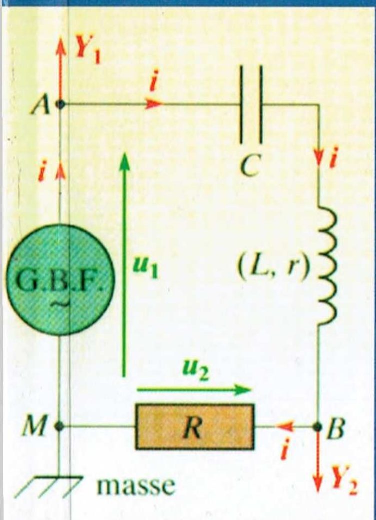
Nouveaux Programmes

Collection Pilote

PILOTE 4 BAC

PHYSIQUE et CHIMIE

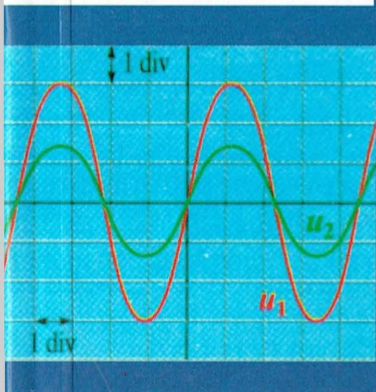
Exercices et devoirs corrigés

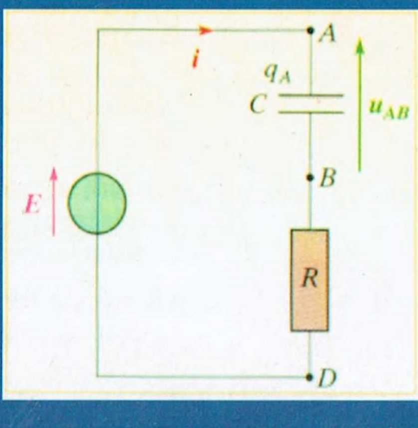


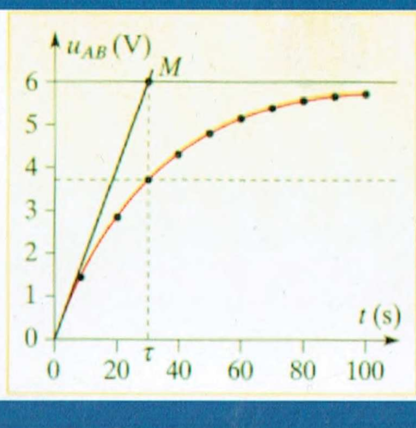
4ème année

4 Mathématiques

Tome 1







KHEMAKHEM Hédi
Professeur Principal

HADRICH Maher
Professeur Principal

BOUHAJEB Khaled
Professeur Principal

SOMMAIRE

A- Physique :

Thème-1- : Evolution des systèmes électriques.

Thème-2- : Evolution des systèmes mécaniques : Voir Tome 2.

B- Chimie

Thème-1- :

Thème-2- :

Thème-3- :

C-Devoirs

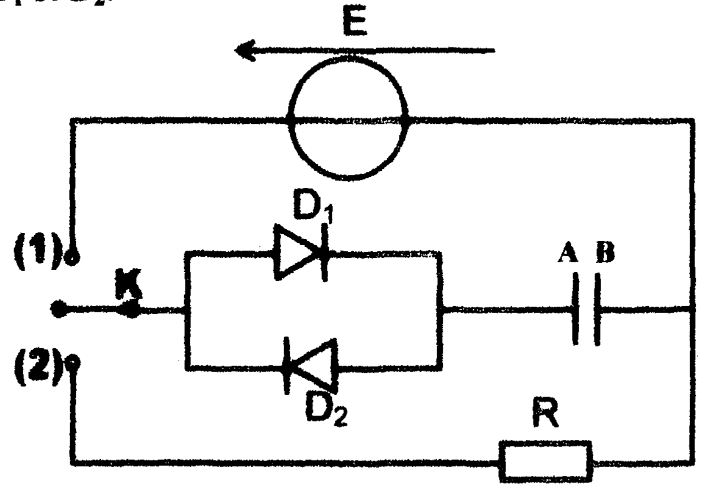
A- Physique

Thème 1 : Evolutions des systèmes électriques

Chapitre 1 : Dipôle RC

Exercice N°1 :

Le montage suivant comporte un générateur de tension de f.e.m. **E = 9V**, un condensateur de capacité **C = 50µF**, un conducteur ohmique de résistance **R** et deux diodes **D_1 et D_2**.



I- On place le commutateur **K** en position **(1)** ;

1°) Qu'observe-t-on et représenter le sens de déplacement du courant et des électrons dans le circuit.

2°) Expliquer le phénomène mis enjeu.

3°) Calculer les charges des armatures **A** et **B** du condensateur à la fin de l'opération.

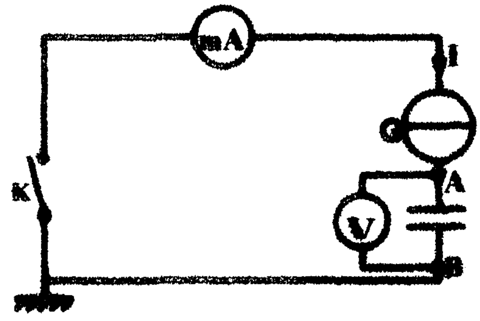
II- On bascule **K** en position **(2)** ;

1°) Qu'observe-t-on ?

2°) Préciser le signe du courant dans le circuit.

3°) Expliquer le phénomène mis enjeu.

Exercice N°2 :



Le montage suivant permet d'étudier la charge d'un condensateur électrochimique (indication du constructeur : **C = 5000µF**) à intensité constante.

Le générateur de courant délivre un courant d'intensité constante **I = 0,5mA.** Au cours d'une séance de T.P., on a obtenu les mesures suivantes :

t(s)	0	20	40	60	80	100
U_{AB}(V)	0	1.93	3.85	5.75	7.70	9.60

1°) Donner la relation **I, t, C et u_{AB}**

2°) Tracer **u_{AB} = f(t).**

3°) déterminer la valeur de **C**. la comparer à celle donnée par le constructeur .

Exercice N°3 :

Le condensateur est relié à un générateur de courant délivrant un courant d'intensité I constante et réglable. Un voltmètre de résistance infinie permet de mesurer la tension $\mathbf{U_{AB}}$ aux bornes du condensateur.

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K à l'instant $\mathbf{t_0=0s}$ et l'on observe qu'à l'instant $\mathbf{t_1}$, la tension U_{AB} atteint une certaine valeur u_1.

1°) Montrer que la tension aux bornes du condensateur à l'instant t a pour expression : $\mathbf{u_{AB} = \dfrac{I \times t}{C}}$

2°) Pour $\mathbf{I = 10\mu A}$, U_{AB} atteint la valeur $\mathbf{u_1 = 6V}$ à l'instant $\mathbf{t_1 = 7{,}2s}$.

Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

3°) Calculer l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant t_1.

Exercice N°4 :

Pour déterminer la capacité d'un condensateur, on le charge à l'aide d'un générateur de courant constant tel que **I = 1mA**. On relève l'évolution temporelle de la tension entre les bornes du condensateur notée $u_C(t)$.

$u_C(t)$ (V)	0	1	2	3	4	5	6
t(s)	0	4.5	9.5	14	19	23	28

1°) Donner la relation entre la charge **q** du condensateur et la date **t** dans ce cas particulier où **I** est constant.

2°) Calculer les valeurs prises par la charge **q(t)** et compléter le tableau.

3°) Tracer le graphique $\mathbf{q = f(u_C)}$.

4°) Exploiter ce graphique pour déterminer la capacité C du condensateur étudié.

Exercice N°5 :

Un condensateur plan à lame d'air (l'isolant est l'air) a une capacité **C = 10µF**. On le charge sous une tension **U = 20V**.

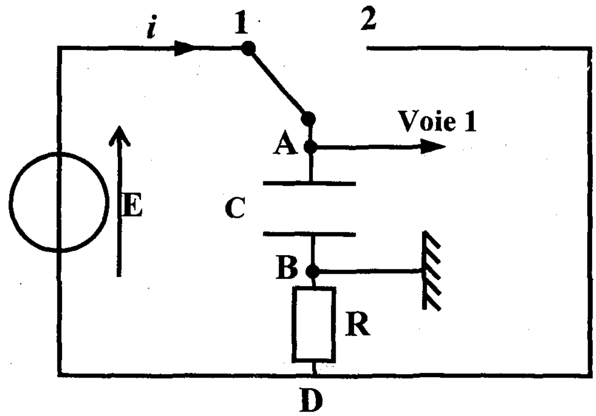
1°) Calculer sa charge **Q**.

2°) Calculer son énergie.

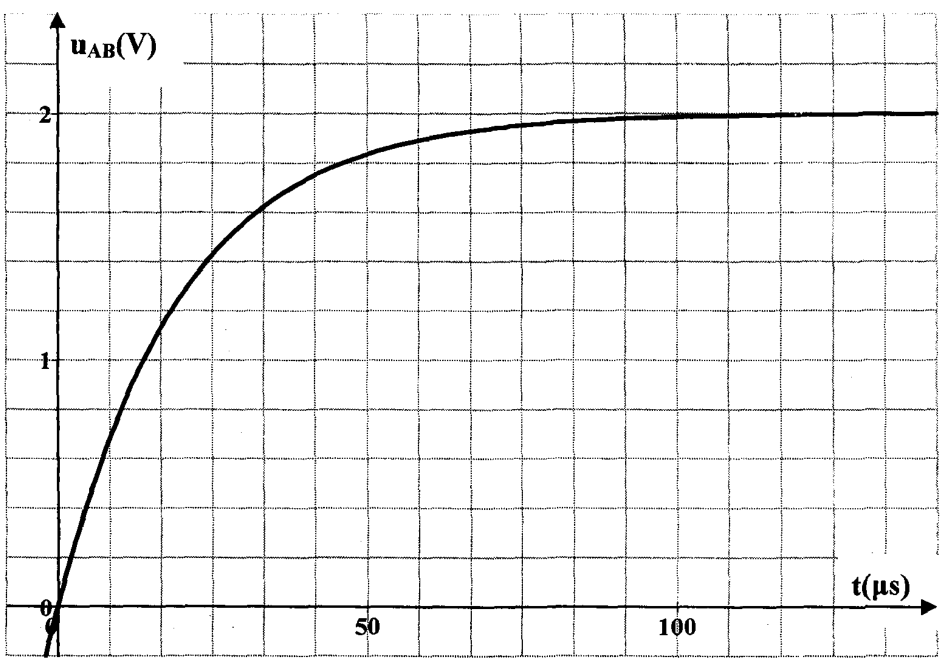
3°) Que devient cette énergie si, à tension constante, on réduit à moitié l'épaisseur de la lame d'air ? Quelle sera alors la tension entre les armatures du condensateur ?

Exercice N°6 :

On considère le montage suivant : **R= 20 ohms**



Le condensateur étant initialement déchargé, l'interrupteur est en position **(1)**. Un dispositif (ordinateur ou oscilloscope à mémoire) permet d'enregistrer la tension u_{AB} aux bornes du condensateur en fonction du temps.



1°) Expliquer le phénomène et commenter l'allure de la courbe obtenue.

2°) Déterminer, en justifiant, les valeurs de l'intensité du courant au début et à la fin de la charge.

