075mol.L^{-1} pour obtenir 160mL de solution.

A la date t=0s, on ajoute 40mL de solution de péroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire C_2.

A la date t_1=2,2 min l'empois d'amidon se colore en bleu, Immédiatement, on ajoute à nouveau un volume V_0=1mL de solution S_0. La coloration bleue disparait alors et à la date t_2=5 min elle réapparait.

La température reste constante pendant la durée de la manipulation.

1. La réaction (1) démarre à t=0, pourquoi la teinte bleue ne se manifeste-t-elle qu'à t_1 ?
2. La courbe de la figure1 représente la concentration molaire en ions péroxodisulfate en fonction du temps.

a- Prélever, à partir du graphe la concentration molaire initiale des ions $S_2O_8^{2-}$ dans le mélange. Calculer alors C_2.

b- Dresser le tableau d'avancement de la réaction (1) en utilisant l'avancement volumique y.

c- Sachant que le temps de demi-réaction est $t_{1/2}$= 12 min, déterminer l'avancement volumique final y_f.

d- Montrer que $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant . Compléter alors l'allure de la courbe de $[S_2O_8^{2-}]$ =f(t).

3.

a- Retrouver par calcul la valeur de la concentration molaire de $S_2O_8^{2-}$ indiqué sur le graphe à l'instant t_1

b- Expliquer pourquoi la durée t_2 de la deuxième apparition de la couleur bleue n'est pas le double de la durée t_1 de la première apparition de la couleur bleue.

4.

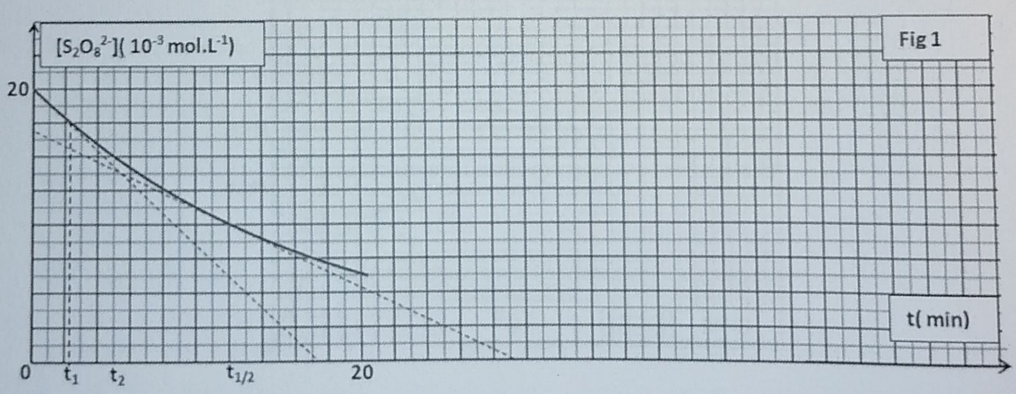
a- Donner la définition de la vitesse de réaction.

b- Etablir la vitesse de réaction en fonction de $[S_2O_8^{2-}]$.

c- Déterminer cette vitesse aux instants t=0 et $t_{1/2}$. Comparer les valeurs obtenues.

d- Quel facteur cinétique explique cette variation de vitesse de réaction.

5. On refait la même expérience avec une solution de péroxodisulfate de potassium de concentration molaire C'_2=0,15mol.L^{-1}. Effectuer les calculs nécessaires puis tracer l'allure de la nouvelle courbe de $[S_2O_8^{2-}]$ =f(t) sur le même graphe.



Exercice 3 Estérification – loi d'action de masse

Durée : 30min

A l'instant t=0 min et à une température constante T_1, on mélange n_1 mole d'acide carboxylique (A) de formule $C_nH_{2n}O_2$ et de masse molaire 74 $g.mol^{-1}$, n_2 mole d'un alcool (B) de formule brute $C_mH_{2m+2}O$ et de masse molaire 32 $g.mol^{-1}$ et quelques gouttes d'acide sulfurique. On donne M_C=12 $g.mol^{-1}$, M_H= 1 $g.mol^{-1}$ et M_O=16 $g.mol^{-1}$

1-a- Déterminer puis écrire le nom et la formule semi-développée de l'acide et de l'alcool.

b- Pourquoi a-t-on ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique ?

c- Ecrire l'équation de la réaction d'estérification en utilisant les formules semi-développées.

d- Donner le nom d'ester (E) formé.

e- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.

2- Une étude expérimentale permet de tracer la courbe d'évolution de la quantité de matière de (A) au cours du temps et celle de variation de la quantité de matière de l'ester (E) au cours du temps (figure 1).

Indiquer brièvement la méthode expérimentale utilisée pour déterminer le nombre de mole de (A) présent dans le mélange à un instant de date t quelconque.

3- Sachant que $n_1=2n_2$, déterminer :

a- n_1 et n_2

b- La composition finale du système chimique.

4- Enoncer la loi d'action de masse. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K.

5- Représenter, en le justifiant, sur le même graphe l'allure des courbes de n(A) et de n(E) en fonction du temps si la réaction est reproduite à une température $T_2>T_1$.

6- On considère maintenant le système chimique formé par par n'_1 mol d'acide propanoïque et n'2 mol de méthanol tel que $n'_2=4n'_1$.

a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.

b- Etablir l'expression de la constante d'équilibre K en fonction de n'_1 ; n'_2 et x_f puis en fonction du taux d'avancement final de la réaction τ_f.

c- Calculer τ_f.

6- Pour déterminer la quantité de matière d'acide restant à l'équilibre dynamique, on dose le mélange par une solution de soude de concentration molaire C_b=0,1 $mol.L^{-1}$, le volume de base versé à l'équivalence est V_{BE}=7,1 mL. Déterminer la composition initiale et la composition finale du système chimique.

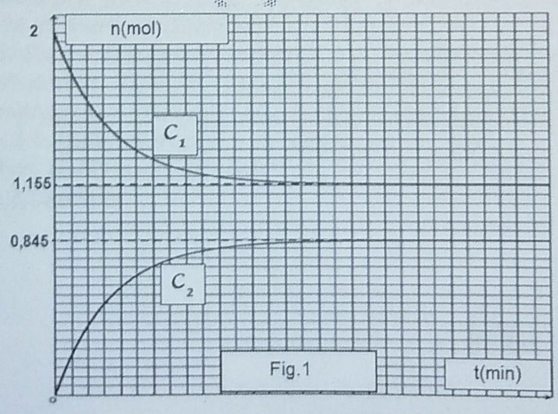
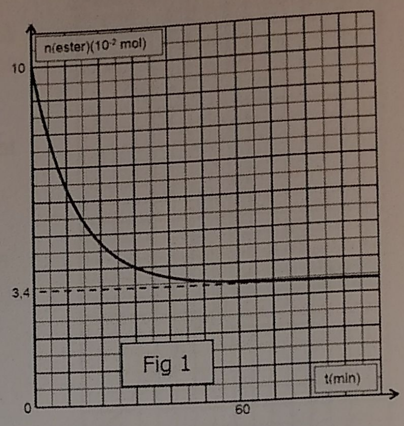


Fig.1

Durée : 30min

Exercice 4 Hydrolyse – Equilibre chimique



A la date t=0 et à une température constante, on mélange dans un bécher, n_1 mol de méthanoate d'éthyle $HCOOC_2H_5$ et n_2 mole d'eau avec $n_2=6n_1$ et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On partage le mélange en 20 volumes égaux, chaque prélèvement est versé dans un tube à essais. Juste après, à un instant t_0 choisi comme origine des temps ($t_0=0$), on plonge tous les tubes dans un bain-marie maintenu à une température constante et on suit l'évolution du système par des dosages successifs de l'acide formé dans les différents tubes à des instants convenablement choisis par une solution aqueuse de soude de concentration molaire $C_B=0,2\ mol.L^{-1}$. Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe représentant l'évolution au cours du temps de la quantité de matière d'ester dans le mélange (voir figure 1).

I) 1- a- Ecrire l'équation de la réaction d'hydrolyse qui se produit.

b- Quel est le rôle de l'acide sulfurique concentré ?

c- En se servant du graphe déterminer :

- n_1 et n_2 puis dresser le tableau descriptif d'évolution du système.
- La composition du système chimique à l'équilibre dynamique.

d- Calculer le taux d'avancement final de la réaction ainsi que la constante d'équilibre K associée à la réaction d'hydrolyse.

2- Donner un schéma annoté du dispositif du dosage.

a- Calculer le volume de base ajouté à l'équivalence à l'instant t=30 min.

b- Expliquer pourquoi le volume de soude nécessaire au dosage du tube n°1 est inférieur au volume de soude nécessaire au dosage du tube n° 20.

II) Dans une deuxième expérience, le même mélange d'ester et d'eau est pris dans son état d'équilibre. A un instant t_1 pris comme origine de temps, on ajoute à ce mélange 11,65 mL d'éthanol et 2,74 mL de méthanoate d'éthyle.

1- Montrer que la nouvelle composition du mélange est : n(ester)=0,068 mol; n(alcool)=0,2 mol ; n(eau)=0,534 mol et n(acide)=0,066 mol. On donne $M(C)=12\ g.mol^{-1}$; $M(H)=1\ g.mol^{-1}$; $M(O)=16\ g.mol^{-1}$; ρ(méthanoate d'éthyle) $=0,92\ g.mL^{-1}$ et ρ(éthanol) $=0,79\ g.mL^{-1}$.

2- Déterminer le sens d'évolution spontanée du système chimique.

3- Enoncer la loi d'action de masse et déterminer la composition molaire du système chimique à l'équilibre dynamique.

III- Dans une troisième expérience, on mélange, à un instant t=0 min, a mol de méthanoate d'éthyle ; a mol d'eau ; b mol d'acide méthanoïque et b mol d'éthanol et à l'aide du dosage d'acide présent dans le mélange on a pu suivre l'évolution au cours du temps de la composition molaire du système chimique. Le graphe de la figure 2 représente l'évolution de la quantité de matière d'acide et d'ester en fonction de l'avancement x de la réaction.

1- Quel est le sens d'évolution de la réaction ?
2- En utilisant la loi d'action de masse, trouver une relation entre les quantités de matière finales d'acide et d'ester. Déduire graphiquement et sans calcul la valeur de l'avancement final x_f de la réaction.
3- La composition initiale du mélange a-t-elle un effet sur :
   a- La constante d'équilibre K.
   b- Le taux d'avancement final

Justifier la réponse dans chaque cas.

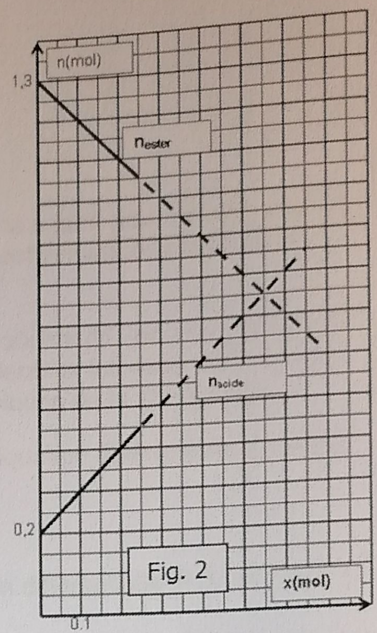
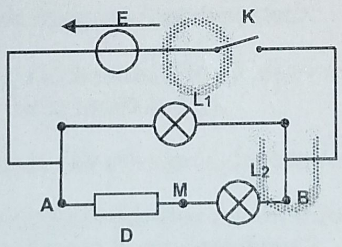


Fig. 2

Exercice 5 condensateur – charge et décharge

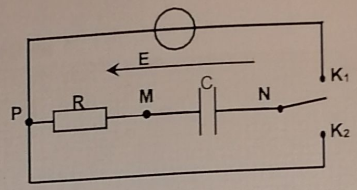
Durée : 30min

I- Une boite fermée possède deux bornes **A** et **M** et renfermant un dipôle inconnu qui peut-être soit un résistor de résistance **R**, soit un condensateur de capacité **C**, soit une bobine d'inductance **L** et de résistance **r.**
Pour déterminer la nature exacte du dipôle **D**, on réalise alors le circuit ci-dessous constitué d'un générateur de tension idéale de force électromotrice **E=12V**, d'un interrupteur **K**, de ***2 lampes identiques*** **L_1** et **L_2** et du dipôle **D**.



Lorsqu'on ferme l'interrupteur **K,** les deux lampes **L_1** et **L_2** s'allument. **L_1** reste allumée, alors que **L_2** s'éteint rapidement.
1) Montre que le comportement de **L_2** implique que l'intensité du courant qui la traverse et la tension **u_{AM}** aux bornes du dipôle **D** varient au cours du temps.
2) a- En justifiant le comportement transitoire de la lampe **L_2** ; Préciser que le dipôle **D** est un condensateur**.**
b- Déterminer la valeur de la tension **u_{AM}** en régime permanant lorsque la lampe **L_2** s'éteint.
c- Déterminer la valeur de la tension **u_2** aux bornes de la lampe **L_2** à la fermeture de l'interrupteur **K** sachant que le condensateur est initialement déchargé.
3) La tension **u_{AB}** varie-t-elle au cours du temps, pendant le régime permanent et le régime transitoire du comportement de la lampe **L_2** ?

II- On supprime la branche contenant la lampe **L_1**, on remplace la lampe **L_2** par un conducteur ohmique de résistance **R** et l'interrupteur simple par un interrupteur commutateur **(K_1;K_2)** de façon d'avoir le montage ci-après :



1) Recopier le schéma du montage et préciser les connexions à faire pour visualiser à l'aide d'un oscilloscope bi-courbes, les tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$ respectivement aux bornes du condensateur et du conducteur ohmique **R**.

2) Lorsque le commutateur est fermé en K_1, on observe à l'oscilloscope, les oscillographes de la figure ci-après représentent les tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$: Identifier les deux courbes et préciser, en le justifiant, la courbe qui permet de suivre l'évolution de la charge **q(t)**

3) a- Montrer qu'au cours de <u>la charge du condensateur</u>, l'équation différentielle en $u_R(t)$ s'écrit sous la forme : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}\,u_R(t) = 0$, avec $\tau = R.C$

b- Vérifier que $u_R(t) = A.e^{-t/\tau}$ est solution de cette équation différentielle et déterminer **A.**

4) a- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du dipôle RC par une méthode de votre choix.

b- En déduire la valeur de la résistance **R.** On donne : **C=10µF**.

5) Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à l'instant **t=60s.**

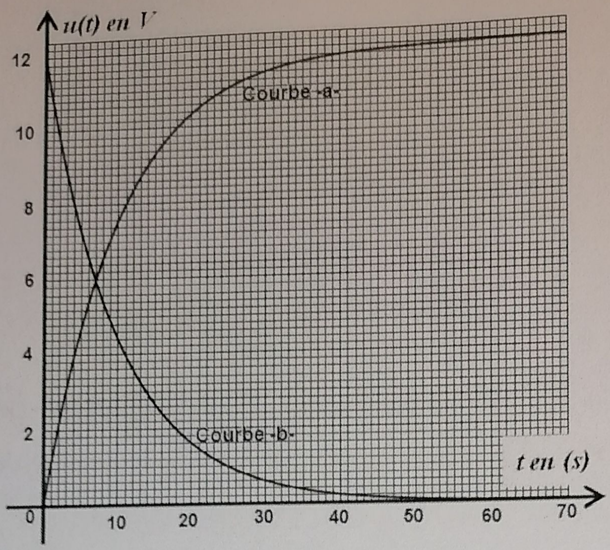
6) Lorsque l'intensité du courant s'annule dans le circuit, on bascule maintenant le commutateur sur la position (K_2) à un instant prise comme origine des dates.

Déterminer au cours de la décharge du condensateur :

☞ L'énergie électrique $E_e(\tau)$ stockée dans le condensateur après une durée τ de la fermeture du commutateur sur la position (K_2).

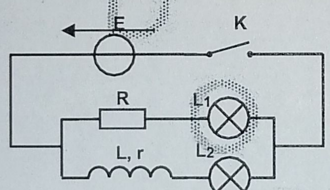
☞ L'énergie électrique dissipée par effet joule dans le résistor à l'instant de date **t=τ**.

☞ A quelle date l'énergie électrique dissipée par effet Joule E_{dis} est égale à l'énergie électrique stockée initialement dans le condensateur ?



Exercice 6 Bobine - auto-induction Durée : 20min

1) Soit le circuit de la figure ci-dessous, constitué d'un générateur de tension contenue, d'un interrupteur **K**, de 2 lampes identiques L_1 et L_2, d'un résistor de résistance **R=0,5Ω** associé en série avec la lampe L_1 et d'une bobine d'inductance **L=1H** et de résistance **r=0,5Ω** associée en série avec la lampe L_2.



Lorsqu'on ferme l'interrupteur **K,** on constate que l'une des deux lampes s'allume après un retard **Δt.** Identifier cette lampe et expliquer le phénomène mis en jeu.

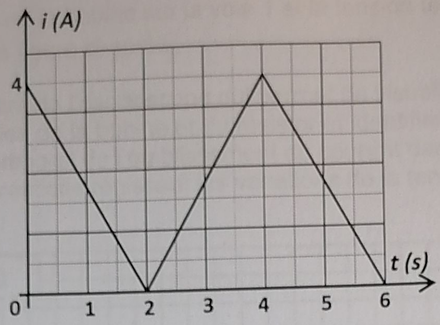
2) On alimente maintenant la bobine par un générateur de courant variable i(t) dont la représentation est donnée par la figure ci-après.

a) Déterminer la période de i(t) et établir ses expressions sur une période **T.**

b) Déterminer les valeurs de la fem induite **e(t)** sur une période **T**

c) En déduire les expressions de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine sur une période **T**.

d) Représenter, soigneusement et avec deux couleurs différentes, les tensions **e(t)** et $u_b(t)$ pour t∈ **[0 ; T]** sur le même graphe donné par



Exercice 7 Bobine – Dipôle RL

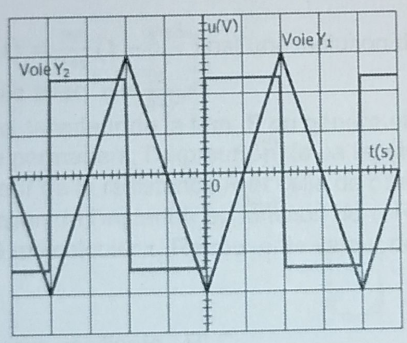
Durée : 30min

On se propose de déterminer l'inductance d'une bobine (B) par deux méthodes différentes :

1ère méthode: On réalise un montage série comportant la bobine (B), un résistor de résistance R=1 kΩ (r est négligeable devant R) et un générateur basse fréquence (G.B.F à masse flottante) qui délivre une tension triangulaire alternative. Sur l'écran d'un oscilloscope bi-courbes, on visualise la tension u_R aux bornes du résistor sur la voie Y_1 et la tension u_L sur la voie Y_2.

1- Faire les connexions nécessaires avec l'oscilloscope en indiquant la précaution à prendre sur la voie Y_2.

2- L'oscillogramme de la figure ci-dessous donne l'allure des tensions observées. On notera T la période du signal triangulaire. On considère l'intervalle de temps [0 ; T/2].



Sensibilité verticale

Voie Y_1 : 0,5 V.div^{-1}

Voie Y_2 : 1 V.div^{-1}

Base de temps

0,5 ms.div^{-1}.

a- Déterminer la valeur de u_L.

b- La bobine est le siège d'une f.é.m. sur cet intervalle de temps.

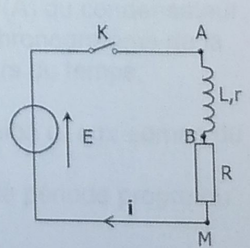
- S'agit-il d'une f.é.m. d'induction ou d'auto-induction ? Justifier la réponse.
- Quelle est la cause de son existence ?
- Ecrire son expression en fonction de L et i(t). préciser sa valeur.

3- Montrer que la tension aux bornes de la bobine s'écrit sous la forme : $u_L = \frac{L}{R}\frac{du_R}{dt}$.

4- Déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

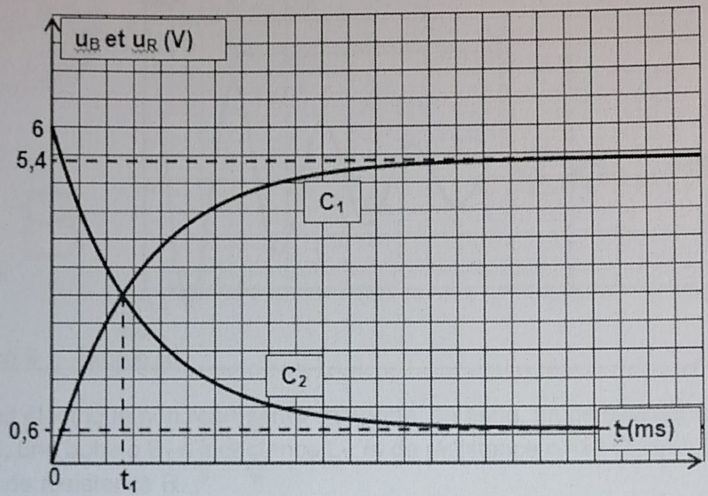
2ème méthode:

On réalise le circuit électrique représenté par la figure ci-contre comportant, en série, un générateur de tension idéale de f.e.m E, une bobine d'inductance L et de résistance r, 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 bi-courbes, on enregistre la tension u_B aux bornes de la bobine sur la voie 1 et la tension u_R sur la voie 2, on obtient les chronogrammes de la figure ci-après.

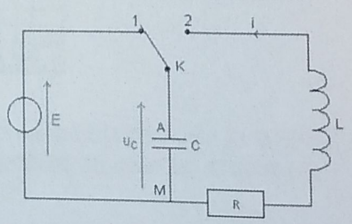
1- Indiquer le branchement de l'oscilloscope qui permet de visualiser les tension $u_B(t)$ et $u_R(t)$ respectivement aux bornes de la bobine et du résistor et identifier les courbes C_1 et C_2.
2- Interpréter le retard temporel de l'établissement du courant dans le circuit.
3- Établir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_R(t)$ dans le circuit.



4- Vérifier que $u_R(t) = \frac{RE}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédemment établie avec $\tau = \frac{L}{R+r}$
5- Relever du graphe, la valeur de la fém. E du générateur.
6- Etablir, en régime permanent, l'expression de la tension u_B et celle de u_R.
7- Déterminer la valeur de la résistance R et celle de r sachant que R - r = 80 Ω.
8- a- Etablir l'expression de l'instant t_1 en fonction de τ, R et r sachant qu'à cet instant $u_B=u_R$.
b- On donne t_1=6,49 ms calculer τ. Retrouver la valeur de l'inductance L.

Exercice 8 Décharge oscillante - RLC Durée : 20min

On réalise le circuit de la figure ci-contre. Il comprend un générateur idéal de tension de fém. E=6V, un condensateur de capacité C=0,8 μF initialement déchargé, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un conducteur ohmique de résistance R et un commutateur K.



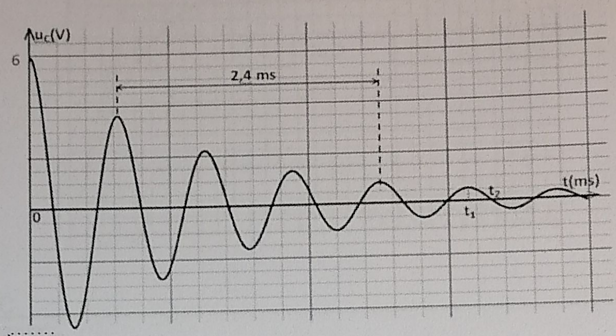
1- On place K en position 1. La tension aux bornes du condensateur atteint une valeur maximale. Calculer la valeur de la charge portée par l'armature (A) du condensateur.
2- On bascule K sur la position (2) à un instant de date t=0 s. Le chronogramme de la figure ci-après représente les variations de la tension u_C au cours du temps.
a- Nommer le régime obtenu.
b- Établir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_c aux bornes du condensateur.
c- En admettant que la pseudo-période est pratiquement égale à la période propre du circuit, calculer l'inductance L de la bobine.

d- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur RLC en fonction de L, C, i et u_c.

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

f- Calculer l'énergie dissipée dans le résistor entre les instants de dates $t_0=0$ s et t_1 indiqué sur la figure 6.

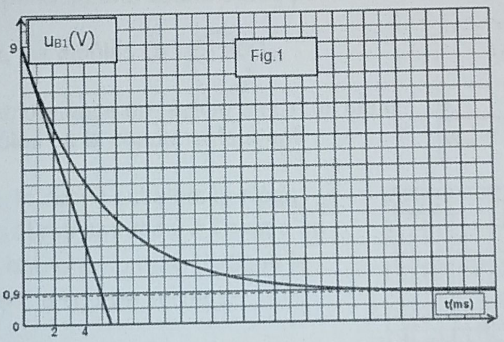
3- Quel est le phénomène observé au niveau du condensateur entre les instants t_1 et t_2 (charge ou décharge) ? préciser le sens du courant réel entre ces deux instants.



Exercice 9 Dipôle RL Durée : 30min

Le circuit électrique non représenté comporte, en série, un générateur de tension idéale de f.é.m. E, une bobine B_1 d'inductance L_1 et de résistance $r_1=10\ \Omega$, 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, on enregistre la tension u_B aux bornes de la bobine B_1, on obtient le chronogramme de la figure 1 ci-dessous.



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

2- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant électrique i(t) dans le circuit.

3- Vérifier que $i(t) = \dfrac{E}{R+r_1}.(1- e^{-t/\tau})$ est une solution de l'équation différentielle précédemment établie avec $\tau = \dfrac{L_1}{R+r_1}$.

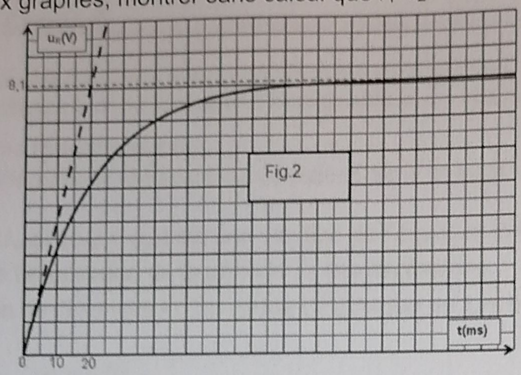
4- a- Relever du graphe la fém. E du générateur et la constante de temps τ.

b- Déterminer la valeur de la résistance R et celle de l'inductance L_1 de la bobine.

5- Pour ralentir l'établissement du courant dans le circuit on remplace la bobine B_1 par une bobine B_2 de résistance r_2 et d'inductance L_2. A l'aide de l'oscilloscope on visualise la tension u_R au cours du temps voir figure 2 a- En utilisant l'équation différentielle précédente, montrer que : $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \frac{RE}{L_2}$.

b- Déduire la valeur de L_2.

c- En utilisant les deux graphes, montrer sans calcul que $r_1=r_2$.

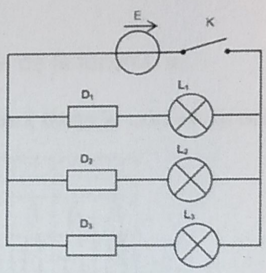


Exercice 10 RLC

Durée : 20min

I- On 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, soit une bobine de résistance r et d'inductance L, soit un condensateur de capacité C.

Pour identifier les trois dipôles on réalise le circuit schématisé ci-contre.

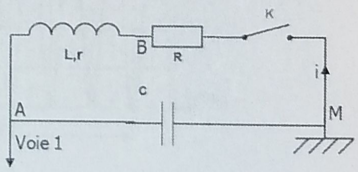


Lorsqu'on ferme l'interrupteur K :

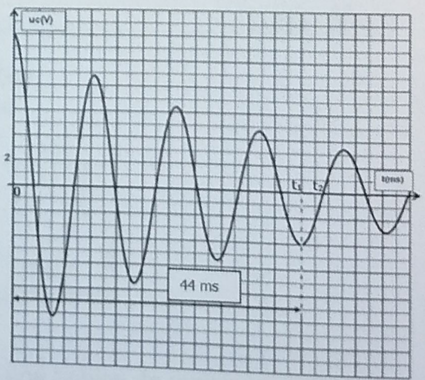
- La lampe L_1 s'allume instantanément.
- La lampe L_2 s'allume avec un certain retard .
- La lampe L_3 s'allume pendant une courte durée puis s'éteint.

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

II- Dans une deuxième expérience on réalise un circuit série comportant les trois dipôles où le condensateur est initialement chargé.



A la date $t_0=0$ il ferme K, le circuit est alors le siège d'oscillations électriques libres amorties. A l'aide d'un oscilloscope bi-courbes branché comme l'indique la figure ci-contre, on obtient la courbe suivante.



1- a- Expliquer les termes soulignés : Oscillations électriques *libres* *amorties*.
De quel régime s'agit-il ?

b- Déterminer graphiquement

- la pseudo période T.
- Le sens du courant réel entre les dates t_1 et t_2.

c- Comment se comporte le condensateur entre ces deux instants ?

2- La résistance totale du circuit est petite, on peut considérer que la pseudo période est pratiquement égale à la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$, calculer la valeur de l'inductance L de la bobine sachant que la capacité du condensateur est égale à 40 µF.

3- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur au cours du temps.

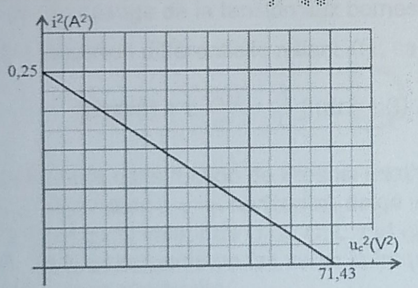
4- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E du circuit.

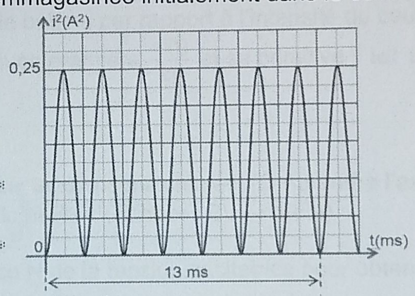
5- Montrer que E diminue au cours du temps. Interpréter cette diminution.
6- Calculer la valeur de l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants t_0=0s et t_1.

Exercice 11 Circuit LC Durée : 20min

Un circuit électrique LC est constitué par un condensateur initialement chargé, de capacité C ; une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un interrupteur K ouvert.

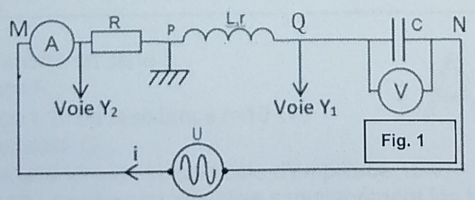
A la date t=0s, on ferme l'interrupteur K.
1- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur.
2- Montrer que $u_C(t)=U_{cm}\sin(\omega_0 t + \varphi_{uc})$ est une solution de l'équation différentielle à condition que $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$. Déduire l'expression de la période T_0 des oscillations.
3- Déduire l'expression de l'intensité i(t) du courant électrique en fonction de U_{cmax}, C, ω_0 et φ_{uc}.
4- Montrer que : $i^2 = -\frac{C}{L}u_C^2 + \frac{C}{L}U_{Cmax}^2$
5- A l'aide d'un dispositif approprié on a pu tracer la courbe représentant l'évolution, au cours du temps, de i^2 en fonction de u_c^2 et la courbe qui représente l'évolution de i^2 en fonction du temps.
a- En exploitant les graphes obtenus. Relever I_{max} et U_{cmax}.
b- Déterminer la valeur de la pulsation propre ω_0 et la phase initiale de la tension u_c.
c- Calculer C et L.
d- Déduire la valeur de l'énergie électrique emmagasinée initialement dans le condensateur.





Exercice 12 RLC Forcé Durée : 25min

On considère la portion de circuit MN de la figure ci-dessous :



Comprenant en série : un résistor de résistance R=20 Ω ; une bobine de résistance r et d'inductance L ; un condensateur de capacité C ; un ampèremètre de résistance négligeable et un voltmètre branché aux bornes du condensateur.

L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$. L'intensité du courant qui traverse le circuit est $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$.

I- On fixe la fréquence de l'excitateur à une valeur N_1, le voltmètre indique U_C= 20,20V.

A l'aide d'un oscilloscope bi-courbes branché comme l'indique la figure 1, on obtient les oscillogrammes de la figure 2.

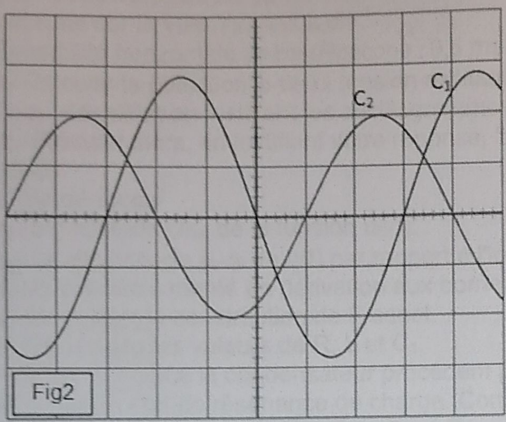


Fig2

Sensibilité verticale voie I : $2\,V \longrightarrow 1\,div$

Sensibilité verticale voie II : $5\,V \longrightarrow 1\,div$

Sensibilité horizontale : $\frac{2\pi}{3}\,ms \longrightarrow 1\,div$

1- Montrer que l'oscillogramme C_2 correspond à la tension aux bornes du résistor.
2- Déterminer, en utilisant le graphe :
- l'intensité maximale du courant qui traverse le circuit ;
- la valeur maximale de la tension aux bornes de la bobine ;
- le déphasage de la tension aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité du courant i(t).

3- L'équation différentielle reliant i(t) , sa dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$ et sa primitive $\int idt$ s'écrit :

$$(R+r)i(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int idt = u(t) .$$

a- Faire la construction de Fresnel relative aux tensions maximales. (On prendra l'axe correspondant à $\varphi=\varphi_i$ horizontal, dirigé vers la droite). (Echelle : 2V → 1 cm)
b- Déduire la valeur de U_{max}, C, L, r et φ_i.
II- Dans cette partie on fait varier la fréquence N de la tension excitatrice pour obtenir la résonance d'intensité.

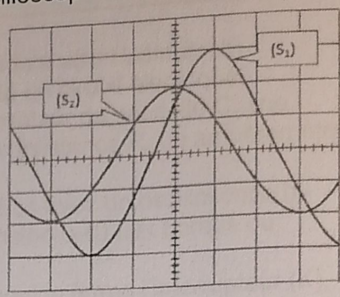
1- Quelle observation à l'oscilloscope nous permet de constater que le circuit est à la résonance ?
2- Calculer la fréquence correspondante.

Exercice 12 RLC Forcé — Durée : 30min

Un circuit électrique comporte en série :
- un résistor de résistance R ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r=10 Ω ;
- un condensateur de capacité C_1 ;
- un générateur délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude 10 v.

A l'aide d'un oscilloscope bi-courbes on visualise simultanément les tensions suivantes .
Tension aux bornes du générateur : u(t) : $U_m \sin(\omega t+\phi)$ sur la voie Y_A.
Tension aux bornes du résistor : $u_R(t) = U_{Rm}\sin(\omega t)$ sur la yoie Y_B.

Les oscillogrammes (S_1) et (S_2) visualisés sur l'écran de l'oscilloscope sont représentés sur la figure ci-contre.



On donne:
Sensibilité verticale sur la voie Y_A : 5 Volt.div^{-1} ; Sensibilité verticale sur la voie Y_B : 1Volt.div^{-1}
Sensibilité horizontale de l'oscilloscope : 0,5 ms.div^{-1}.

1- Calculer la pulsation ω de la tension excitatrice.

2- a₁- Identifier en justifiant les oscillogrammes.

a₂- Préciser alors, en justifiant votre réponse, la nature du circuit.

b- En déduire :

b₁- L'amplitude U_{Rm} de la tension $u_R(t)$.

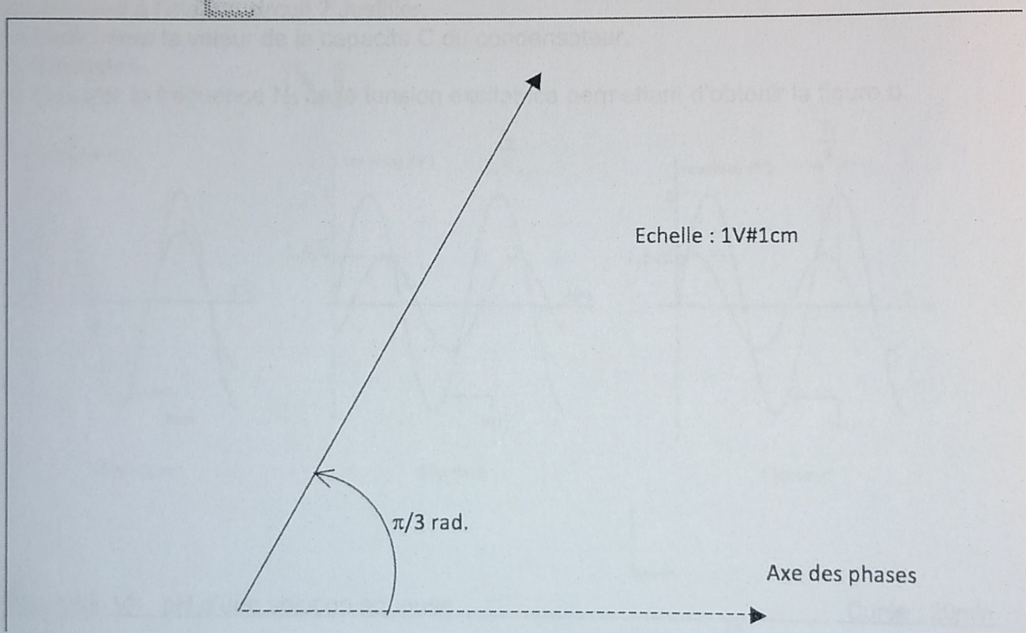
b₂- Le déphasage ϕ_u-ϕ_i de u(t) par rapport à l'intensité i(t) du courant qui parcourt le circuit.

3- un voltmètre monté en dérivation aux bornes de la bobine indique 10,8v.

a- Compléter la construction de Fresnel.

b- En déduire les valeurs de R, L et C_1.

4- Si on remplace le condensateur précédent par un autre de capacité C_0 de façon à mettre le circuit en état de résonance de charge. Comparer, sans faire de calcul et en justifiant votre réponse, les valeurs des capacités C_1 et C_0.



On fait varier la fréquence du générateur. Pour une valeur N_2 l'ampèremètre indique I_2=400mA et $u_C(t)$ devient en quadrature retard de phase par rapport u(t).

a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b- Calculer la valeur de N_2.

c- Etablir l'expression numérique de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

d- Quelle est alors l'indication d'un voltmètre branché aux bornes de l'ensemble condensateur bobine.

e- Sur le condensateur, le fabriquant indique la tension maximale U_0= 20 V à ne pas dépasser pour éviter le claquage .Quelle est la valeur minimale de R qui évite ce claquage ?

Exercice 13 Durée : 25min

Un générateur basses fréquences délivre une tension sinusoïdale $u(t)=U_m\sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable, alimente un circuit électrique comportant les dipôles suivants, montés en série : un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L=0,1H et de résistance r, un résistor de résistance R, un ampèremètre et un interrupteur (K).

1- Schématiser le circuit et effectuer les connexions nécessaires avec un oscilloscope bi-courbes pour visualiser simultanément la tension u(t) et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

2- La fréquence du GBF est réglée à la valeur N_1=65Hz. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (K), l'une des figures ci-dessous (Fig.a, Fig.b, Fig.c) apparaît sur l'écran de l'oscilloscope et l'ampèremètre indique 0,1A.

a- Sachant que le circuit étudié est capacitif, quelle est parmi ces figures, celle qui correspond à l'état du circuit ? Justifier.

b- En exploitant cette figure, déterminer : l'amplitude U_m de la tension excitatrice, le déphasage $\Delta\phi=\phi_u-\phi_i$, l'impédance Z du circuit et les résistances R et r respectivement du résistor et de la bobine.

3- Pour une fréquence N_2=90Hz de la tension excitatrice, l'ampèremètre indique une valeur maximale I_2.

a- Dans quel état se trouve le circuit ? Quelle est, parmi les figures ci-dessous, celle qui correspond à l'état du circuit ? Justifier.

b- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

c- Calculer I_2.

4- Calculer la fréquence N_3 de la tension excitatrice permettant d'obtenir la figure b.

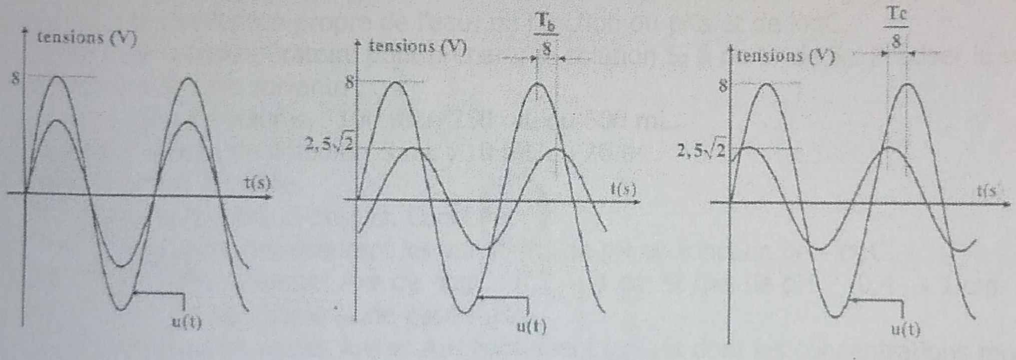


Figure -a Figure -b Figure -c

Exercice 14 pH d'une solution aqueuse Durée : 20min

On dispose de deux solutions aqueuses de deux bases B_1 et B_2 de même concentration molaire C=0,1mol.L^{-1} et de pH respectifs pH_1=13 et pH_2=11,1.

1- Etablir l'expression du taux d'avancement final τ_f d'une base B.
2- Montrer que B_1 est une base forte et que B_2 est une base faiblement ionisée.
3- a- Montrer que la constante d'acidité K_a du couple B_2H^+/B_2 s'écrit sous la forme : $Ka = \frac{Ke}{c.\tau_f^2}$.

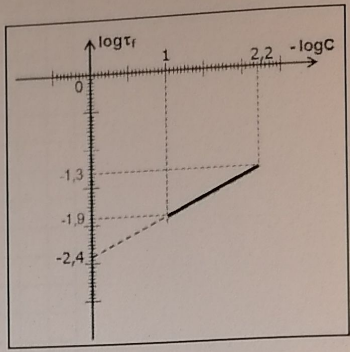
b- Déduire l'expression du pH de B_2 en fonction de C, pKe et pKa.

4- On prépare différentes solutions de la base B_2 dont les concentrations molaires sont inferieures à 0,1mol.L^{-1} et supérieures à 6,3.10^{-3}mol.L^{-1}.On a déterminé le taux d'avancement final τ_f de chaque solution ce qui nous a permis de tracer la courbe ci-contre.

a- Justifier l'allure de la courbe.

b- En exploitant la courbe :

- Déterminer le pKa du couple B_2H^+ /B_2.
- Montrer que la dilution favorise l'ionisation d'une base faible.