Tracer l'allure de l'évolution de l'intensité en fonction du temps

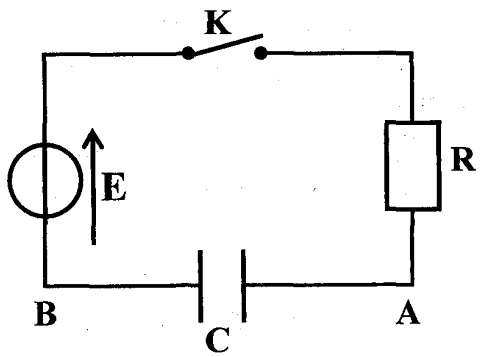
3°)

a- Déterminer à partir du graphe $u_{AB}=f(t)$, en expliquant la méthode, une valeur approchée de la constante de temps du dipôle (**RC**).

b- En déduire une valeur approchée de la capacité du condensateur.

Exercice N°7 :

On considère le circuit suivant comprenant, montés en série : un générateur de tension continue de f.e.m **E= 6V** et de résistance interne nulle, une résistance **R= 5kΩ,** un condensateur de capacité **C =1,2 µF** et un interrupteur K.



1°) Préciser sur le schéma du montage, le sens positif choisi pour l'intensité du courant **i**.

2°) Etablir l'équation différentielle de charge liant la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur et sa dérivée par rapport au temps du $\frac{du_{AB}(t)}{dt}$ en fonction de **R, C** et **E**.

3°)

a- Vérifier que l'expression $u_{AB}(t) = E(1- e^{-t/(RC)})$ est solution de l'équation différentielle trouvée précédemment.

b- La tension initiale du condensateur $U_{AB}(t=0) = 0$ est-elle compatible avec les données de l'exercice ? Quelle est la valeur maximale que peut atteindre la tension $u_{AB}(t)$?

4°) Donner la dimension du produit **RC**. Comment appelle-t-on ce produit ? Quelle est sa signification pratique pour ce circuit ? La calculer.

5°) Calculer la valeur de la tension instantanée aux instants **t=5 ms, t=10 ms, t=20 ms et t=30 ms.**

6°) Tracer l'allure de la tension $u_{AB}(t)$.

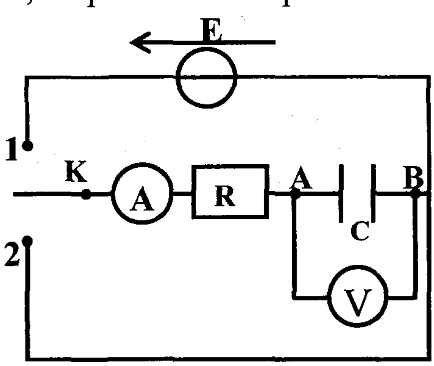
7°) Déterminer l'expression numérique de l'intensité du courant **i(t)** en fonction du temps **t** et des paramètres **E, R et C.**

Exercice N°8 :

On considère le circuit ci-dessous.

Le condensateur initialement déchargé, de capacité **C = 4,7 µF**, est placé en série avec un conducteur ohmique de résistance **R = 1 kΩ.** Le générateur de tension est caractérisé par sa f.e.m. **E = 6 V.**

A l'instant de date t = 0 s, on place l'interrupteur sur la position 1.



1°)En une phrase, préciser ce qu'il se passe pour le condensateur.

2°)En précisant sur le schéma du circuit la convention choisie pour les récepteurs, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_{AB} aux bornes du condensateur.

3°)La forme de la solution de l'équation différentielle est $\mathbf{u_{AB}(t) = k.(1 - e^{-\alpha t})}$

Déterminer les expressions de **k** et a en fonction des paramètres du circuit.

4°)

a-Exprimer la constante de temps τ en fonction de **R** et **C**. La calculer.

b-Au bout de quelle durée peut-on considérer que la tension aux bornes du condensateur est constante ?

c- Tracer l'allure de $\mathbf{u_{AB}(t)}$.

d-Indiquer deux méthodes pour déterminer τ.

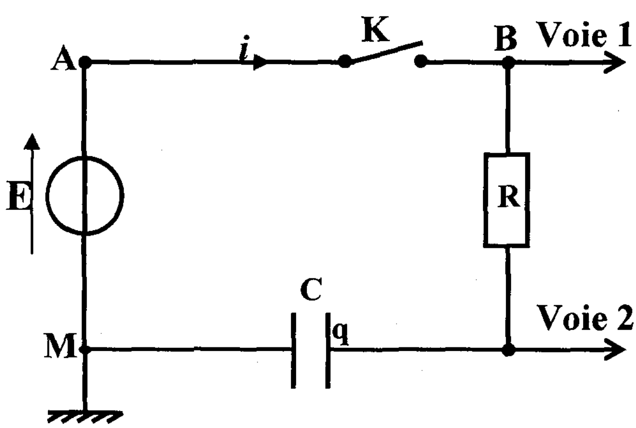
5°)On déclenche à nouveau le chronomètre (**t=0 s**) lorsqu'on bascule l'interrupteur sur la position 2 (le condensateur étant totalement chargé),

a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_{AB}(t)$ puis déterminer les expressions de K et α dans la forme suivante de la solution : $\mathbf{u_{AB}(t) = K.\, e^{-\alpha t}}$.

b- Tracer l'allure de cette courbe.

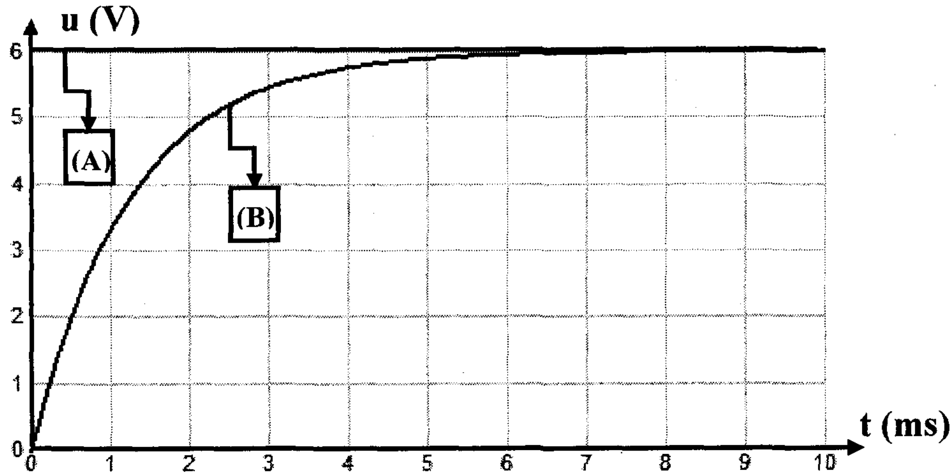
Exercice N°9 :

Un oscilloscope à mémoire suit l'évolution temporelle des deux tensions. A la fermeture de l'interrupteur (**t = 0**) le condensateur est initialement déchargé. **R=500Ω.**



1°)Nommer les tensions mesurées sur chaque voie. Schématiser la tension aux bornes du condensateur (convention récepteur).

2°)On donne les courbes (A) et (B). Quelle est celle qui correspond à la tension aux bornes du condensateur ? Justifier.



3°) Quelle expérience proposez-vous pour charger moins vite le condensateur ?

4°) Etablir l'équation différentielle relative à u_C, tension aux bornes du condensateur.

5°) Montrer que $\mathbf{u_C = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}$ est solution de l'équation différentielle si τ correspond à une expression que l'on déterminera.

6°) Calculer la valeur du rapport $\frac{u_C}{E}$ si $\mathbf{t = \tau}$. Déterminer $\boldsymbol{\tau}$ graphiquement.

7°) Calculer $\frac{u_C}{E}$ si $\mathbf{t = 5\tau}$. Conclure.

8°)

a- Etablir l'expression de **i(t).**

b- En déduire l'allure de la courbe **i(t)** en précisant sa valeur initiale $\mathbf{I_0}$.

c- L'allure de cette courbe pourrait être fournie par une tension. Laquelle ? Cette tension est-elle observable avec le montage proposé ?

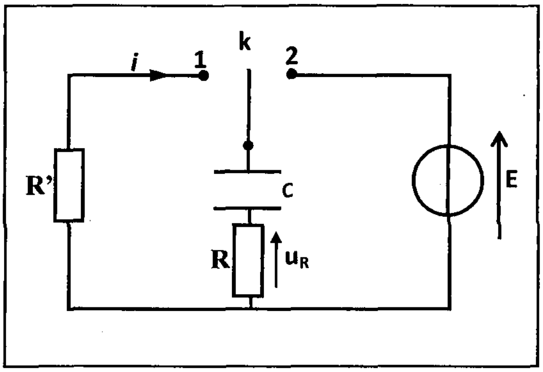
d- Refaire un schéma modifié permettant d'observer cette tension et la tension aux bornes du circuit RC, en précisant les branchements de l'oscilloscope.

9°) Lorsque le condensateur est totalement chargé on ouvre l'interrupteur K et on court-circuite le dipôle **RC** en reliant par un fil les points B et M. Indiquer l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de u_C pendant la décharge, puis sur un autre graphique, l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de l'intensité i(t).

10°) Des deux grandeurs u_C (t) et i(t), quelle est celle qui n'est pas une fonction continue du temps ?

On donne : $\mathbf{E = 6V}$; $\mathbf{e^{-1}=0,37}$; $\mathbf{e^{-5} = 0,0067}$

Exercice 11 :



Un circuit électrique comporte :

- Un générateur de tension délivrant une tension **E = 6,0V**.
- Un condensateur de capacité **C = 1μF**.
- Deux conducteurs ohmiques de résistances **R = 40kΩ et R'** inconnue.
- Un commutateur **K** à deux positions **1 et 2**.

1°) A l'instant t = 0, le condensateur est déchargé. **K** est en position **1**.

a- Établir l'équation différentielle en u_C .

b- La solution de cette équation est $u_C = ae^{-\alpha t} + b$. Calculer **a, α et b**.

c- Quelle est la charge maximale emmagasinée par le condensateur.

d- Calculer l'intensité i du courant, et l'énergie électrostatique à la date **t =1s** ? Représenter **q(t) et i(t)**.

2°) Le condensateur est chargé, on bascule le commutateur à la position 2 à un instant de date **t = 0.**

a- Établir l'équation différentielle reliant ***i*** et **di/dt**.

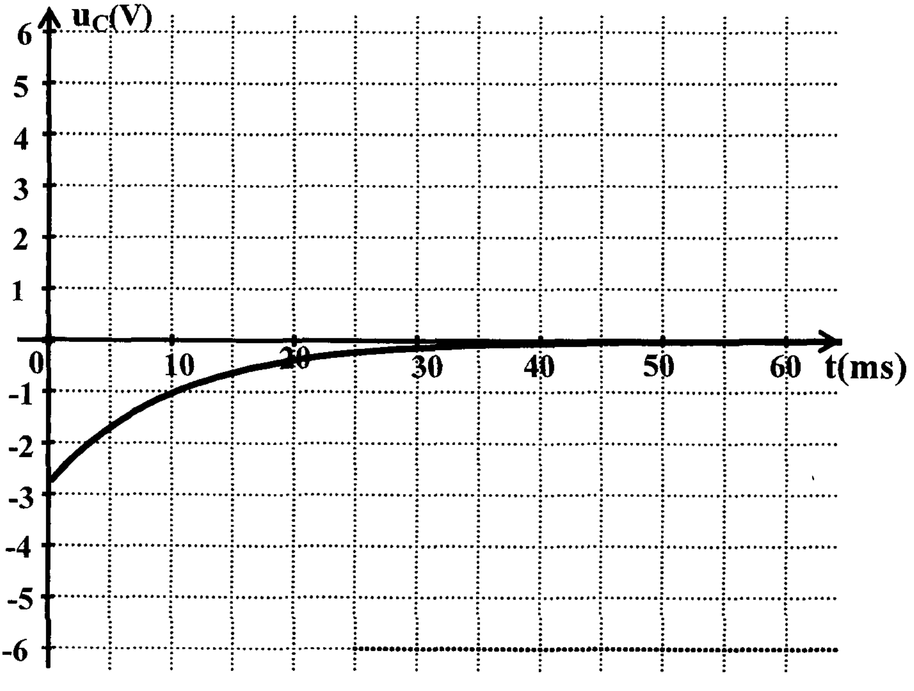
b- La solution de cette équation différentielle est de la forme $i = Ae^{-\beta t}$. Déterminer les expressions de **A et β**

3°) Sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire, on observe la tension $u_R(t)$.

a- Justifier le signe de cette tension. Déduire de cette courbe la valeur de **R'**.

b- Préciser les connexions avec l'oscilloscope permettant d'observer u_C **(t)** et u_R**(t)**. Représenter u_C **(t)**.

c-Déterminer l'énergie W dissipée par effet joule dans R au cours de la décharge.