Exercice 15 pH d'une solution aqueuse

Durée : 25min

On dispose d'une solution (S_0) d'un acide faible A_1H qu'on dilue avec de l'eau distillée afin de préparer trois autres solutions S_1 ; S_2 et S_3 de même volume V=100 mL.

1- Les concentrations et les pH des solutions précédentes sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3
Concentration (mol.L^{-1})	0,1	0,05	0,01	0,0025
pH	2,40	2,55	2,90	3,20
τ_f	....	....	....	....

a - Etablir l'expression du pH d'un acide faible faiblement ionisé (on néglige les ions H_3O^+ provenant de l'ionisation propre de l'eau) en fonction du pKa et de logC.

b- Décrire le mode opératoire pour préparer la solution S_2 à partir de S_0. Préciser la verrerie utilisée parmi la liste suivante :

Fiole jaugée de volume : 100 mL ; 250 mL ou 500 mL.

Pipette graduée de volume : 5 mL ; 10 mL ou 20 mL.

Pissette d'eau distillée.

c- Compléter le tableau ci-dessus. Conclure.

d- Tracer le graphe représentant les variations du pH en fonction de –logC.

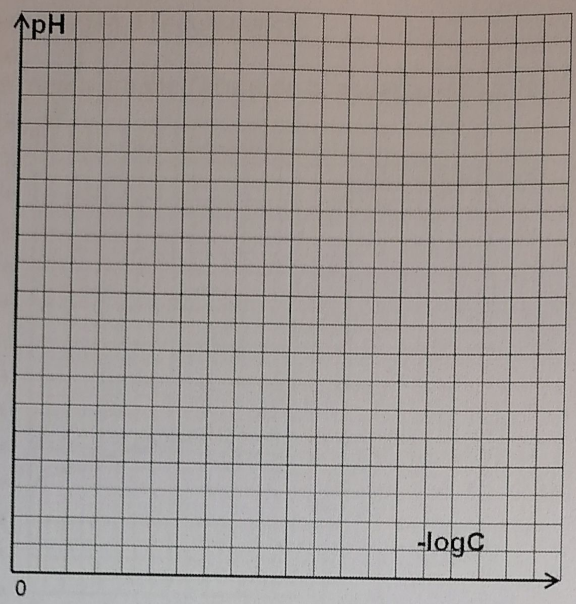
On donne l'échelle suivante: Axe de -logC : 0,2 → 1 cm et Axe de pH : 0,4 → 1 cm

e- déduire le pKa du couple acide-base A_1H/A_1^-.

2- On considère deux acides A_2H et A_3H faiblement ionisés dont les concentrations molaires et les pH sont donnés dans le tableau suivant :

Classer les trois acides A_1H ; A_2H et A_3H par ordre d'acidité décroissante.

Solution	A_2H	A_3H
Concentration (mol.L^{-1})	C_2=0,09	C_3=0,08
pH	pH_2= 2,83	pH_3= 2,65



Exercice 16 Dosage acido-basique — Durée : 25min

Toutes les solutions sont prises **à 25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est **Ke=10^{-14}.**

On prélève un volume **V_a=30 mL** d'une solution aqueuse **S_a** d'un monoacide **AH,** de concentration molaire **C_a** , qu'on dose par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de potassium **KOH** (base forte), de concentration molaire **C_b=0,02 mol.L^{-1}**, ce qui a permis de tracer la courbe de la figure suivante

1- Donner un schéma annoté du montage qui permet de réaliser ce dosage.
2- Montrer, par deux méthodes différentes que l'acide AH est faible.
3- a- Calculer **C_a**.
b- Sachant que l'acide AH est faiblement ionisé, calculer le pK_a du couple AH/A^- puis retrouver sa valeur graphiquement.
c- Pour un volume **V_{b1}** de base versée la mesure de pH donne 4,2. Qu'appelle-t-on le mélange dans ces conditions ? Déduire la valeur de **V_{b1}.**
4- a- Ecrire l'équation de la réaction de dosage et montrer qu'elle est totale.
b- Calculer la valeur du pH au point d'équivalence E.
d- Parmi les indicateurs colorés consignés dans le tableau ci-dessous, lequel est le plus approprié pour réaliser ce dosage ? Justifier.

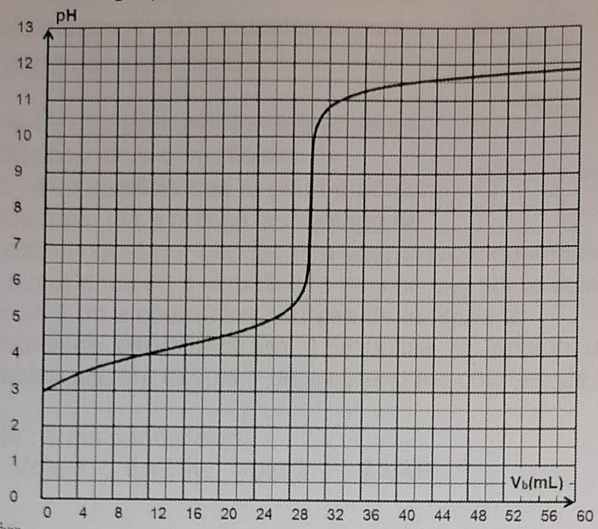
Indicateur coloré	Zone de virage
Bleu de bromothymol	6,2 – 7,4
Hélianthine	3,1 – 4,4
Phénolphtaléine (φ.φ)	8,0 – 10,2

5- On répète le dosage précédent en utilisant une solution d'hydroxyde de potassium de concentration molaire C'_b= 0,03 mol.L^{-1}.
a- Préciser l'effet de cette variation de concentration sur :
- Le pH initial de la solution acide.
- Le pH à la demi équivalence.

b- Calculer la nouvelle valeur du :

- volume V_{bE} de base versée à l'équivalence.
- pH à l'équivalence.

c- Représenter sur le même graphe l'allure de la nouvelle courbe de dosage ($pH = f(V_b)$).



Exercice 17 La loi d'action de masse — Durée : 20min

Un système chimique contient en solution aqueuse de l'acide hypochloreux HOCl, de l'hydroxylamine NH_2OH, des ions hypochloreux ClO^- et des ions hydroxylammonium NH_3OH^+. Il peut être le siège de la réaction d'équation :

$$HOCl_{(aq)} + NH_2OH_{(aq)} \Leftrightarrow ClO^-_{(aq)} + NH_3OH^+_{(aq)}$$

La constante d'équilibre relative à cette réaction est $K = 4.10^{-2}$ à 25°C.

1- Exprimer la fonction des concentrations relative à cette réaction.

2- Enoncer la loi d'action de masse.

3- Sachant que, le volume total du système est V= 100 mL et que les concentrations initiales des différentes espèces sont :

$[HOCl]$= 10^{-1} mol.L^{-1} ; $[ClO^-]$= 10^{-2} mol.L^{-1} ; $[NH_2OH]$= 10^{-1} mol.L^{-1} ; $[NH_3OH^+]$= 10^{-2} mol .L^{-1} ;

a- Calculer la fonction des concentrations π

b- En déduire le sens d'évolution spontané du système.

c- Etablir le tableau d'avancement de la réaction en fonction de x, en précisant seulement l'état initial et l'état final.

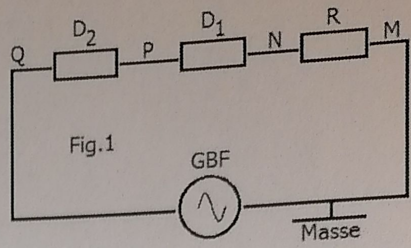
d- Exprimer K en fonction de l'avancement final x_f de la réaction.

e- Calculer l'avancement final de la réaction.

f- En déduire la composition molaire du système lorsque l'équilibre dynamique est atteint.

Exercice 18 — Durée : 20min

Deux dipôles D_1 et D_2 inconnus, mais chacun d'eux peut être : un résistor de résistance R', Une inductance pure L ou un condensateur parfait de capacité C.



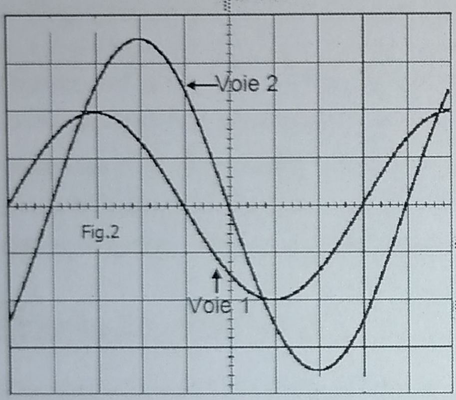
On veut identifier D_1 et D_2 et déterminer leurs grandeurs caractéristiques, on dispose alors d'un résistor de résistance R = 155 Ω , d'un oscilloscope bi-courbe et d'un générateur basse fréquence. On a réalisé le montage de la figure 1. Le circuit est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m\sin(2\pi Nt)$.

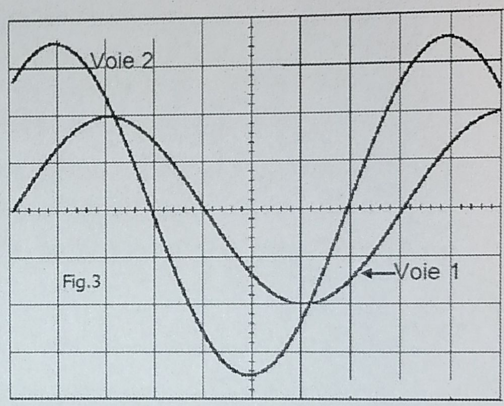
- Dans une première expérience on a visualisé la tension u_{NM} sur la voie 2 de l'oscilloscope et la tension u_{PM} sur la voie 1 on a obtenu les courbes de la figure 2.
- Au cours d'une deuxième expérience on a visualisé la tension u_{NM} sur la voie 2 de l'oscilloscope et la tension u_{QM} sur la voie 1 on a obtenu les courbes de la figure 3.

On donne :

Sensibilité horizontale : 1 ms par division.

Sensibilité verticale Voie 1 : 5 V/div, Voie 2 : 2 V/div.





1. a- A partir de l'oscillogramme de la figure 2, Montrer que le dipôle D_1 est une bobine.

b- Etudier l'oscillogramme de la figure 3 et montrer que le dipôle D_2 est un condensateur.

2. A partir de l'oscillogramme de la figure 3, déterminer :

a- La fréquence N et la valeur efficace U de la tension u(t) délivrée par le générateur.

b- L'intensité efficace I du courant qui traverse le circuit. En déduire l'impédance Z du circuit.

c- Le déphasage $\Delta\varphi$ de la tension aux bornes de tout le circuit par rapport à l'intensité du courant qui le traverse. Quelle est la nature du circuit ?

d- Ecrire l'expression de i(t).

3. L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant dans le circuit est : $L\,di/dt + Ri + 1/c \int idt = u$.

a- Faire correspondre à chaque fonction un vecteur de Fresnel. Sachant que la valeur de l'inductance est L = 0,2 H, Faire la construction de Fresnel (1V sera représenté par 1cm).

b- Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

4. On règle la fréquence du générateur B.F à une valeur N_1 de manière que la tension efficace $U_{QN} = 0$.

a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. En déduire la valeur de la fréquence N_1.

b- Calculer dans ces conditions le rapport U_{QP} / U_{QM}. Que représente ce rapport.

Exercice 19 Ondes progressives

Durée : 30min

Une pointe vibrante communique à un point S d'une nappe d'eau homogène, initialement au repos et assez étendue, des ébranlements sinusoïdaux. Une onde transversale de longueur d'onde λ se propage alors, supposée sans amortissement, à la surface de l'eau avec la célérité $v=25cm.s^{-1}$. Le mouvement de S débute à la date t=0s, à partir de sa position de repos prise comme origine des élongations y comptées positivement vers le haut.

1- L'équation horaire du mouvement d'un point M_1 de la surface de l'eau, situé au repos à la distance r_1 =1,5cm de S, est $y_{M_1}(t) = a\sin(2\pi Nt - \pi)$ où l'amplitude a = 2mm et la fréquence N=25Hz.

a- Etablir l'équation horaire du mouvement de la source S.

b- Déduire le sens du début de son mouvement.

2- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau, situé au repos à la distance r de la source S.

3- a- Représenter l'aspect à la date t_1 =0,08s d'une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par la source S. Déduire l'aspect de cette coupe 0,02s après la date t_1.On donne l'échelle:

- en abscisse : 1cm pour $\lambda/4$ de la surface de l'eau.
- en ordonnée : 1cm pour 1mm d'élongation.

b- Représenter les rides crêtes et creuses de la surface de l'eau à la date t_2 =0,1s.

4- La surface de la nappe d'eau a une frontière circulaire de rayon R=4cm et de centre S. Déterminer le lieu des points de cette surface vibrant en quadrature de phase avec S.

5- On éclaire la surface de la nappe d'eau avec un stroboscope de fréquence N_e pouvant varier de 10 à 50Hz Déterminer les valeurs de N_e permettant d'observer l'immobilité de l'eau.

6- La fréquence N du vibreur peut varier maintenant entre 10et 50Hz.
Déterminer les valeurs de N pour lesquelles le point M_1 et la source S vibrent en phase.

Exercice 25 Onde corde

Durée : 30min

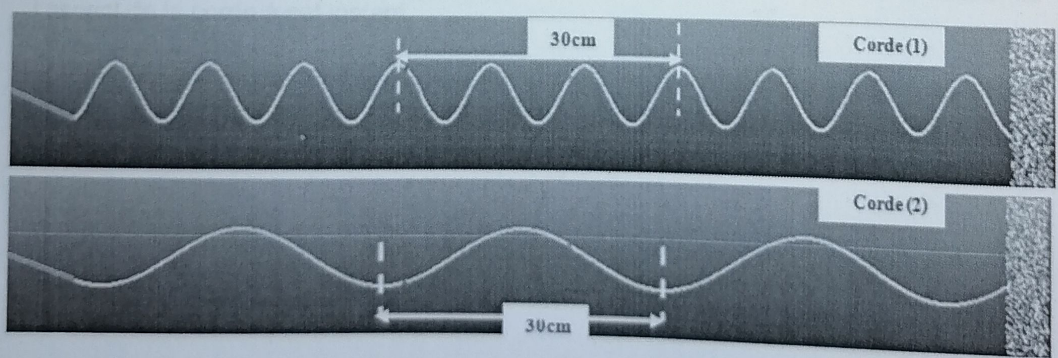
Deux cordes tendues horizontalement, sont excitées séparément par la même lame vibrante. Cette lame produit à l'extrémité (S) de chaque corde des vibrations verticales de même amplitude **a** et de même fréquence N=80 Hz. L'autre extrémité de chaque corde est fixée à un dispositif qui empêche la réflexion des ondes.