Exercice N°11 :

L'étude de la charge et de la décharge d'un condensateur nécessite le matériel suivant :

- Un générateur de tension délivrant une tension en créneaux **u(t).**
- Un résistor de résistance **R**
- Un condensateur de capacité **C = lµF.**

1°)

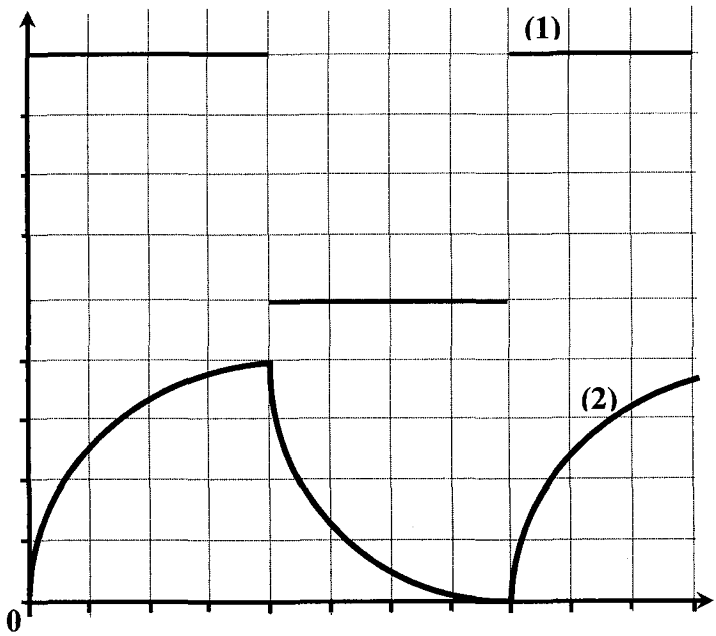
a- Faire le schéma du montage.

b- Montrer comment doit-on brancher un oscilloscope bicourbe pour visualiser en même temps :

-la tension **u(t)** délivré par le générateur sur la **voie (1).**

-La tension **u_c(t)** aux bornes du condensateur sur la **voie(2).**

2°) Ce branchement est supposé fait, l'oscillogramme obtenu est le suivant :



a- Associer à chacune des tensions **u(t)** et **u_c(t)**

b- Pour la tension uc(t) préciser la partie de la courbe qui représente la charge du condensateur et celle qui représente sa décharge

3°) Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants **1ms/Div**; **2V/Div**.

En se basant sur l'oscillogramme fourni déterminer

a- La fréquence N de la tension u(t) ;

b- La valeur maximale de la charge du condensateur ;

c- Une valeur approchée de τ.

4°)

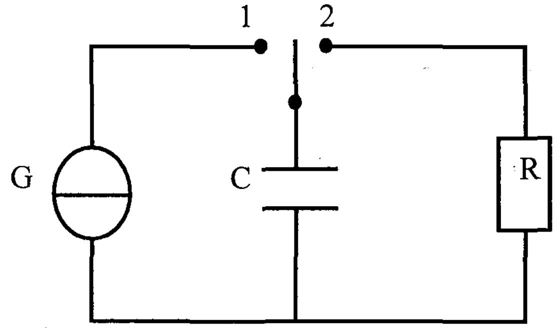
a- Etablir l'équation différentielle en u_c ;

b- Donner l'expression de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps.

Exercice N°12 :

1^{eme} partie :

On réalise le circuit ci -dessous constitué d'un générateur de courant permettant une charge à Intensité constante, d'un condensateur **C**, d'un résistor **R** et d'un commutateur K. Ce montage permet de charger et de décharger le condensateur.



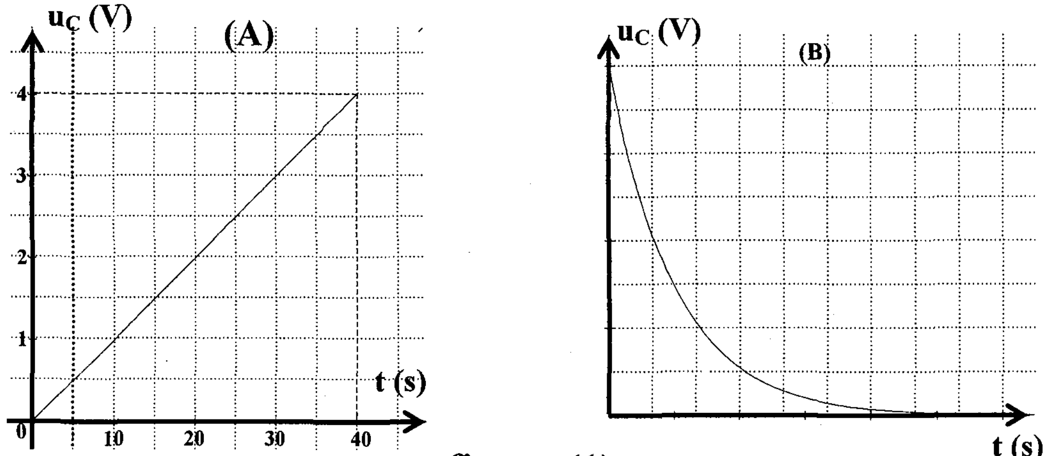


figure (1)

1°)

a- Pour chacune des deux opérations, quelle doit être la position du commutateur K.

b- Sur la figure 1, on a proposé les deux graphes (A) et (B). Précisez le quel correspond à la charge du condensateur.

2°) Sachant que la charge du condensateur dure t= 40 s et que l'intensité du courant à pour valeur I=10µA.

a- Quelle est la valeur de la charge maximale acquise par C ?

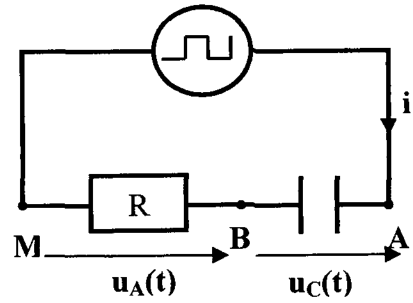
b- Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

c- Sachant que le condensateur est plan est que l'épaisseur du diélectrique séparant ces armatures est **e = 0,1 mm** et que la surface en regard vaut S=1cm^2. Calculer la permittivité ε du diélectrique.

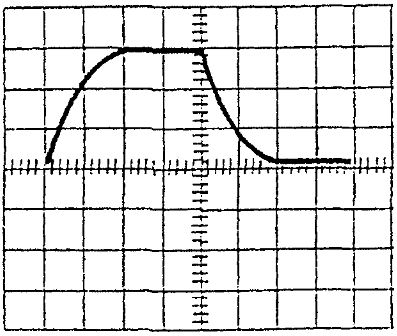
3°) Quelle est la valeur de l'énergie dissipée par effet joule dans la résistance pendant la décharge.

2^{eme} partie :

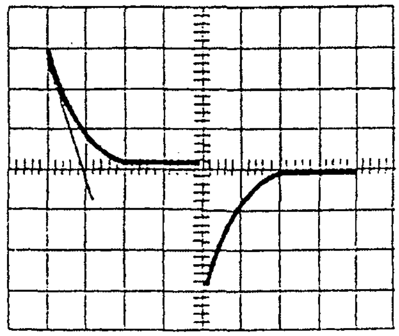
A fin d'étudier différemment la charge et la décharge du condensateur C , On remplace le montage précédent par le circuit de la figure ci-contre.



Sur l'écran d'un oscilloscope, on observe simultanément la tension aux bornes de la résistance R=100Ω (voie Y) et la tension aux borne:



Courbe 1



Courbe 2

1°) Préciser laquelle des deux tensions permet de connaître les variations de l'intensité du courant en fonction du temps.

2°) Faire les connexions nécessaire pour visualiser les deux tensions sur l'écran d'un l'oscilloscope.

3°)

a- Identifier les deux courbes représentées ci dessous.

b- Les sensibilités choisies pour la base de temps et pour la sensibilité verticale de chaque voie sont respectivement **10ms/div** et **2V/div**.

- Calculer la constante de temps du dipôle **RC**. En déduire la valeur de **C**.
- Calculer l'amplitude U_0 et la fréquence **N** de la tension délivrée par le **GBF**.

4°) Lors de la décharge du condensateur à travers la résistance **R**.

a- Etablir l'équation différentielle relative à u_c.

b- Vérifier que l'expression $u_c(t)= 6\ e^{-\alpha t}$ est solution de cette équation différentielle, si on choisit correctement α. Calculer α.

c- Déduire l'expression **i (t)** de l'intensité du courant en fonction du temps.

5°) Pour les mêmes réglages du GBF et de l'oscilloscope on augmente la valeur de la résistance **R**.

a- Les grandeurs U_0 et I_{max} sont elles modifiées ? Si oui dans quel sens ; si non .pourquoi .

b- Représenter la nouvelle allure de la tension aux bornes du condensateur dans chacun des deux cas suivants :

- On augmente légèrement **R** par exemple **R=150Ω**
- On augmente notablement R par exemple **R=1500Ω.**

A- Physique

Thème 1 : Evolution des systèmes électriques
Chapitre 2 : Le dipôle RL

Exercice N°1 :

1°) On éloigne le pôle nord d'un aimant de la face d'une bobine **(b_1)** fermée sur un milliampèremètre ; on constate que le milliampèremètre indique un courant non nul au cours du déplacement de l'aimant

a- Préciser l'induit et l'inducteur.

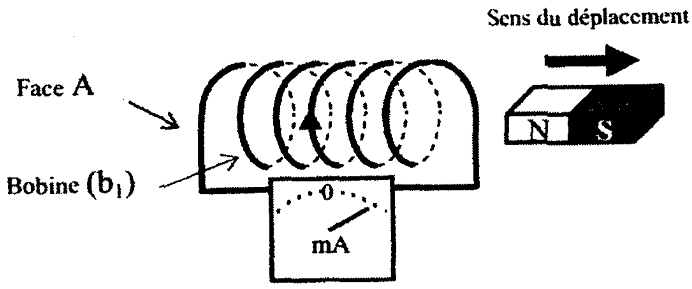


Figure 1

b- Qu'appelle-t-on le courant détectée par le milliampèremètre ? Quelle est la loi qui prévoit le sens de ce courant ?

c- Le courant induit va-t-il circuler dans le sens représenté sur la figure 1 ? Pourquoi.

d- Au cours du déplacement de l'aimant la face A constitue-t-elle le pôle sud ou le pôle nord de la bobine ?

2°)On place une seconde bobine **(b_2)** en face de la bobine **(b_1)** comme l'indique la figure 2.

a- En ouvrant l'interrupteur K initialement fermé, un courant i_2 circule dans la bobine **(b_2)**. Quel est le phénomène qui a donné naissance à ce courant ?

b- Le sens du courant i_2 indiqué sur la figure 2 est-il correct ?

c- La bobine **(b_2)** joue le rôle d'inducteur pour la bobine **(b_1)**. Le sens indiqué du courant i_1 qui apparaît dans la bobine **(b_1)** à l'ouverture de l'interrupteur K est-il correct ? Justifier

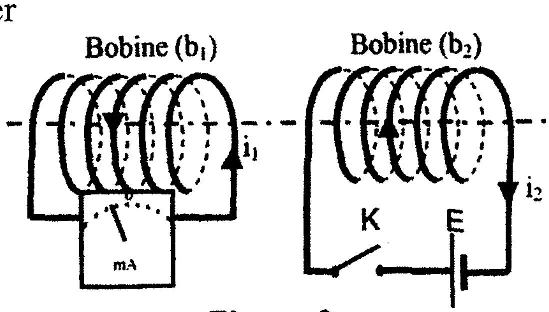


Figure 2

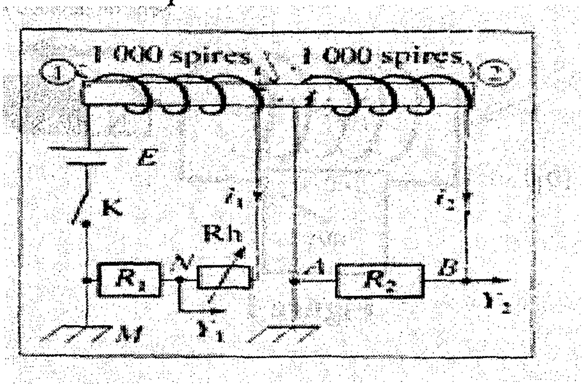
3°) Lorsque l'interrupteur K est ferme, un courant d'intensité **I=2A** circule a travers la bobine b_2. Sachant que l'inductance de la bobine **L = 0,12H** et que l'ouverture de l'interrupteur K dure **Δt = 120 ms** ; déterminer la **f.e.m** d'auto-induction

Exercice N°2 :

Sur un même cylindre de fer sont enroulés deux bobinages.

La bobine **(1)** est dans un circuit comportant un générateur de tension continue, un interrupteur, un rhéostat et une résistance R_1 aux bornes de laquelle on branche la voie Y_1 d'un oscilloscope.

La bobine (2) est reliée sur une résistance R_2 aux bornes de laquelle on branche la voie Y_2 de l'oscilloscope.



a- Quelles sont les grandeurs visualisées sur chaque voie de l'oscilloscope ?

b- Qu'observe-t-on si l'interrupteur K est ouvert ?

2°) On ferme l'interrupteur K

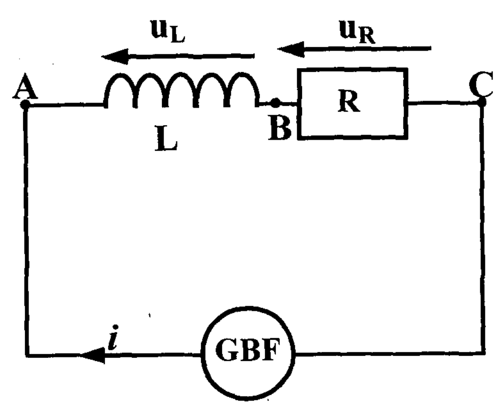
- Analyser les conséquences de l'établissement du courant dans la bobine (1).
- Qu'observe-t-on alors sur chacune des voies de l'oscilloscope ?

3°) L'interrupteur K étant toujours fermé, on augmente rapidement, mais régulièrement, la valeur de la résistance du rhéostat.

- Analyser le phénomène qui se produit alors.
- Qu'observe-t-on sur la voie **(2)** ?

Exercice N°3 :

On réalise le montage série comportant une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable, un résistor de résistance **R=10kΩ,** ainsi qu' un générateur basse fréquence dont la masse n'est pas reliée à la terre.



1°) Préciser les branchements à effectuer pour visualiser la tension $\mathbf{u_L}$ aux bornes de la bobine sur la voie A et la tension $\mathbf{u_R}$ aux bornes du résistor sur la voie B.

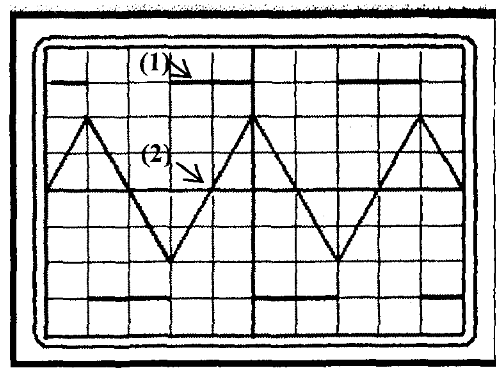
2°)L'une de ces tensions permet d'observer l'allure de ***i*(t).** Laquelle? Justifier la réponse.

3°)L'oscillogramme suivant donne l'allure des tensions observées.

Base de temps: 0,5ms/div.

Sensibilité voie A: 0,1V/div.

Sensibilité voie B: 5V/div.



a- associer à chaque tension la courbe correspondante

b- Déterminer l'amplitude **Im** (valeur maximale atteinte) de ***i*(t).**

4°) On considère une demi-période où la tension u_L aux bornes de la bobine est positive.

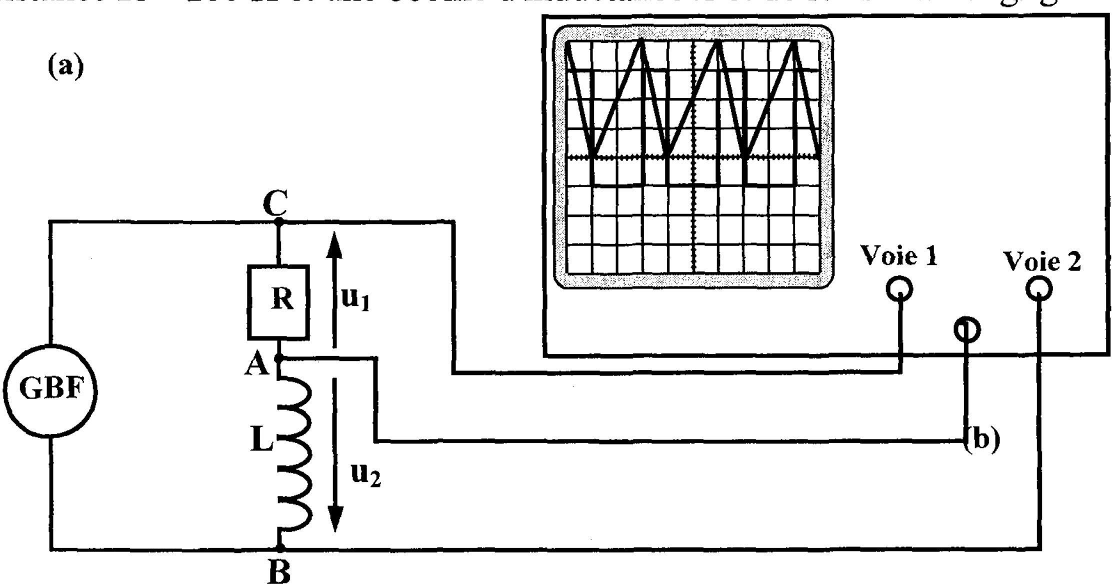
a- Déterminer la valeur de la tension $\mathbf{u_L}$.

b- Déterminer la valeur de la dérivée par rapport au temps de l'intensité du courant.

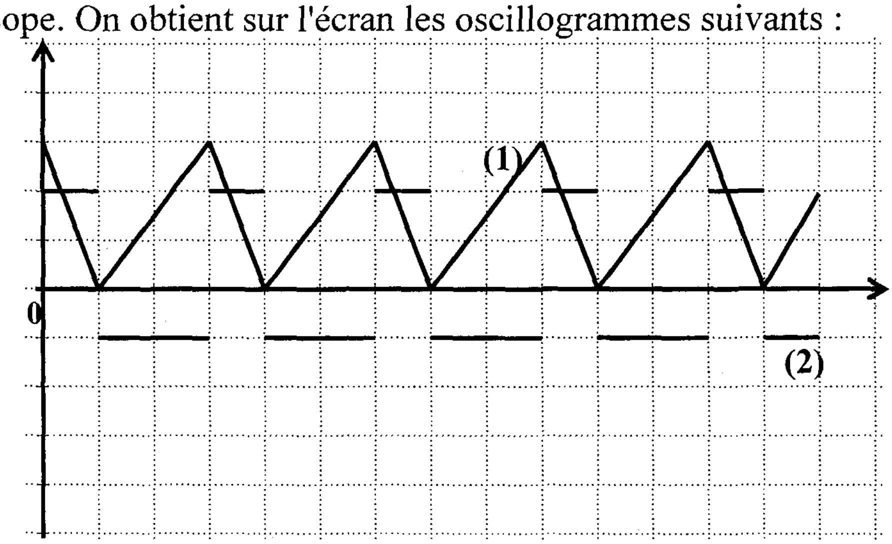
c- En déduire la valeur L de l'inductance de la bobine.

Exercice N°4 :

On branche en série aux bornes d'un générateur un conducteur ohmique de résistance **R = 100 Ω** et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.



Les tensions $\mathbf{u_1 = u_{CA}}$ et $\mathbf{u_2 = u_{BA}}$ sont appliquées aux deux voies d'un oscilloscope. On obtient sur l'écran les oscillogrammes suivants :



L'oscilloscope est réglé de la façon suivante :

base de temps : $1ms.div^{-1}$ (1div →↔ 1 carreau) ;

voie 1 : $1V.div^{-1}$; voie 2 : $0,5V.div^{-1}$

En l'absence de tension, les traces du spot sont confondues avec la ligne horizontale noire.

1°) La tension u_1 détectée sur la **voie 1** est-elle $\mathbf{u_R}$ ou $-\mathbf{u_R}$? Exprimer u_1 en fonction de **R** et ***i***.

2°) La tension u_2 détectée sur la **voie 2** est-elle $\mathbf{u_L}$ ou $-\mathbf{u_L}$? Trouver une relation entre **L, R.** $\mathbf{u_2}$ et $\frac{du_1}{dt}$.

3°)

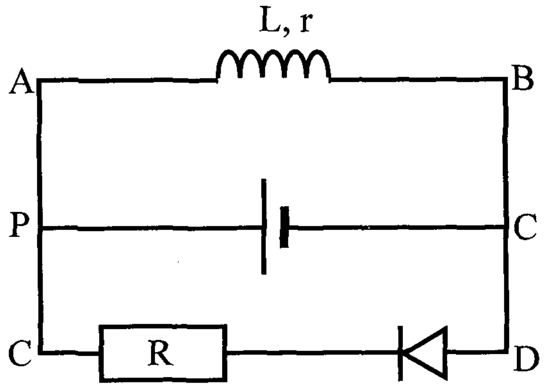
a- Pourquoi la tension $\mathbf{u_2}$ est-elle rectangulaire avec deux créneaux non symétriques (de hauteurs différentes) ?

b- Pourquoi cette tension est-elle négative lorsque la tension $\mathbf{u_1}$ croît ?

c- Déduire l'inductance **L**.