1- Chacune des deux cordes est éclairée par une lumière stroboscopique de fréquence N_e.

a- Déterminer la plus grande fréquence N_e permettant d'observer l'immobilité apparente de chaque corde.

b- Préciser ce que l'on observe lorsque la fréquence des éclairs est N_e =79Hz.

2- On éclaire chacune des deux cordes avec une lumière stroboscopique de fréquence N_e =80 Hz puis on les photographie, on obtient les deux clichés de la figure ci-dessous :



a- Déterminer les longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 respectivement des deux ondes, le long de la corde (1) et le long de la corde (2).

b- Expliquer à quoi est due la différence entre λ_1 et λ_2.

3- Préciser en le justifiant si ces ondes sont longitudinales ou transversales.

II- On considère maintenant l'onde progressive le long de la corde (1).

L'extrémité S de cette corde a pour équation horaire: $y_S(t) = 4.10^{-3}\sin(160\pi.t)$

1- a- Etablir en fonction de **x** et de **t** l'équation horaire $y_M(t)$ d'un point de la corde d'abscisse $x=(SM)_{\text{au repos}}$.

b- En déduire l'équation horaire du point A de la corde d'abscisse x_A= 25cm, en précisant la valeur de sa phase initiale.

c- Déterminer les abscisses x_B et x_C ($x_B < x_C$), des deux points B et C de la corde les plus proches de A, vibrant en opposition de phase avec A.

2- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_1 = 4{,}375.10^{-2}$ s.

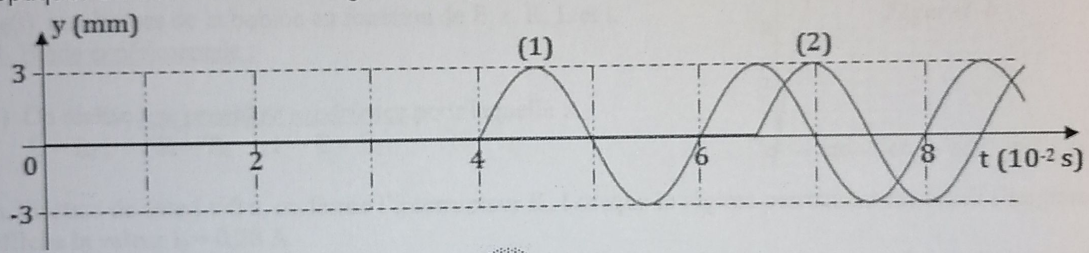
3- Déduire l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = 5\ 10^{-2}$ s.

Exercice 20

Durée : 25min

Une corde élastique assez longue et de faible raideur est tendue horizontalement entre l'extrémité libre **S** d'une lame vibrante et un support fixe à travers une pelote de coton.

1. En imposant à S des vibrations sinusoïdales verticales de fréquence **N** et d'amplitude faible **a**, la corde parait floue sous forme d'une bandelette rectangulaire de largeur 2a. Interpréter ce fait observé.
2. A fin d'étudier le mouvement de deux points M_1 et M_2 de la corde, situés au repos respectivement aux abscisses x_1=40 cm et x_2 =65cm, on utilise la méthode d'analyse optique. On obtient les chronogrammes (1) et (2) suivants :



a. Justifier l'allure des chronogrammes obtenus.

b. Déterminer graphiquement la période **T** des vibrations et la durée **Δt** mise par le front d'onde pour passer de M_1 à M_2.

c. En déduire la fréquence N des vibrations et la célérité **v** de l'onde.

3. Sachant que le mouvement de **S** débute à un instant pris comme origine des temps, à partir de sa position d'équilibre prise comme origine des élongations y.

a. Déterminer l'équation horaire de S.

b. Comment vibrent M_1 et M_2 par rapport à la source ?

4. Déterminer les élongations de S, M_1 et M_2 à l'instant t= 0,06s. En déduire le dessin de l'aspect de la corde à cet instant.

On veut étudier l'établissement du courant dans un dipôle comportant une bobine et un conducteur ohmique lorsqu'il est soumis à un échelon de tension de valeur E.

Le schéma du circuit permettant cette étude est donné par la figure1-a ci-contre tel que :

- Le conducteur ohmique a une résistance R réglable.
- La bobine a une inductance L réglable et une résistance r.
- Les valeurs de E, R, L et r sont inconnues.

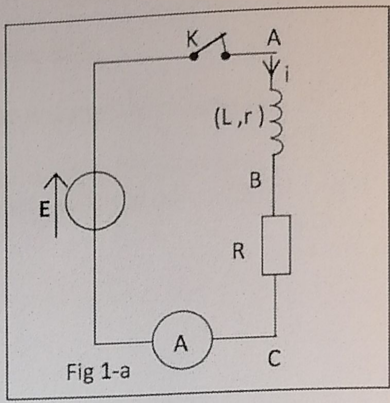


Fig 1-a

I- Etude théorique :

1) a-En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

b- La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$u_R(t) = U_{Rmax}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. Avec U_{Rmax} et τ des constantes.

Montrer que : $U_{Rmax} = \frac{R}{R+r}E$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$

c- En déduire l'expression i(t) de l'intensité du courant qui circule dans le circuit.

2) En utilisant la loi des mailles, Etablir l'expression de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine en fonction de E, r, R, L et t.

II- Etude expérimentale :

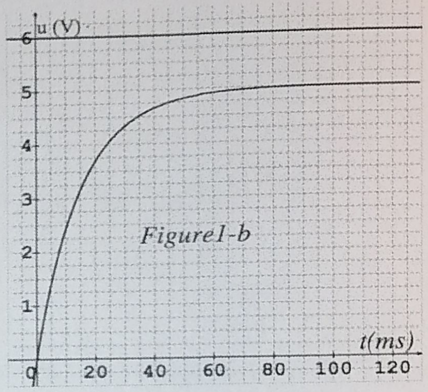


Figure1-b

1) On réalise *une première expérience* pour laquelle : $L = L_1$; $R = R_1$ et $E = E_1$.

À l'instant de date t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. Lorsque le régime permanent est établi l'ampèremètre affiche la valeur $I_0 = 0,20$ A.

Un oscilloscope à mémoire bi-courbe permet de visualiser la tension u_G aux bornes du générateur sur la voie Y_1 et la tension u_R aux bornes du résistor sur la voie Y_2. L'oscillogramme obtenu est donné par la figure 1-b.

a- Reproduire le schéma du circuit donné par la figure 1-a et indiquer les connexions nécessaires à l'oscilloscope (voies et masse).

b- Que représente la valeur I_0 affichée sur l'ampèremètre?

c- Déterminer graphiquement :

* les valeurs de E_1 et de U_{Rmax} et en déduire R_1 puis r.
* la constante de temps τ_1 en expliquant la méthode utilisée. Déduire la valeur de L_1.

d- Expliquer le retard avec lequel s'établit le régime permanent.

e- Préciser la date à partir de laquelle le régime permanent est établi. Comment se comporte la bobine à partir de cette date ?

2) On réalise *une deuxième expérience*, en faisant varier l'une des caractéristiques du circuit R ou L et en changeant les branchements de l'oscilloscope. Le schéma du circuit (figure 2-a) et l'oscillogramme obtenu sur l'écran de l'oscilloscope (figure 2-b) sont donnés ci-après :

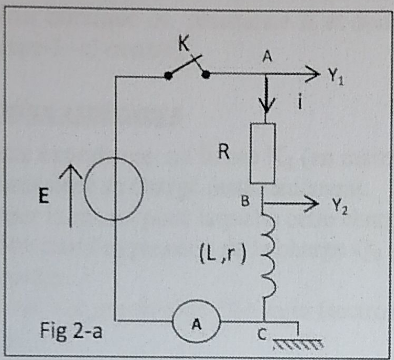


Fig 2-a

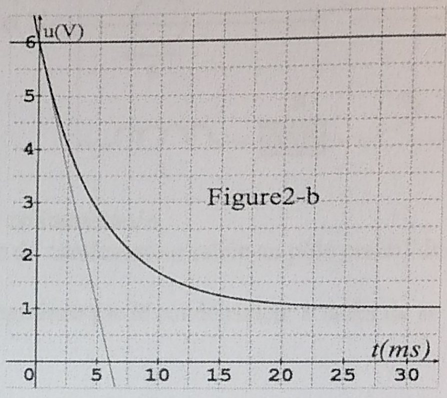


Figure2-b

a- Identifier les tensions visualisées sur l'écran de l'oscilloscope ?

b- Déterminer graphiquement la nouvelle valeur de la constante de temps τ_2.

c- Montrer qu'on régime permanent $U_B = \frac{r}{R+r}E$

d- Déduire que c'est la valeur de l'inductance de la bobine qui a changé. Déterminer la nouvelle valeur L_2 de l'inductance.

3) Au cours d'*une troisième expérience*, on fait varier les valeurs de deux parmi les trois grandeurs R, L et E. On change les branchements de l'oscilloscope.

Le schéma du circuit est donné par la figure 3-a. et l'oscillogramme obtenu sur l'écran de l'oscilloscope est donné par la figure 3-b.

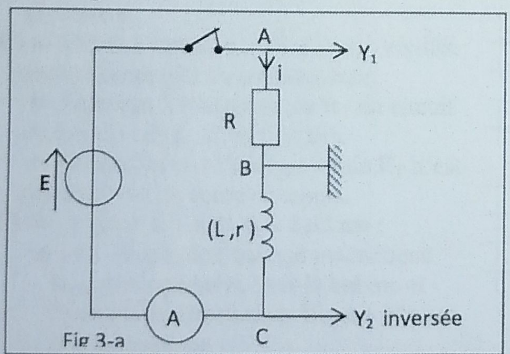


Fig 3-a

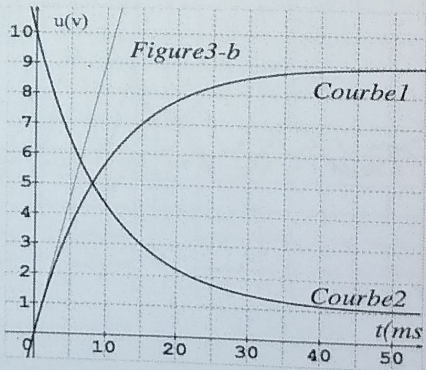


Figure3-b

a- Identifier les courbes 1 et 2.

b- Déterminer graphiquement et en le justifiant :

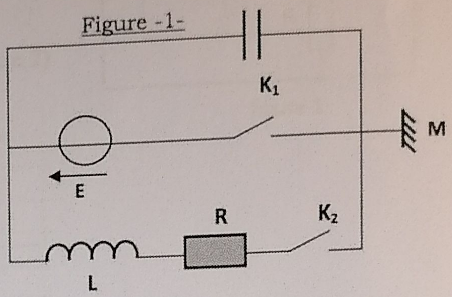
* la valeur de la f.é.m. E du générateur.
* La valeur de la constante de temps τ_3.

c- * Montrer que le rapport $\frac{E}{U_{Rmax}} = (1+\frac{r}{R})$.

* Comparer le rapport $\frac{E}{U_{Rmax}}$ dans la deuxième et la troisième expérience.

* Déduire la nouvelle valeur R_3 de la résistance.

Exercice 22 RLC — Durée : 30min



On considère le circuit électrique comportant un générateur idéal de tension de fém **E**, un condensateur de capacité **C = 0,47 µF**, une bobine d'inductance **L = 0,5 H** et de résistance négligeable, un conducteur ohmique de résistance **R** et deux interrupteurs **K_1** et **K_2** (voir figure-1- ci-contre).

I– Première expérience

Dans cette expérience, on ferme **K_1** (en maintenant **K_2** ouvert).
Le condensateur se charge instantanément.

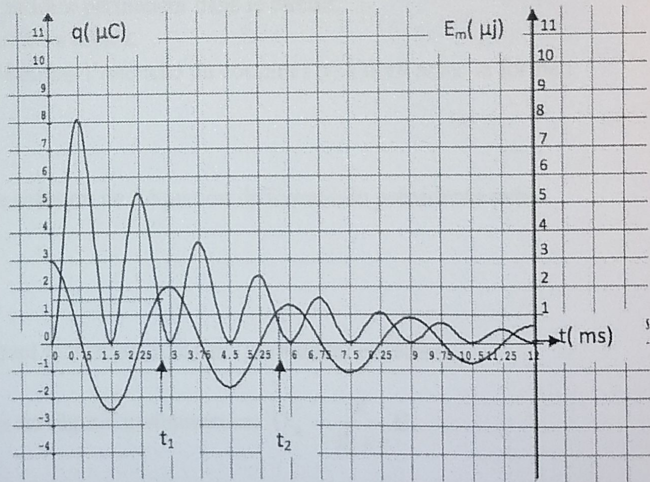
1°) Donner la raison pour laquelle cette charge de condensateur est instantanée.

2°) Déterminer l'expression de la charge **Q_0** prise par l'armature du condensateur reliée au pôle positif du générateur.

3°) Donner l'expression de l'énergie électrostatique **W_0** emmagasinée par le condensateur à la fin de la charge.

II – Deuxième expérience

Une fois la première expérience réalisée, on ouvre **K_1** puis on ferme **K_2**.
Á l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur et d'un logiciel de traitement de données, on obtient la représentation graphique ci-après, où figurent d'une part, les variations temporelles de la charge q et d'autre part les variations temporelles de l'énergie **E_m** emmagasinée dans la bobine.



1°) Préciser le régime de ces oscillations électriques.

2°) Déterminer la valeur de la pseudo-période **T** des oscillations.

3°) Déterminer la valeur de la tension **U_{C0}** aux bornes du condensateur à la date **t = 0s**. En déduire la valeur de la f.é.m **E** du générateur.

4°) **a-** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge **q(t)** du condensateur.

b- Exprimer l'énergie totale **E_T** du circuit en fonction de **L, C, q(t)** et **i(t).**

c- En déduire que l'énergie totale **E_T** n'est pas conservé au cours de temps.

5°) Déterminer à la date **t_1 = 2,62 ms** :

a- Les valeurs de l'énergie magnétique **E_{1m}** emmagasinées dans la bobine et l'énergie électrostatique **E_{1c}** stockée par le condensateur.

b- La valeur de l'énergie totale **E_{1T}** de l'oscillateur.

6°) A la date **t_2 = 5,62 ms** la valeur de l'énergie totale de l'oscillateur est **$E_{2T} = 2{,}06.10^{-6}$ j.**
Déterminer la variation de l'énergie totale **ΔE** de l'oscillateur entre les instants **t_1** et **t_2**. Sous quelle forme cette énergie est dissipée ?