<u>Exercice N°5 :</u>

Soit le montage suivant :



E = 12 V ; Résistance chauffante ; le générateur a une résistance interne négligeable ; **L = 0,12 H** et **r = 3 Ω**. La diode est idéale.

On ferme l'interrupteur **K**, un courant s'établit dans le circuit.

1°) La résistance **R** s'échauffe-t-elle et pourquoi ? Quel est le sens du courant qui s'établit ?

2°) Quelle est la nature du courant en régime permanent ? Calculer son intensité I.

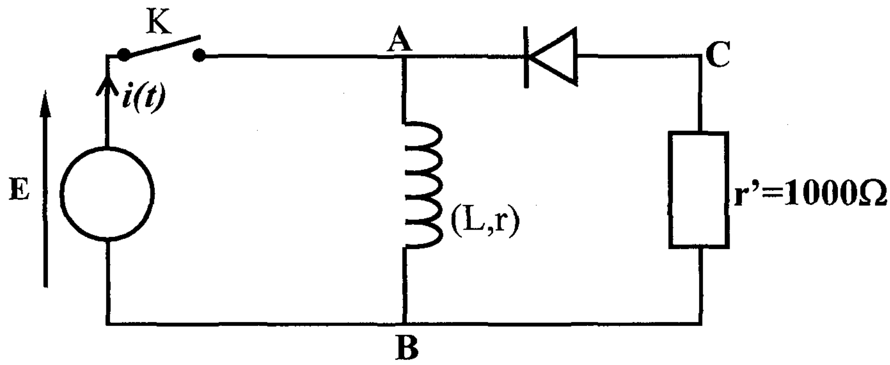
3°) On ouvre l'interrupteur K. On constate un bref échauffement de la résistance R.

- Montrer qu'un courant transitoire traverse la résistance R, en précisant son sens, ainsi que le phénomène physique mis enjeu.

- D'où provient l'énergie ayant permis cet échauffement ? Donner son expression en fonction de **L** et de l'intensité calculée en **2**.

Exercice N°6 :

On a réalisé le montage ci-dessous.



On donne **L = 0,1 H ; r = 32 Ω; E = 6 V**

1°) L'interrupteur K est fermé

a- Quel est le rôle de la diode ?

b- Déterminer la valeur du courant I_0 circulant dans la bobine en régime permanent

c- Calculer l'énergie emmagasinée dans la bobine une fois le régime établi

2°) Le régime permanent étant établi, on ouvre K. On admet qu'il ne se forme aucune étincelle aux bornes de K

L'instant d'ouverture est pris comme origine des temps

a- Le courant dans la bobine s'annule-t-il instantanément ? Justifier la réponse.

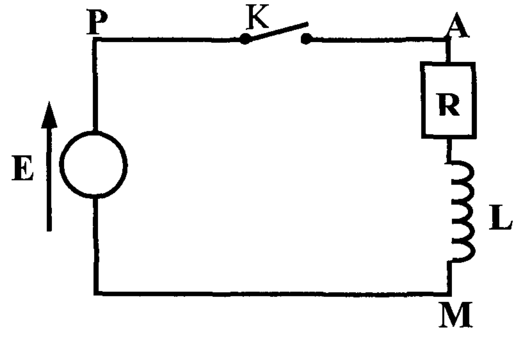
b- Déterminer la relation qui relie l'intensité i dans la diode et $\frac{di}{dt}$ aux éléments du circuit. En déduire $\frac{di}{dt}$ à t = 0

c- Déterminer la valeur de la tension u_{AB} à l'instant t = 0 aux bornes de la bobine.

Exercice N°7 :

Une bobine retarde l'établissement du courant dans un circuit. Le phénomène d'auto-induction se manifeste chaque fois qu'un courant varie dans une bobine.

On considère le montage suivant :



1°)A la date **t = 0**, on relie K à P. Décrire brièvement ce qui va se passer. Quel est le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant ?

2°) Etablir l'équation différentielle reliant $i = i_{AM}$ à la date **t**. On appelle **R** la résistance totale du circuit.

3°)Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R}.(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$ est solution de cette équation différentielle. Calculer la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du circuit. On donne **R = 4Ω, L = 120 mH.**

4°)

a-Calculer la valeur de i aux dates **0, τ, 5τ** et pour t → ∞. On donne **E = 12V.**

b-Tracer l'allure de la courbe donnant ***i*** en fonction de **t**.

c- Montrer que la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du dipôle **(LR)** est égale à la date pour laquelle la tangente à la courbe, tracée à l'origine des temps, coupe l'asymptote horizontale. Cette constante de temps **τ** caractérise le retard à l'établissement du courant dans le circuit.

5°) Calculer l'énergie magnétique « stockée » dans la bobine à la date **t = 0** puis en régime permanent **(pour t→∞).**

Exercice N°8 :

A l'aide d'un générateur de tension continue de f.e.m **E**, d'une bobine d'inductance L et de résistance interne **r=10Ω** d'un interrupteur K et d'un conducteur ohmique **R**, on réalise le circuit de la **figure 1**

Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions u_b aux bornes de la bobine et u_R aux bornes du conducteur ohmique **figure 2**. La fermeture de l'interrupteur K est prise comme origine des temps

1°)

a- Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de i en fonction du temps ;

b- Donner l'expression de i en fonction du temps et d'autres grandeurs qu'on précisera

2°) En vous aidant des données graphiques. Déterminer la valeur de :

a-La fem du générateur ;

b- La constante de temps **τ.**

3°) Calculer :

a- L'intensité I du courant quand le régime permanent est établi

b- La résistance R du conducteur ohmique

4°) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

5°) Calculer l'énergie emmagasinée dans la bobine quand le régime permanent est atteint.

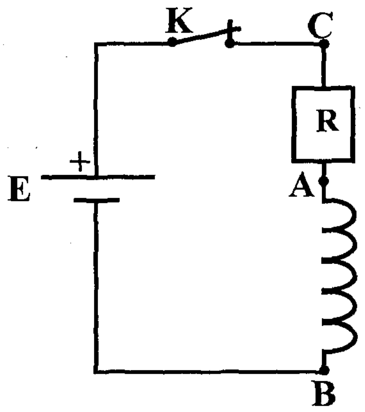


Figure 1

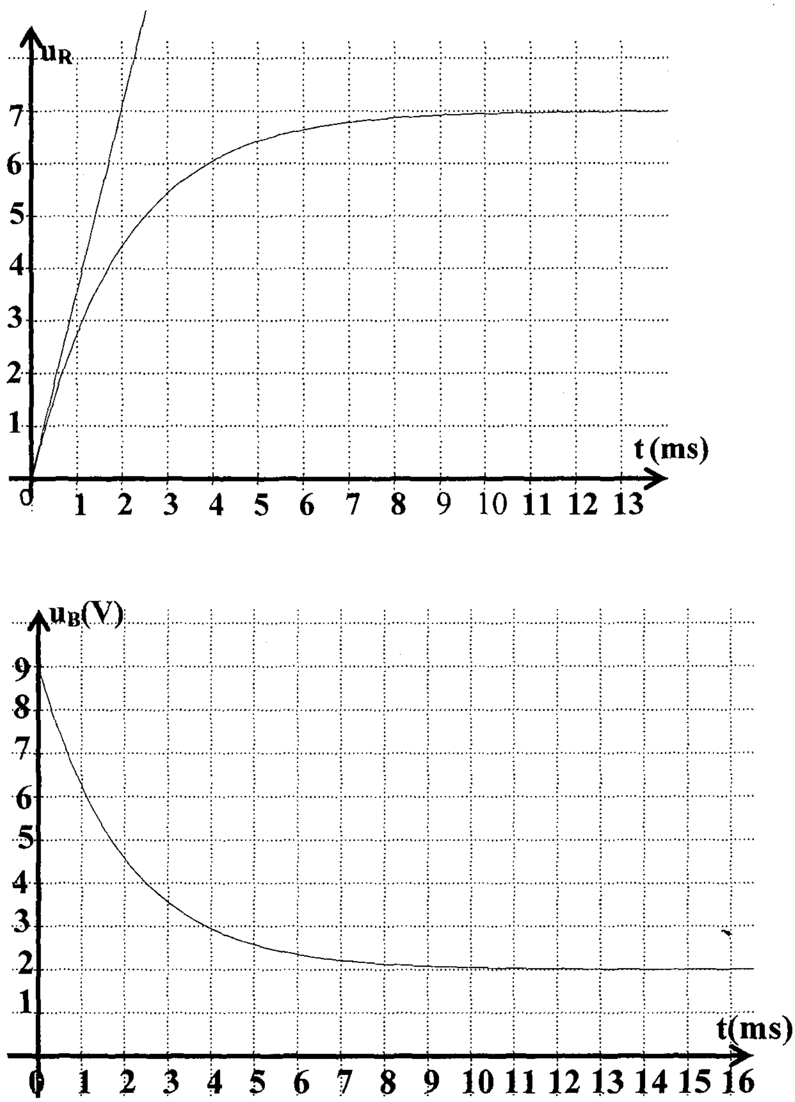
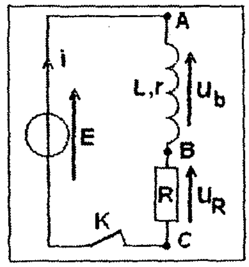
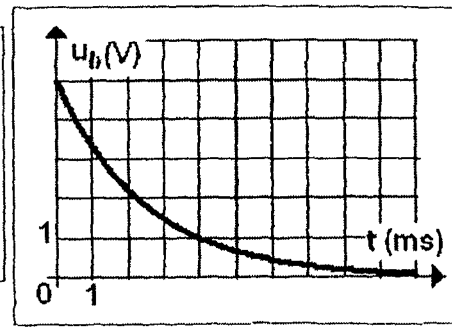


Figure 2

Exercice N°9 :

On réalise le circuit suivant avec un générateur de tension continue de force électromotrice **E=5 V**, une inductance pure et un résistor de résistance **R= 50Ω.** La courbe ci-dessous représente la tension u_b aux bornes de la bobine lorsqu'on ferme le circuit à **t =0** à l'aide de l'interrupteur **K**.





1°) Interpréter cette courbe. Quelle est la valeur de la fem d'auto-induction à **t=0**.

2°) Calculer l'intensité du courant dans le circuit en régime permanent.

3°) Donner l'expression **$u_b(t)$** et déterminer graphiquement la constante de temps **τ** du dipôle (**RL**).

4°) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

5°) La bobine a maintenant une résistance **r = 10Ω.** On veut visualiser sur un oscilloscope à mémoire la tension **u_b (t)** et l'intensité i (t)

a- Que devient la valeur de τ.

b- Faire les branchements nécessaires avec l'oscilloscope. (Le générateur n'est pas lié à la terre).

c- Etablir l'équation différentielle du circuit vérifiée par ***i*(t).** Donner l'expression de ***i*(t)** et déduire **$u_b(t)$.**

d- Représenter les courbes observées (préciser les valeurs remarquables).

Exercice N°10 :

On se propose d'étudier l'établissement du courant dans un dipôle comportant d'inductance **L = 0,25H** de résistance **r = 5Ω** et un conducteur ohmique de résistance R=20Ω.

Ce dipôle est soumis à un échelon de tension de valeur **E = 10V**. On ferme le circuit à la date **t_0 = 0.**

1°) Montrer que l'équation différentielle est donnée par : $\frac{du_b}{dt}+\frac{1}{\tau}u_b=\frac{r}{L}.E$

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

2°) La solution de cette équation différentielle est de la forme:
$u_b(t) = A + B\, e^{-t/\tau}$. Déterminer **A et B.**

3°)Déterminer l'expression de **$u_R(t)$** aux bornes du conducteur ohmique.