7°) On remplace le résistor **R** avec un autre de résistance **R' = 10 KΩ**. On a plus une décharge oscillante du condensateur.

a- Donner le nom de ce régime.

b- Tracer l'allure de la courbe **$u_C = f(t)$.**

Un circuit électrique formé par l'association en série d'un générateur de tension continue de f.é.m E = 6 v, un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω et une bobine d'inductance L et de résistance r. (figure 1)

I- À l'instant de date t = 0 s, on ferme l'interrupteur K.

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer la variation de la tension aux bornes de conducteur ohmique au cours de temps. (figure 2)

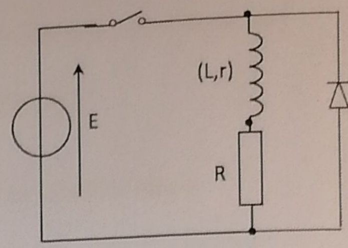


figure 1

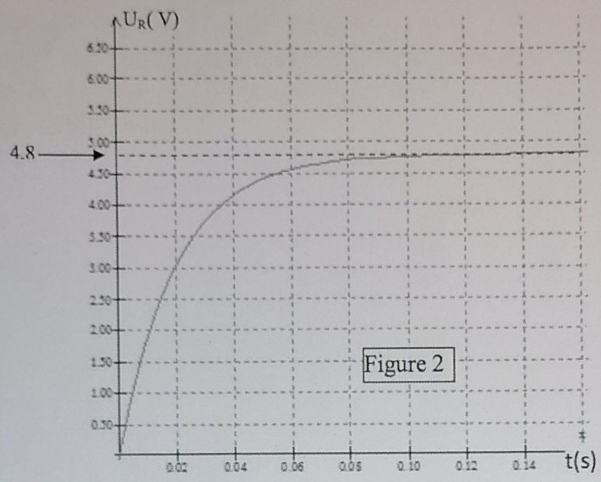


Figure 2

1°) Reproduire le circuit de la figure 1 et indiquer les connexions nécessaires permettant d'observer la tension $u_R(t)$.

2°) a- Expliquer le retard de l'établissement du courant permanent dans le circuit.

b- Nommer le phénomène qui est à l'origine de ce retard.

3°) a- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i (t) s'écrit sous la forme :

$$L\frac{di}{dt}+(R+r)i=E.$$

b- Vérifier que $i(t)=\frac{E}{R+r}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ est une solution de l'équation différentielle précédente avec

$$\tau=\frac{L}{R+r}$$

4°) a- Etablir l'expression de l'intensité du courant I_0 lorsque le régime permanent est établi.

b- Montrer que l'expression de la tension u_R en régime permanent est $U_R=\frac{R}{R+r}E$.

c- Déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

5°) A partir de l'oscillogramme de la figure 2, déterminer la valeur de la constante de temps τ. En déduire la valeur de de l'inductance L.

6°) a- Etablir l'expression de la tension aux bornes de la bobine $u_b(t)$.

b- Représenter, sur la figure 3 de l'annexe, l'allure de la courbe représentant les variations de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine. On précisera les coordonnées des points particuliers.

7°) Déterminer la valeur de l'énergie emmagasinée dans la bobine à l'instant de date $t = \tau$. Nommer cette énergie.

8°) Dans une autre expérience, on remplace la bobine précédente par une bobine idéale ($r = 0$) et de même inductance L.

a- Comparer, sans calcul, la nouvelle valeur de constante de temps τ' à celle de τ.

b- Représenter, sur la figure 4 de l'annexe, l'allure de la tension $u_R(t)$.

II- A une nouvelle origine de temps $t' = 0$ s, on ouvre l'interrupteur K en gardant la bobine idéale d'inductance L et de résistance négligeable.

1°) Etablir l'équation différentielle en $u_R(t)$ du circuit.

2°) Vérifier que $u_R = Ee^{-t/\tau'}$ est une solution de l'équation précédente.

3°) a- Déterminer la valeur de u_R à l'instant de date $t = 5.10^{-2}$ s.

b- Représenter l'allure de $u_R(t)$.

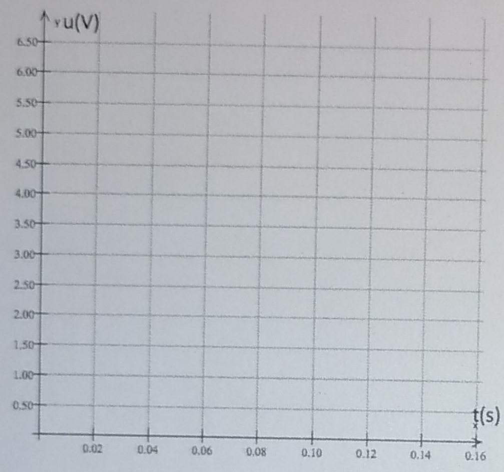


Figure 3

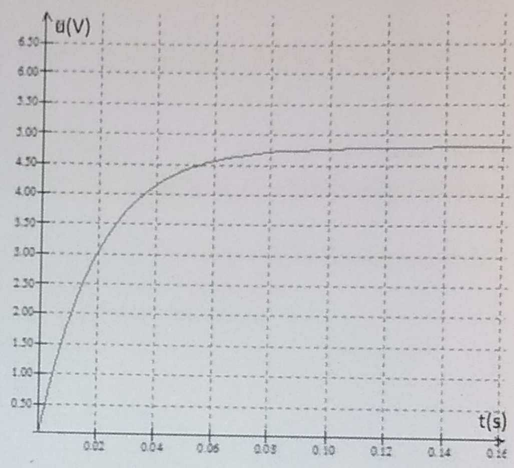


Figure 4

On considère un circuit électrique comportant en série :

- Un générateur de tension de force électromotrice E.
- Un condensateur initialement non chargé de capacité C ;
- Un résistor de résistance R = 200 Ω ;
- Un l'interrupteur K.

1°) A un instant de date t = 0 s pris comme origine de temps, on ferme l'interrupteur K.

a- Décrire le phénomène physique qui se produit dans le condensateur à partir de t = 0 s.

b- Montrer que l'équation différentielle en u_C est de la forme $\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{\tau}u_C=\frac{E}{\tau}$. Exprimer τ.

c- La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C = Ae^{-t/\tau} + B$; A,B sont des constantes. Déterminer les expressions de A et B.

2°) La masse du générateur est isolée de la terre. A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on observe simultanément:

- la tension u_C aux bornes du condensateur sur la voie y_1
- la tension u_R, aux bornes du résistor, sur la voie y_2 inversée.

a- Préciser la tension qui permet de suivre les variations de la charge q du condensateur au cours du temps.

b- Compléter, sur la figure 2 de l'annexe, le schéma du circuit en indiquant, le branchement de l'oscilloscope (voies et masse) et en représentant les flèches des tensions.

c- La figure 1 représente l'oscillographe obtenu à partir de l'oscilloscope.

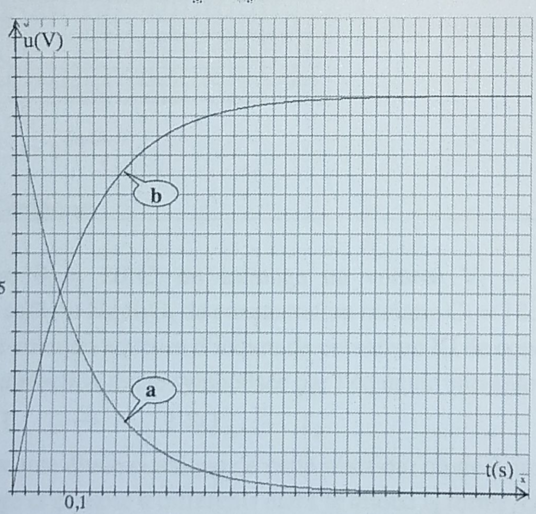


Figure 1

Identifier les deux courbes.

3°) Déterminer graphiquement :

a. la tension E aux bornes du générateur ;

b. * une valeur approchée de la constante de temps τ en expliquant la méthode utilisée.

* En déduire celle de la capacité C du condensateur.

4°) a. Etablir l'expression de $u_R(t)$.

b. Déterminer l'intensité maximale I_{max}.

c. Déterminer, par deux méthodes la date t_1 à laquelle $u_C = u_R$.

5°) On augmente la valeur de la résistance R du résistor.

a. Dire en justifiant si les grandeurs E, I_{max} et τ augmentent, diminuent ou restent constantes.

b. Donner, sur le schéma de la figure 3 de l'annexe, l'allure de la courbe qui correspond à u_R pour une valeur R' > R de la résistance.

6°) On augmente la valeur de la tension E. Dire en justifiant si les grandeurs I_{max} et τ augmentent, diminuent ou restent constantes.

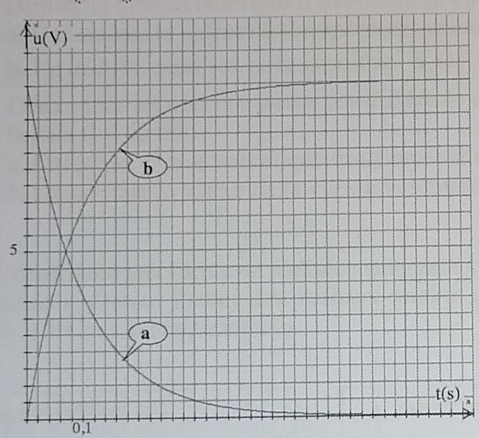


Figure 3

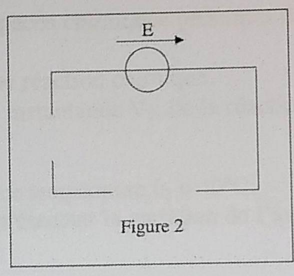


Figure 2

Exercice 25 Cinétique

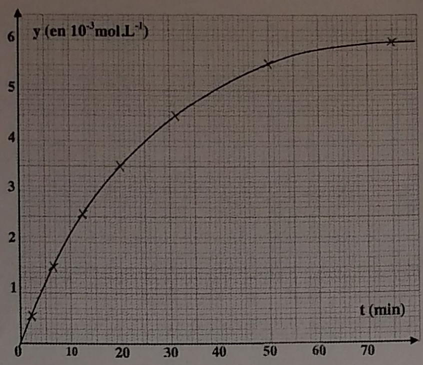
Durée : 30min

A une température $\theta_1 = 20°C$, on mélange un volume $V_1 = 500$ mL d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de sodium $Na_2S_2O_8$ de concentration molaire $C_1 = 12.10^{-3}$ mol.L^{-1} avec un volume $V_2 = 500$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire$C_2 = 40.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

Il se produit alors la réaction totale symbolisée par l'équation suivante :

$$S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \rightarrow 2\,SO_4^{2-} + I_2$$

Dans le but de faire une étude cinétique de cette réaction, on déclenche un chronomètre juste à l'instant où on réalise le mélange et on dose à différents dates le diiode I_2 formé, ce qui a permis de tracer la courbe ci-contre, qui présente la variation de l'avancement volumique au cours de temps.



I- 1. Déterminer la concentration initiale du mélange C'_1 en ion perxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et C'_2 en ion iodure I^- .

2. Dresser le tableau descriptif d'évolution de ce système chimique relatif à l'avancement volumique.

3. a. Déterminer la valeur de l'avancement volumique final y_f.

b. En déduire que l'ion perxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant.

4. Déterminer les concentrations des différents espèces chimiques présentes dans le mélange réactionnel à la date $t_1 = 20$ min.

5. a. Définir la vitesse volumique instantanée d'une réaction chimique.

b. Déterminer la valeur de la vitesse volumique instantanée V_1, de la réaction, à la date t_1.

II- L'expérience précédente est réalisée maintenant à une température $\theta_2 = 40°C$.
On donne ci-dessous l'allure des plusieurs courbes représentant la variation de l'avancement volumique au cours de temps à la température θ_2.

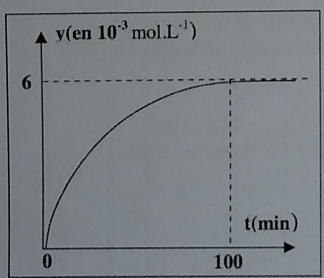


figure (a)

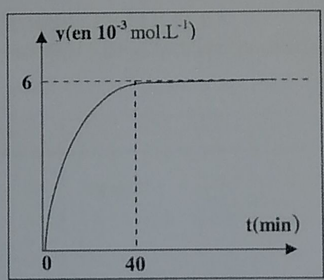


figure (b)

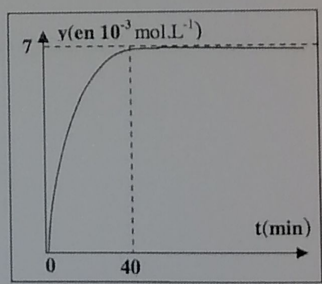


figure (c)

1. Préciser la courbe qui correspondant à l'expérience réalisée. Justifier.

2. Cette réaction peut être catalysée par les ions fer II.

a. Rappeler la définition d'un catalyseur.

b. Préciser le type de la catalyse si on ajoute au milieu réactionnel une solution de sulfate de fer II.

III- On reprend l'expérience précédente en travaillant à la même température $\theta_1 = 20°C$, mais en utilisant une solution aqueuse de peroxodisulfate de sodium $Na_2S_2O_8$ de volume $V_1 = 500$ mL et de concentration molaire $C_3 = 20.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

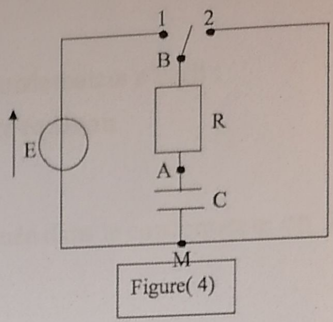
1. Calculer la nouvelle concentration initiale C'_3 du mélange en $S_2O_8^{2-}$.

2. Tracer l'allure de la courbe $y = f(t)$.

3. Soit V'_1 la vitesse de la réaction à $t_1 = 20$ min avec la concentration C_3 .Comparer V'_1 à V_1.

(V_1 : la vitesse de la réaction à $t_1 = 20$ min)

On considère le circuit schématisé par la figure(4)



Figure(4)

I- Commutateur en position 1

Le condensateur étant initialement déchargé. A l'instant de date $t = 0$, on bascule le commutateur en position 1.
Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur enregistre l'évolution des tensions u_c aux bornes de condensateur et u_G aux bornes de générateur. On obtient les courbes (1) et (2). (figure 5)

1°) Identifier ces deux courbes. Justifier.

2°) a- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes de condensateur s'écrit : $\tau \frac{du_C}{dt} + u_C = E$, on donnant l'expression et le nom de τ.

b- La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_c(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$. Déterminer les expressions des constantes A et α.

c- Déterminer par une méthode que l'on précisera la valeur de la constante τ du dipôle RC. En déduire la valeur de C. On donne $R = 50\ K\Omega$.

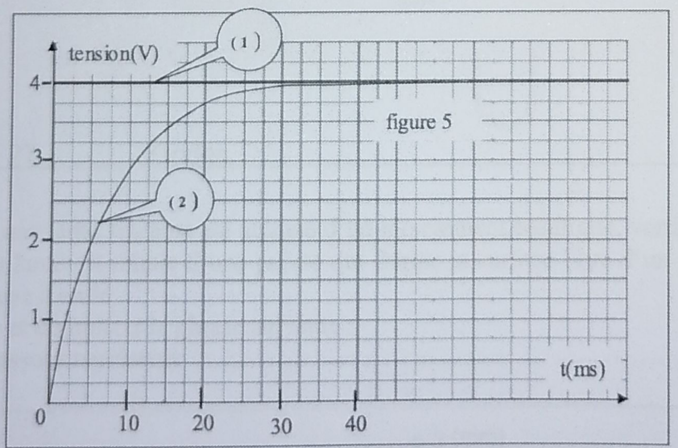
3°) A la date $t = 40$ ms :

- a- Donner la valeur de l'intensité de courant.
- b- Déterminer La valeur de la charge Q_A de l'armature A du condensateur.
- c- Déterminer L'énergie électrique emmagasinée par le condensateur.

4°) On suppose que le condensateur est pratiquement chargé lorsque la tension entre ces bornes est $u_c = 0{,}99E$. Exprimer la durée de charge du condensateur t_c en fonction de τ. Calculer t_c.

5°) On refait l'expérience précédente avec le même condensateur et un résistor de résistance $R' = \frac{R}{2}$.

- a- Calculer la nouvelle valeur de la constante du temps τ'.
- b- Tracer l'allure de la courbe de variation de la tension aux bornes de condensateur au cours de temps.



II- Commutateur en position 2

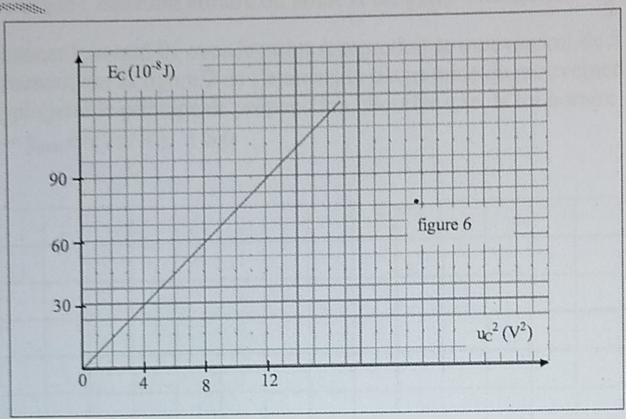
Le condensateur précédent est complètement chargé ($u_C = E$) et $R = 50\ K\Omega$, à $t = 0$, on bascule le commutateur en position 2 et on enregistre à nouveau u_C.

1°) L'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes d condensateur s'écrit :
$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau}u_C = 0$. Vérifier que, $u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ est une solution de cette équation.

2°) a- Etablir l'expression du courant i(t) .
b- Tracer l'allure de i(t)

3°) On trace la courbe de variation de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur en fonction de u_C^2 , $E_C = f(u_C^2)$.(figure 6)

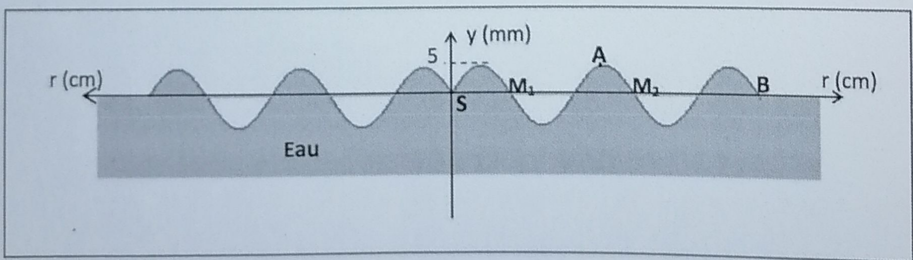
a- Donner l'expression de l'énergie électrique E_C.
b- Etablir l'équation de cette courbe.
c- Déduire la valeur de C.



Exercice 27 Ondes Durée : 20min

L'extrémité d'une lame vibrante est animée d'un mouvement rectiligne, vertical et sinusoïdal, de fréquence N = 50 Hz. La lame est munie d'une pointe qui frappe la surface libre d'un liquide au repos en un point S centre d'une cuve à onde

1°) Reproduire et compléter la phrase suivante :
La figure ci-dessous représente ………………………… …………………………………….à l'instant t_1.



2°) a- Justifier que l'onde produite à la surface de l'eau est transversale.

b- Représenter, par une vue de dessus l'aspect de la surface de l'eau à l'instant t_1

c- Lorsque toute la surface du liquide sera entièrement affectée par l'onde, décrire en le justifiant ce qu'on observe à la surface du liquide lorsqu'elle est éclairée par un stroboscope de fréquence :

- $N_e = 25$ Hz
- $N_e' = 24$ Hz.

3°) a- Donner l'amplitude **a** de l'onde.

b- Définir la longueur d'onde λ et déterminer sa valeur. **On donne** : La distance SB est égale à 2,5 cm.

c- Déterminer la célérité v de l'onde.

d- Justifier que l'instant $t_1 = 5.10^{-2}$ s.

4°) a- Justifier que le point M_1 vibre en opposition de phase avec S.

b- Préciser le sens de déplacement du point M_1 juste après la date t_1 (une montée ou une descente).

c- Parmi, les points A, M_2 et B, préciser en le justifiant le(s) points qui vibre(ent) en phase avec M_1.

5°) Représenter, sur la figure 1 de l'annexe, l'aspect de la coupe de la surface de l'eau à l'instant $t_2 = 7{,}5.10^{-2}$ s. Sachant que le diamètre de la cuve D = 9 Cm et le profondeur de liquide h = 1,5 Cm.

6°) a- Montrer que l'équation horaire du point A est $y_A(t) = a\sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{2})$ si $t \geq \theta_A$

b- Déterminer le retard θ_A avec le point A reproduit le mouvement de S.

c- Représenter, sur la figure 2 de l'annexe, le diagramme du mouvement du point A.

d- En appliquant le principe de propagation, montrer que la loi horaire du point S est :

$y_S(t) = y_{max}\sin(2\pi Nt)$ $t \geq 0$

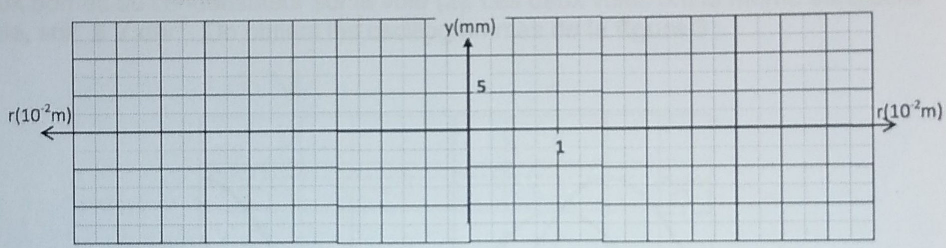


Figure 1

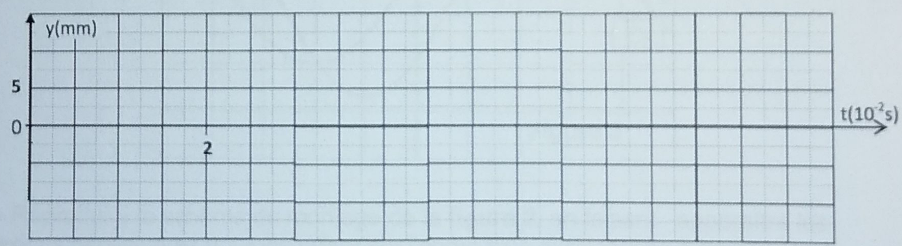


Figure 2

Le circuit électrique, schématisé ci-contre (**Figure 2**) comporte :
-un générateur de basse fréquence (GBF),
-un conducteur ohmique de résistance **R=120 Ω**,
-une bobine d'inductance L et de résistance r,
-un condensateur de capacité C,
-un ampèremètre,
-un voltmètre.

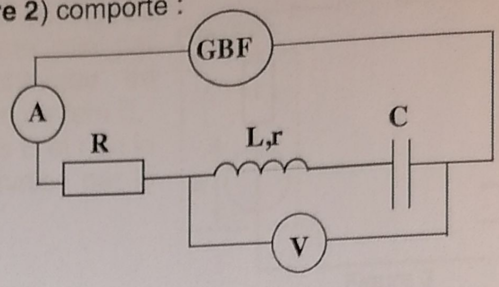


Figure 2

On fixe la fréquence de la tension de sorte que le générateur de basse fréquence (GBF) délivre la tension alternative sinusoïdale $u(t) = Um\sin(2000t + \frac{\pi}{2})$ de valeur efficace et de phase initiale constantes.
L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ de valeur efficace $\mathbf{I = 25\sqrt{2}}$ **mA**.
A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise la tension u(t) sur la voie (1) et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie (2). Les deux voies ont la même sensibilité verticale, soit **5 V.div^{-1}**. On obtient les oscillogrammes de **la figure 3** :

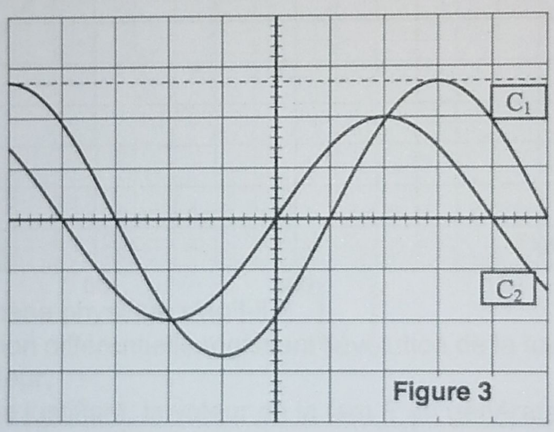


Figure 3

1)
a- Reproduire le schéma du montage de **la figure 2**, en faisant apparaître les connexions nécessaires pour visualiser sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe la tension u(t) aux bornes du générateur et la tension u_C (t) aux bornes du condensateur.
b- Faire correspondre à chaque oscillogramme la tension correspondante.
c- Déterminer les expressions de u(t) et $u_c(t)$.
d- Calculer φ_i. En déduire la nature du circuit.

2)
a- Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant i(t) est donnée par :

$$(R+r)i(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int idt = u(t)$$

b- Effectuer la construction de Fresnel relative à ce circuit en prenant comme échelle: 1cm → 2V
c- Déduire les valeurs de C, de L et de r.
d- Déterminer l'indication du voltmètre dans ces conditions.

Exercice 29 RC

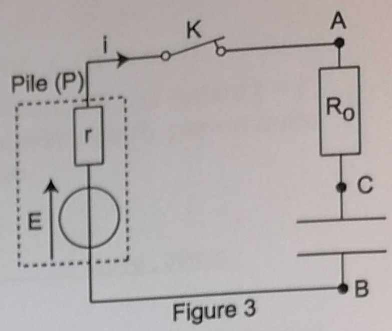


Figure 3

On dispose d'une pile (P) de force électromotrice E et de résistance interne r. On peut modéliser cette pile par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance r et d'un générateur idéal de tension de fem E.
Pour déterminer les grandeurs caractéristiques E et r de la pile (P), on réalise le circuit électrique schématisé par la figure 3.
Il comporte, montés en série :

- la pile (P),
- un condensateur de capacité C = 2170 μF,
- un résistor de résistance R_0 = 10 Ω,
- un interrupteur K et des fils de connexions.

I] A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K et on suit, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient la courbe de la figure 4.

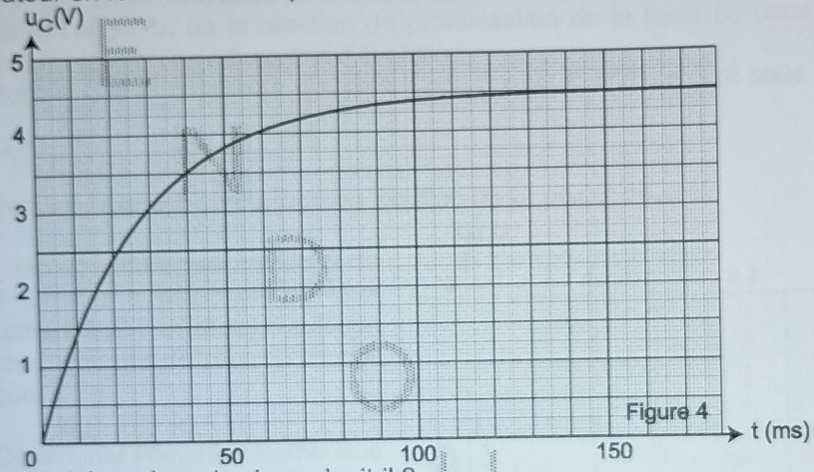


Figure 4

1°/ De quel phénomène physique s'agit-il ?

2°/ a) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

b) Préciser, en le justifiant, la valeur de la fem E du générateur.

3°/ a) Montrer que : $u_C(t) = A[1 - e^{-\alpha t}]$ est une solution de l'équation différentielle pour des expressions de A et α que l'on exprimera en fonction des caractéristiques du circuit considéré.

b) Déterminer la valeur du rapport $\frac{u_C}{E}$ à l'instant de date $t = \frac{1}{\alpha}$.

c) Déduire la valeur de la constante de temps τ, ainsi que celle de la résistance interne r de la pile (P).

4°/ Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur lorsque sa charge a atteint 25% de sa valeur finale.

5°/ a) Déterminer l'intensité maximale du courant qui circule dans le circuit.

b) A quel instant t_2 a-t-on $u_C(t) = u_{R_0}(t)$.

c) Représenter l'allure de la tension $u_{R_0}(t)$ aux bornes du dipôle résistor en précisant les points particuliers.

II] A l'instant t = 300 ms, on ouvre l'interrupteur K et on relie les bornes A et B par un fil conducteur de résistance négligeable.

1°/ De quel phénomène physique s'agit-il ?