4°) Représenter, la courbe **$u_R(t)$** et en déduire celle de **$u_b(t)$** visualisées sur un oscilloscope à mémoire (Sensibilité horizontale **10ms/div** et sensibilité verticale pour les deux voies **5V/div**).

5°)

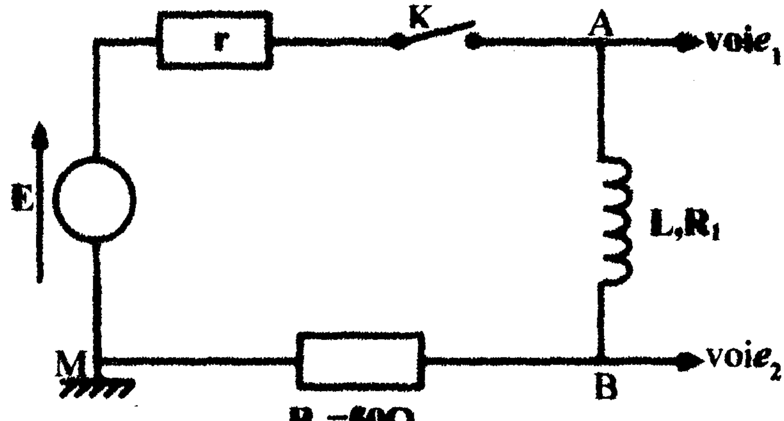
a- On ouvre le circuit. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant de rupture dans le circuit (diode + bobine + résistor).

b- Représenter l'allure de $u_R(t)$ et de $u_b(t)$.

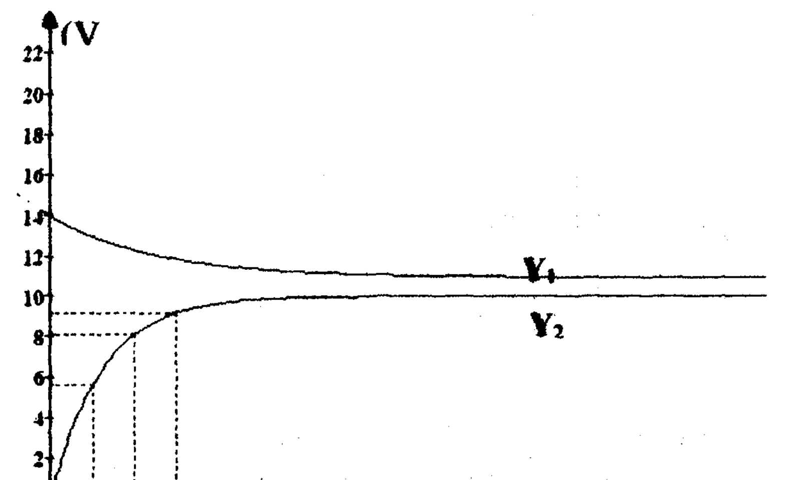
c- Quel est le rôle de la diode

Exercice N°11 :

On branche en série une pile de fem E de résistance interne r, un interrupteur K, une bobine inductive d'inductance L et de résistance R_1, et un résistor R_2.



Un ordinateur relié au montage par une interface appropriée, permet d'enregistrer au cours du temps les valeurs des tensions.



1°) A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K et on procède à l'enregistrement. On obtient les courbes $y_1(t)$ et $y_2(t)$ ci-dessus. Quelles sont les grandeurs électriques observées sur les voies **1** et **2** ? Identifier Y_1 et Y_2. Justifier.

2°) A partir de la courbe représentant la variation de l'intensité dans le circuit, expliquer le comportement électrique de la bobine. Donner la valeur de la force électromotrice **E** de la pile.

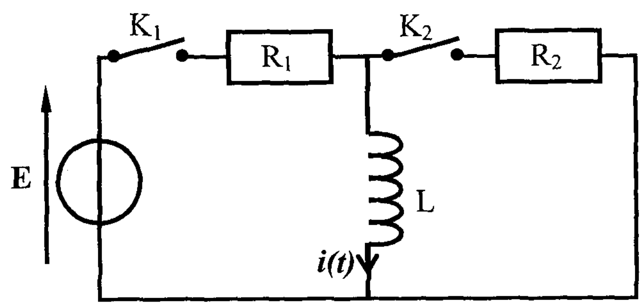
3°) Lorsque le régime permanent est établi, l'intensité prend la valeur I tandis que Y_2 prend la valeur Y. Donner les expressions littérales des tensions u_{AM}, u_{AB} et u_{BM}. Montrer en utilisant les courbes que la bobine a une résistance électrique R_1 non nulle.

4°) Calculer I. la résistance interne **r** de la pile et la résistance $\mathbf{R_1}$ de la bobine.

5°) Le circuit étudié peut être caractérisé par une constante de temps qui permet d'évaluer la durée nécessaire à l'établissement d'un régime permanent. Pour un circuit RL on pose $\boldsymbol{\tau} = \dfrac{\mathbf{L}}{\mathbf{R}}$;

- Montrer que τ est homogène à un temps.
- Que représente R dans le circuit étudié ? Quelle est sa valeur numérique ?
- On admet que l'intensité dans le circuit est de la forme $\boldsymbol{i}\mathbf{(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}$. Montrer que **A = I.**
- Donner la valeur de τ déterminé graphiquement.
- En déduire la valeur de **L**.
- Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine quand le régime permanent s'établit.

<u>Exercice N°12 :</u>



On étudie le montage suivant. Initialement K1 et K2 sont ouverts depuis un temps très long, la bobine est considérée comme idéale (sa résistance interne est nulle).

A t = 0, on ferme l'interrupteur K, l'interrupteur K_2 reste ouvert.

1°) Ecrire l'équation différentielle vérifiée par le courant i(t) dans la bobine.

2°) La solution de cette équation différentielle est de la forme $\boldsymbol{i}\mathbf{(t) = A + B\,e^{-\frac{t}{\tau}}}$, donner les expressions littérales de A, B et τ. Donner la valeur numérique de τ.

3°) Donner la valeur numérique de $\boldsymbol{i}$**(t)** pour **t = 0,5 ms** et pour **t = 5 ms**.

4°)A **t = T** on ouvre $\mathbf{K_1}$ et on ferme $\mathbf{K_2}$ de façon simultanée.

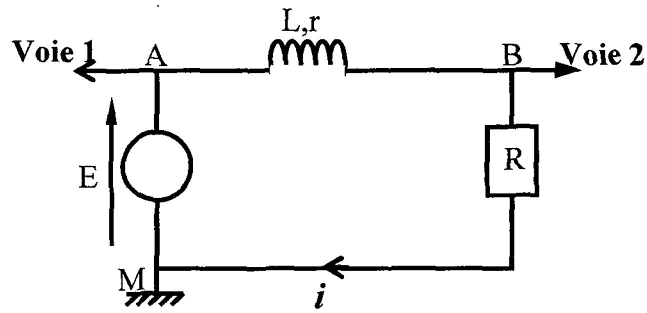
a- En prenant une nouvelle origine des temps telle que **t'= 0** corresponde à **t = T**, écrire l'équation différentielle vérifiée par i(t'), courant dans la bobine.

b- La solution de cette équation différentielle est de la forme $\boldsymbol{i}\mathbf{(t')=A'+B'\,e^{-\frac{t}{\tau'}}}$, donner l'expression littérale de τ' . Que vaut A' ? Donner la valeur numérique de τ'.

c- Indiquer la valeur numérique de B' dans les deux cas suivants: **T=0,5 ms** et pour **T = 5 ms**.

d- Tracer l'allure de i(t) dans les deux cas suivants :**T=0.5 ms** et pour **T=5 ms.**

Exercice N°13 :

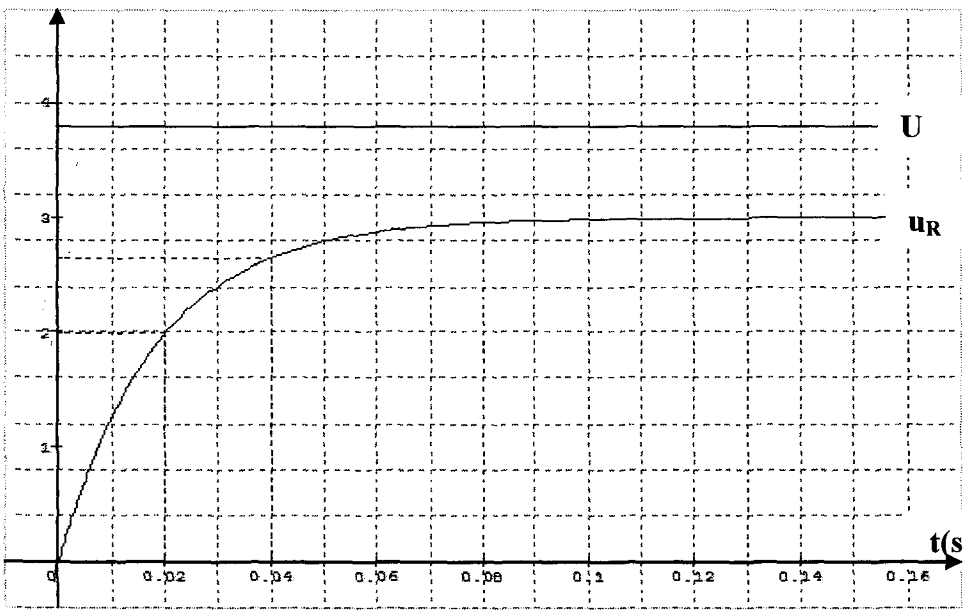


Le montage représenté ci-contre permet l'étude de rétablissement du courant dans un circuit comportant une bobine d'inductance **L** et de résistance r et une résistance **R**.

Données : **U = E = 3,8 V ; R = 50 Ω**

Un ordinateur muni d'une carte d'acquisition permet d'enregistrer l'évolution des tensions **U** aux bornes du générateur et $\mathbf{u_R}$ aux bornes de la résistance **R**.

A **t = 0** l'interrupteur est fermé et l'acquisition commence. Le document ci-après représente le graphe de ces tensions en fonction du temps.



1°) Donner l'expression de la tension visualisée sur la **voie 2** en fonction de l'intensité.

2°) Donner la valeur numérique de I, intensité dans le circuit en régime permanent.

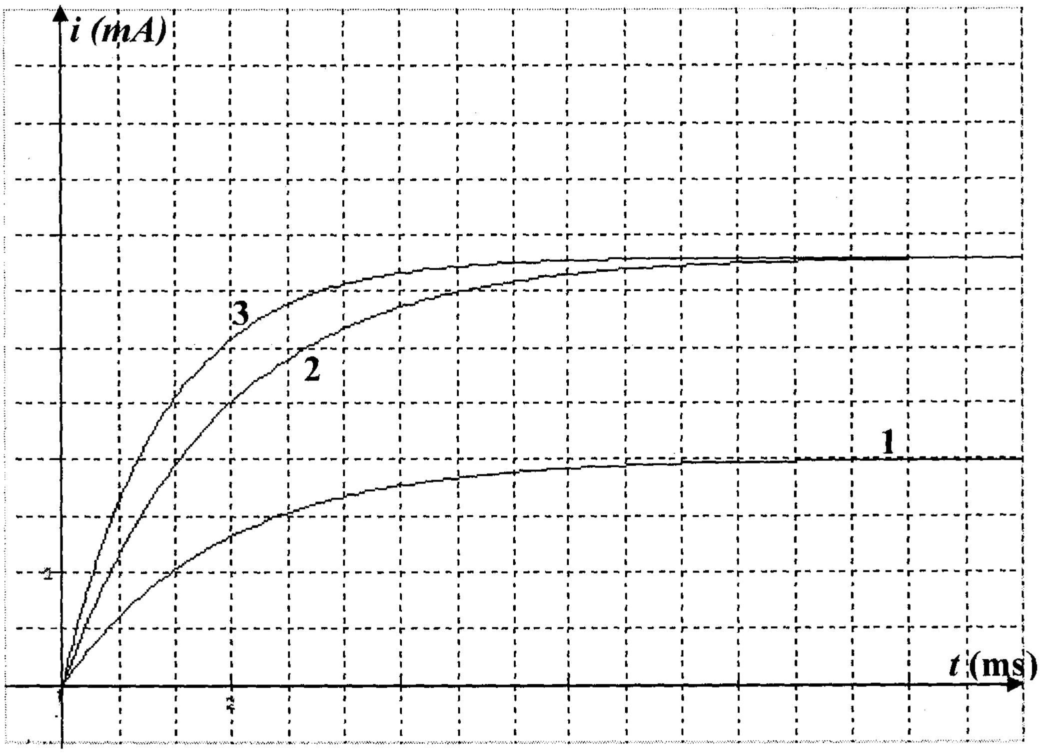
3°) Etablir la relation notée (1) entre **E, L, r, R, i et** $\mathbf{\frac{di}{dt}}$. En déduire une expression littérale de I.

4°) Calculer la résistance r de la bobine.

5°) On modélise l'intensité du courant circulant dans le circuit au cours de son établissement sous la forme $i = \mathbf{I(1 - e^{-kt})}$. Les paramètres de modélisation donnés par l'ordinateur sont $\mathbf{I = 59{,}114.10^{-3}}$ **et k = 59,585**. (Le nombre de chiffres donnés est celui de l'ordinateur; les unités sont celles du système international ; la précision des mesures ne correspond pas à celle de l'affichage). La constante de temps du circuit est $\boldsymbol{\tau} = \dfrac{\mathbf{L}}{\mathbf{R+r}}$

- Quelle est la dimension de k ? Justifier.
- En utilisant la relation $\mathbf{k.\tau = 1}$, calculer la valeur numérique de **L**.

6°) Avec le montage utilisé précédemment, on réalise quatre expériences ; la valeur de **U** reste la même et on fait varier les valeurs de **R et L** ; les valeurs qui sont données à **R** permettent maintenant de négliger **r**. On rappelle que l'intensité atteint 63% de sa valeur maximale au bout d'une durée égale à **τ**. La courbes donnant révolution de l'intensité du courant au cours du temps pour ces expériences sont simulées à l'ordinateur et sont représentées sur le document ci-après :



• Sachant que la courbe 1 correspond à R = 1000Ω, déterminer la valeur de l'intensité en régime permanent, la constante de temps du circuit et l'inductance de la bobine.

• Recopier le tableau, remplir l'ensemble des cases vides et préciser le numéro de la courbe qui doit figurer sur la première ligne.

N° de la	**... ..**	**L**	**........**
I (mA)	**........**	**........**	**7,6**
R (Ohms)	**500**	**1000**	**........**
τ (ms)	**........**	**........**	**........**
L (H)	**........**	**........**	**1**

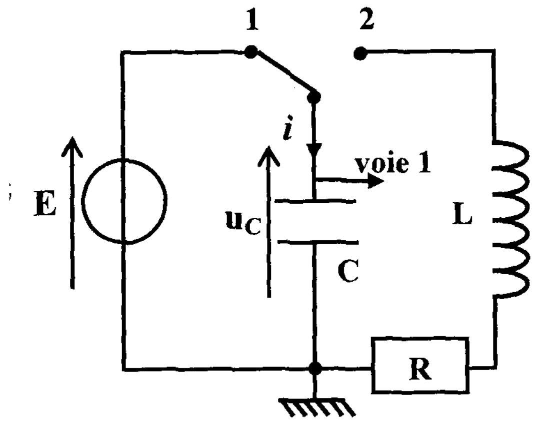
A- Physique

Thème-1- Evolution des systèmes électriques

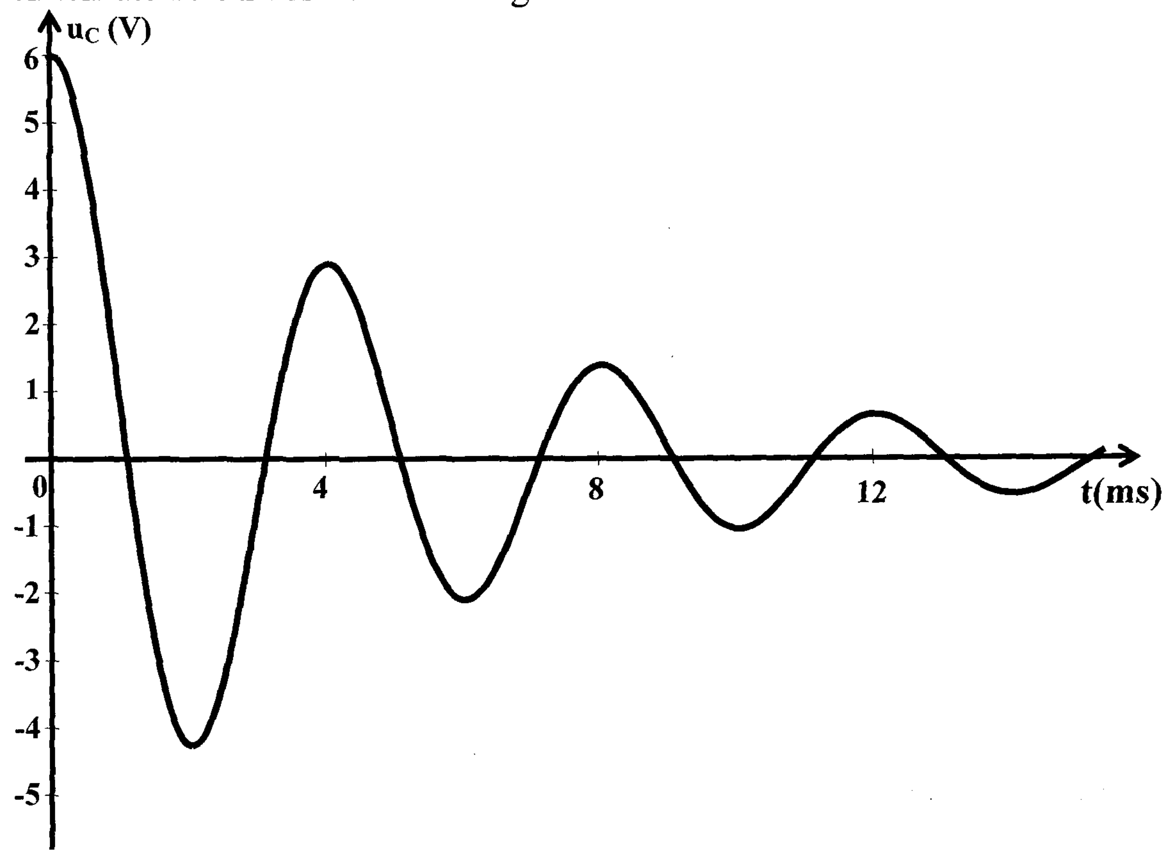
Chapitre 3 : Le circuit RLC libre

Exercice N°1 :

On réalise le montage ci-dessous. On prend **C=2µF**.



Le condensateur est préalablement chargé (**K en position 1**) on bascule **K** en position **2** et en enregistre les variations de la tension u_c aux bornes du condensateur. On observe l'oscillogramme suivant :



1°) Pourquoi parle-t-on d'oscillations libres ?

2°) Préciser la nature du régime d'oscillation observé.

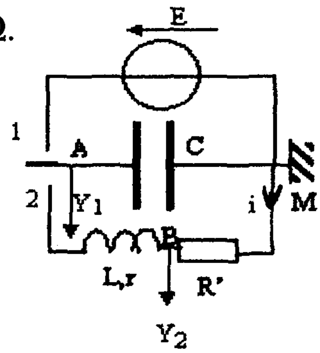
3°) Quelle est la pseudo période des oscillations observées ?

4°) En admettant que l'on peut assimiler cette pseudo période à la période des oscillations non amorties du circuit **LC** correspondant, calculer la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

5°) Représenter l'allure de la courbe **$u_c(t)$** si **R** devient très grande.

Exercice N°2 :

On réalise le montage suivant comportant un générateur de f.e.m **E= 9V** et de résistance interne négligeable, un condensateur dont la capacité varie entre **40 et 80 µF**, un conducteur ohmique de résistance **R'=5 Ω**, une bobine d'inductance **L=1H** et de résistance **r= 10 Ω**.

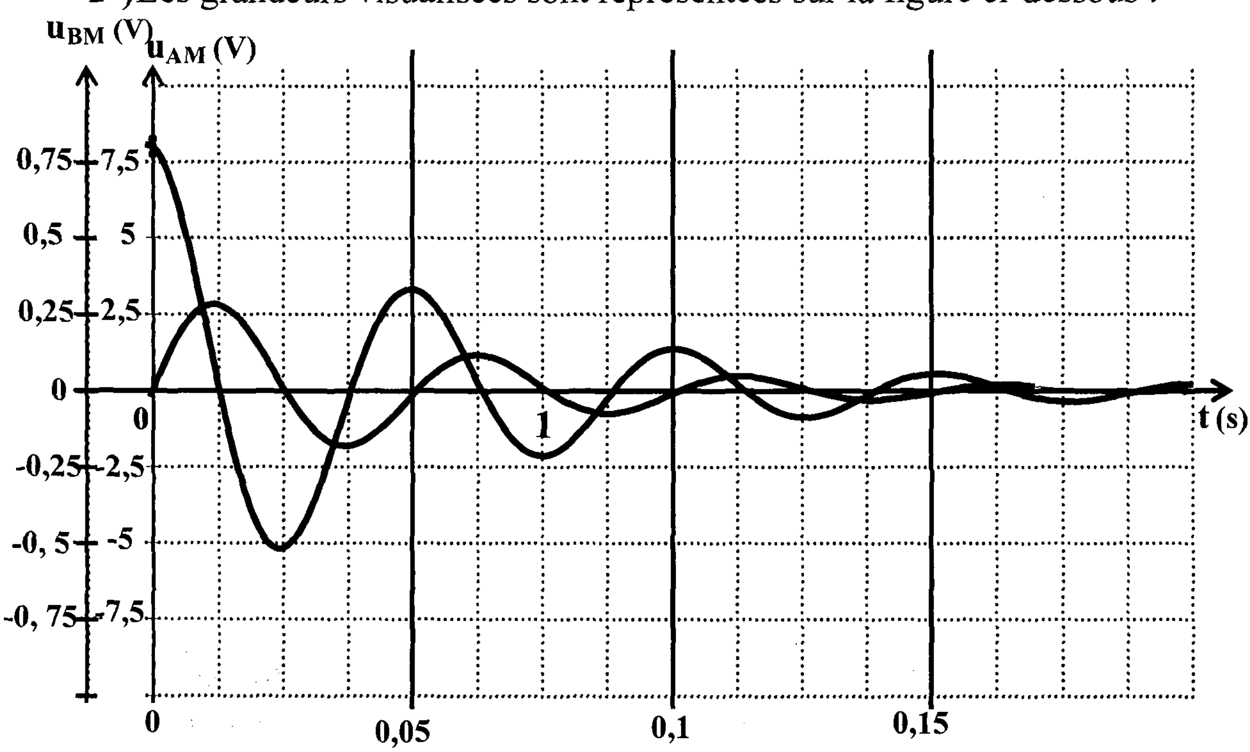


L'interrupteur K est placé en position **(1)** puis basculé en position (2). L'acquisition des données commence lorsqu'on bascule l'interrupteur **K** de la position **(1)** à la position **(2).**

1°) Quelles sont les grandeurs visualisées en voies **Y_1 et Y_2** ?