2°/ a) Représenter, sur un même graphe, l'allure des tensions $u_{R_0}(t)$ et $u_C(t)$.

b) Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le résistance R_0 à l'instant $t = \tau'$.

c) Cette énergie sera-t-elle modifiée si on remplace la résistance R_0 par un autre résistor de résistance $R' = 2.R_0$. Justifier votre réponse.

Exercice 30 pH Durée : 30min

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

On dispose de deux solutions aqueuses de deux bases B_1 et B_2 de même concentration molaire $C = 10^{-1}$ mol.L^{-1} et de pH respectifs $pH_1 = 13$ et $pH_2 = 11,1$.

1°/ Etablir l'expression du taux d'avancement final τ_f d'une base B.

2°/ Montrer que B_1 est une base forte et que B_2 est une base faiblement ionisée.

3°/ a) Ecrire l'équation de la réaction de protonisation de la base B_2 dans l'eau et dresser son tableau descriptif d'évolution.

b) Montrer que la constante d'acidité K_a du couple B_2H^+/B_2 s'écrit sous la forme $K_a = \dfrac{K_e}{C.\tau_f^2}$.

c) Déduire l'expression du $\log\tau_f$ en fonction de C, pK_e et pK_a.

4°/ On prépare différentes solutions de la base B_2. On a déterminé le taux d'avancement final τ_f de chaque solution ce qui nous a permis de tracer la courbe de la figure 1 :

$$\log\tau_f = f(-\log C).$$

a) Déterminer l'équation numérique de la courbe de la figure 1.

b) En exploitant la courbe :

- Déterminer le pK_a du couple B_2H^+/B_2.
- Montrer que la dilution favorise l'ionisation d'une base faible.

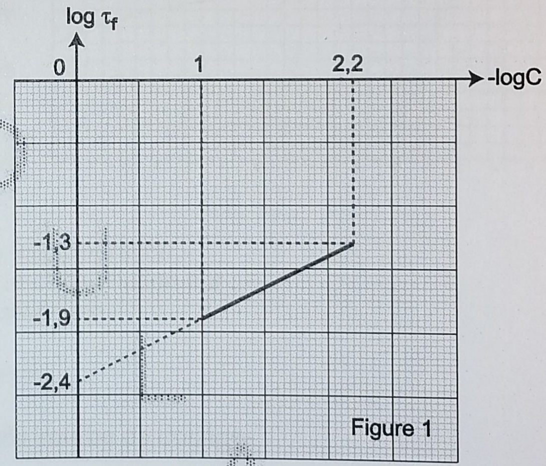


Figure 1

Exercice 31 pH et dosage Durée : 30min

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux apportés par les réactions acide-base envisagées.

I] On prépare un volume V = 1 L d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration molaire $C_A = 0,1$ mol.L^{-1}. La mesure de son pH a donné la valeur 2,9.

1°/ Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié, en utilisant l'avancement final x_f de la réaction.

2°/ Montrer que la constante d'acidité K_a du couple CH_3COOH/CH_3COO^- s'écrit sous la forme : $K_a = \dfrac{x_f^2}{V(C_A V - x_f)}$.

3°/ En exprimant x_f en fonction du pH et du volume V de la solution, calculer le pK_a du couple CH_3COOH/CH_3COO^-.

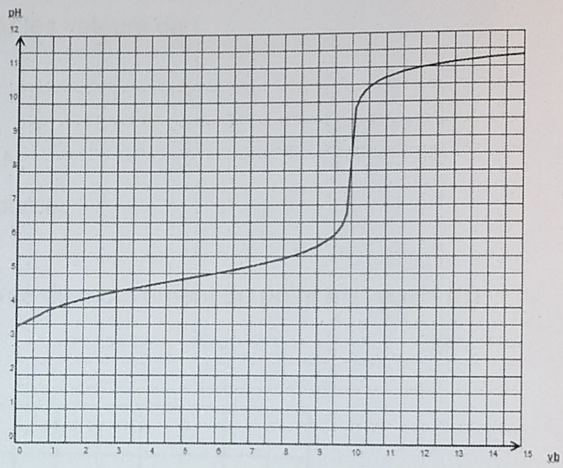
II] On se propose de réaliser le dosage pH-métrique d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

1°/ Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

2°/ Montrer que cette réaction est totale.

3°/ On dilue 10 fois la solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire initiale C_A. La concentration molaire de la solution diluée est notée C'_A. Décrire le protocole expérimental qui permet de préparer 50 mL de la solution aqueuse d'acide éthanoïque diluée.

4°/ On dose un volume V_A = 10 mL de la solution aqueuse diluée. Le graphe de la figure ci-contre traduit la variation du pH au cours de l'addition d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 10^{-2}$ mol.L^{-1} à la solution dosée.



a) Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
b) Justifier le caractère acido-basique du mélange obtenu à l'équivalence.
c) On ajoute maintenant 20 mL d'eau distillée au volume V_A d'acide et on reprend le dosage avec la même solution de soude.
   - Préciser l'intérêt pratique d'une telle opération.
   - Préciser, en le justifiant, l'effet de cette dilution sur :
     - le volume V_{BE} versé à l'équivalence.
     - le pH_E à l'équivalence.
     - le pH ½ à la demi-équivalence.
     - le pH initial.
   - Représenter l'allure de la nouvelle courbe de dosage.

Exercice 32 Onde corde Durée : 30min

Un vibreur provoque à l'extrémité S d'une corde élastique supposée infiniment longue, un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation : $y_S(t) = a.\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$.
La source S débute son mouvement à l'instant de date $t_0 = 0$ s.

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S.

1°/ a) Qu'appelle-t-on <u>onde</u> <u>mécanique</u> <u>progressive</u> ?

b) L'onde se propageant le long de la corde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier la réponse.

2°/ A l'instant de date $t_1 = 2.10^{-2}$ s, le point M_1 de la corde d'abscisse $x_1 = 10$ cm entre en vibration. Déterminer la célérité v de l'onde.

3°/ La courbe représentant l'aspect de la corde à un instant t_2 est donnée par la figure 5.

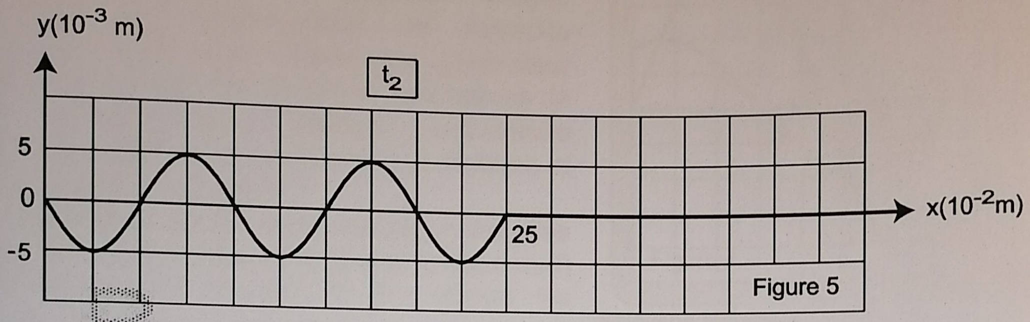


Figure 5

a) En exploitant cette courbe, déterminer les valeurs de :
- La longueur d'onde λ.
- L'instant t_2.

b) Déterminer la valeur de la fréquence N.

c) Etablir l'équation horaire $y_S(t)$ de la source.

4°/ a) Représenter sur la figure 6 le diagramme du mouvement du point M_1 : $y_{M1} = f(t)$.

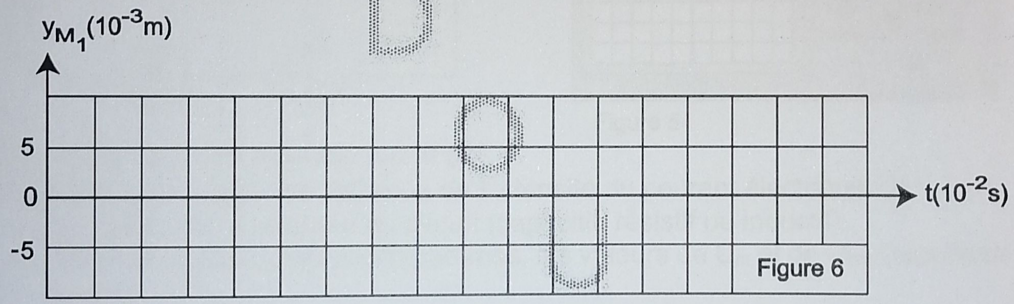


Figure 6

b) Déterminer la vitesse du point M_1 à l'instant t_2.

c) Déterminer, analytiquement, le nombre et les abscisses des points de la corde qui, à l'instant t_2, vibrent en opposition de phase avec le point M_1. Les placer sur le graphe.

5°/ Représenter sur la figure 7, l'aspect de la corde à l'instant t_1.

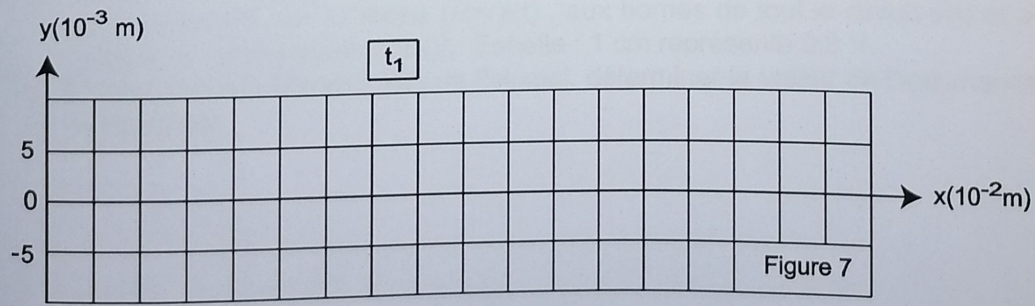


Figure 7

Un circuit électrique comporte, montés en série, un résistor de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance interne $r = 10\ \Omega$, un condensateur de capacité $C = 2\ \mu F$ et un ampèremètre. Un générateur basse fréquence (GBF) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.
A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension u(t) et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor R. On obtient les oscillogrammes de la figure 4.

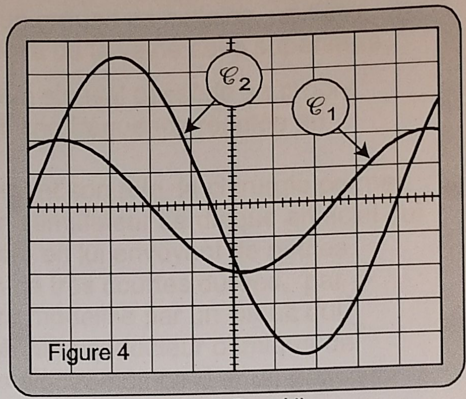


Figure 4

Balayage horizontal : 0,5 ms/div
Sensibilité verticale : 1V/div pour les deux voies.

1°/ Compléter le schéma de la figure 5, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope sachant qu'on visualise $u_R(t)$ sur la voie X de l'oscilloscope et u(t) sur sa voie Y.

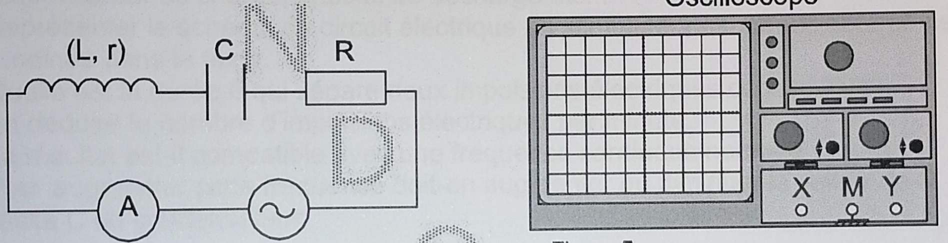


Figure 5

2°/ Identifier les deux courbes (c_1) et (c_2).

3°/ a) Déterminer la phase initiale φ_i de l'intensité du courant électrique i(t).

b) En déduire le caractère du circuit (capacitif, résistif ou inductif).

c) Relever, à partir des oscillogrammes, les valeurs de U_m et de U_{Rm} (amplitude de $u_R(t)$).

4°/ a) Montrer que $R = \dfrac{2.r.U_{R_{max}}}{U_{max} - 2.U_{R_{max}}}$.

b) Calculer la valeur de R.

c) Déterminer la valeur de l'intensité I du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

5°/ a) Représenter, à l'échelle sur une feuille millimétrée, les vecteurs de Fresnel correspondant aux tensions (R+r)i(t) , aux bornes de tout le circuit u(t) et aux bornes du condensateur $u_C(t)$. Echelle : 1 cm représente 0,5 V.

b) En exploitant la construction de Fresnel, déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

Exercice 34 Doc. Scientifique. Un stimulateur cardiaque artificiel (30min)

Le cœur de l'être humain adulte se contracte entre 70 et 80 fois par minute, grâce à un stimulateur naturel: le nœud sinusal. Il s'agit d'un groupe de cellules, un tissu, situé au sommet de l'oreillette droite, près de l'arrivée de la veine cave supérieure.

Cette structure est indiscernable à l'œil nu. Le nœud sinusal possède sa propre automaticité permettant une décharge électrique à une fréquence régulée en permanence par le système parasympathique.

Lorsque le nœud sinusal ne remplit plus correctement son rôle, la chirurgie permet aujourd'hui d'implanter dans la cage thoracique un stimulateur cardiaque artificiel qui va forcer le muscle cardiaque à battre régulièrement en lui envoyant de petites impulsions électriques, des décharges électriques de très courtes durées, par l'intermédiaire de sondes. Ce stimulateur peut être modélisé par un circuit qui comprend un condensateur de capacité $C = 0,4\ \mu F$, un conducteur ohmique de résistance $R=2.10^6\ \Omega$, une pile au Lithium de force électromotrice E et un transistor qui joue le rôle d'interrupteur K. Quand l'interrupteur est en position (1) le condensateur se charge quasi-instantanément. Puis, quand l'interrupteur bascule en position (2), le condensateur se décharge lentement à travers le conducteur ohmique de résistance R. Une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes du condensateur atteint 37% de sa valeur initiale.

Cette dernière opération terminée, l'interrupteur bascule à nouveau en position (1) et le condensateur se charge, ensuite se décharge etc...

1- Représenter le schéma du circuit électrique du stimulateur cardiaque comme cela est indiqué dans le texte.

2- Quelle est la durée θ qui sépare deux impulsions électriques consécutives.

3- En déduire le nombre d'impulsions électriques par minute.

4- Le résultat est-il compatible avec une fréquence cardiaque normale

5- Pour augmenter cette fréquence doit-on augmenter ou diminuer la valeur de la capacité C du condensateur.