- L'une de ces grandeurs permet de connaître les variations de l'intensité i du courant laquelle ? Justifier ?

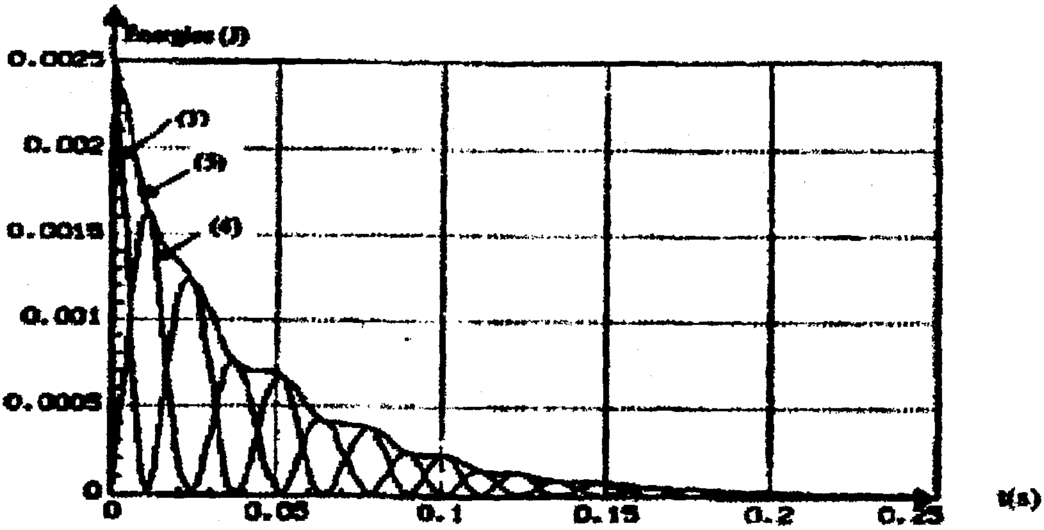
2°) Les grandeurs visualisées sont représentées sur la figure ci-dessous :



a- Associer les courbes **x** et **y** aux voies **Y_1 et Y_2.**

b- Quel est le phénomène observé

3°) La figure ci-dessous représente les variations au cours du temps de l'énergie E_E emmagasinée par le condensateur, de l'énergie E_M emmagasinée par la bobine et leur somme E.



a- Donner les expressions littérales des énergies E_E **et** E_M.

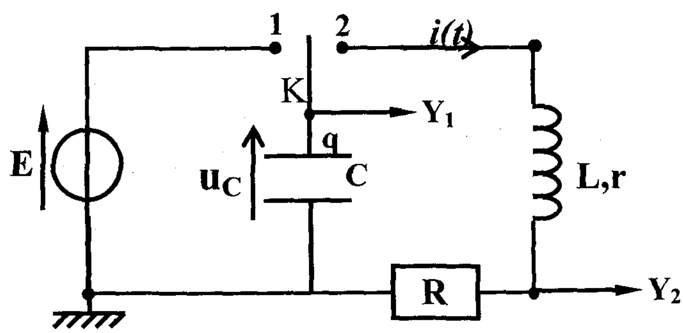
b- Identifier les 3 courbes en justifiant.

c- En comparant les courbes **3 et 4,** donner une interprétation du phénomène étudié.

d- Evaluer l'énergie dissipée pendant les 60 premières millisecondes.

Exercice N°3 :

On étudie cette fois la décharge d'un condensateur dans une bobine inductive, on place une résistance **R** en série avec la bobine. Le schéma est donné fig 3. L'interface de l'ordinateur permet d'étudier $u_C(t)$ et $u_R(t)$.

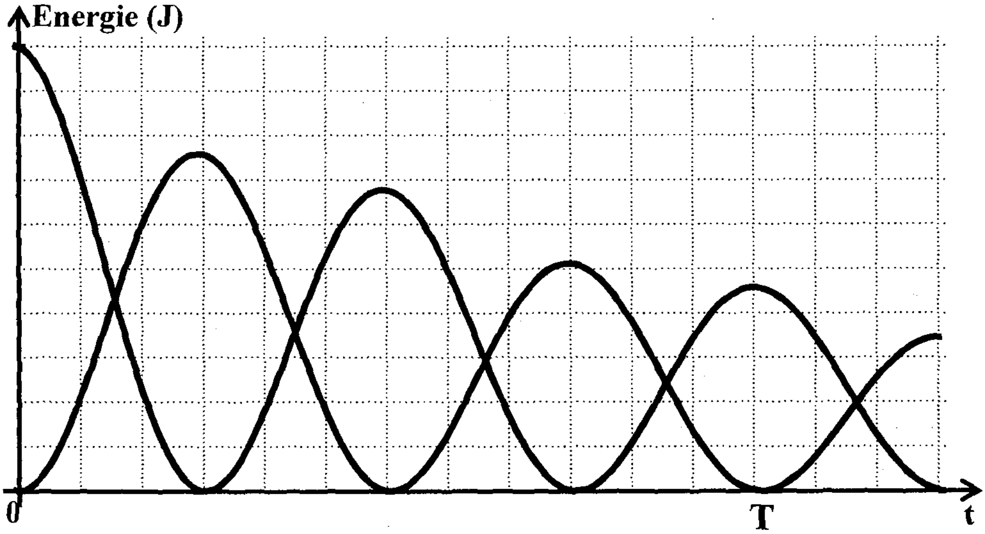


On charge le condensateur, puis on bascule l'interrupteur en position **2** puis on déclenche la prise de masures. On obtient le graphique ci-dessus avec **C=5µF, r=10Ω ; L=0,2H ; E=5,0V, R= 100Ω.** Le logiciel de traitement de données permet d'obtenir l'énergie emmagasinée dans la bobine E_b, ainsi que l'énergie totale $E= E_b+E_c$.

1°) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension $u_c(t)$ en tenant compte des conventions de la figure ci-dessus.

2°)Déterminer la pseudo-période **T** des oscillations. Comparer avec la période propre T_0 du circuit.

3°) Indiquer les expressions littérales permettant le calcul des différentes formes d'énergies à partir des mesures de u_c et u_R et des caractéristiques du circuit. Attribuer en justifiant les courbes du graphique ci-dessous aux différentes énergies.

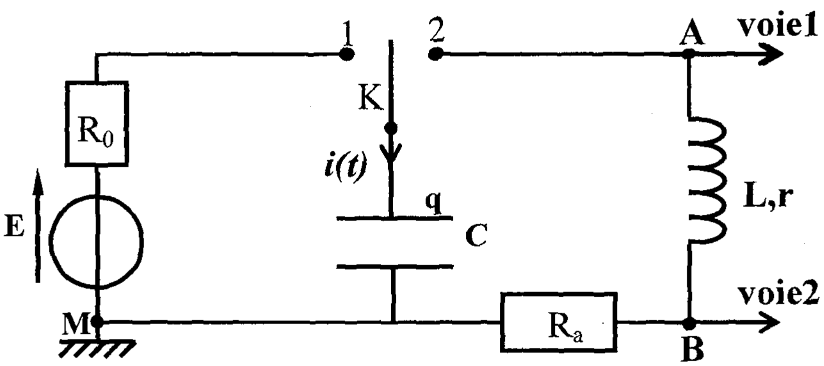


4°) Que représente la dérivée de l'énergie totale par rapport au temps $\frac{dE}{dt}$.
L'exprimer en fonction de i(t). justifier et interpréter l'aspect de la courbe E(t), en particulier lorsque la tangente est nulle ou extremum.

5°) Les oscillations ne s'observent que lorsque la résistance totale du circuit est inférieure à une valeur critique $R_c=2\left[\frac{L}{C}\right]^{1/2}$. Estimer la valeur de R donnant le régime critique.

Exercice N°4 :

I- Analyse du fonctionnement du montage : On note **R** la résistance totale de la maille **KABM**.



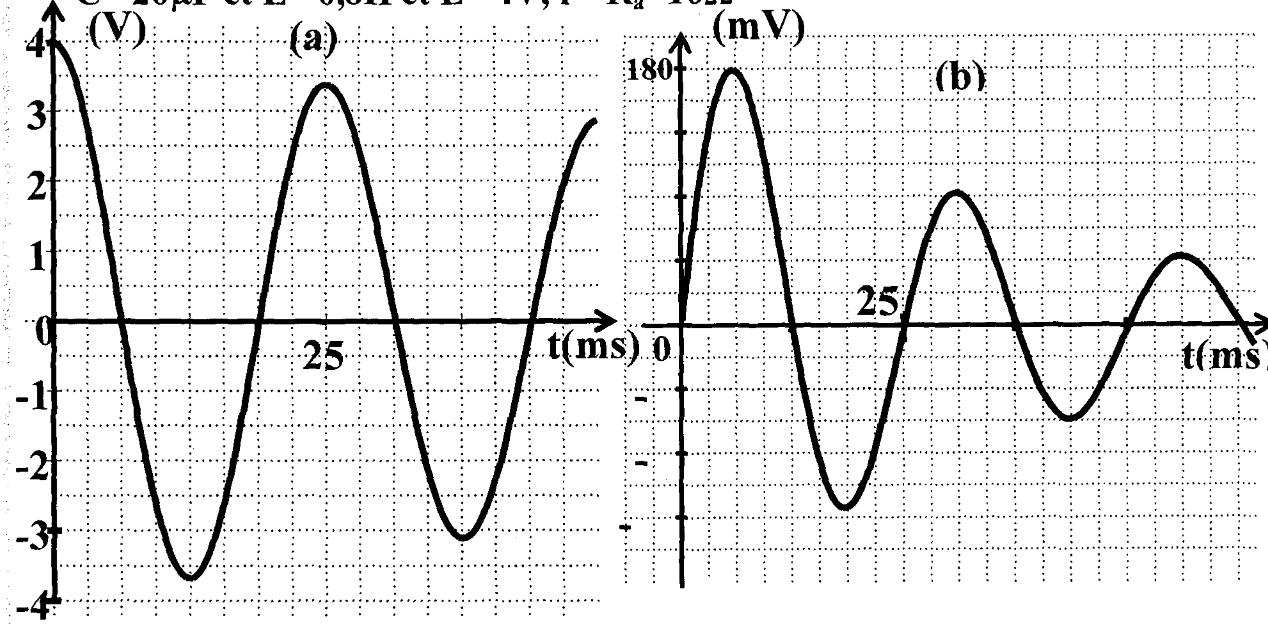
1°) Quel est le rôle de l'interrupteur K ?

2°) Aux bornes de quels dipôles sont prélevées les tensions appliquées aux voies **1** et **2** . Les nommer(exemple U_{xy}) .

3°) A défaut d'une interface d'acquisition pour l'ordinateur, quel type d'appareil peut-on utiliser pour réaliser les enregistrements reproduits figures **a** et **b** ci-après ? Justifier.

II- Exploitations d'enregistrements :

C= 20µF et L= 0,8H et E= 4V, r= R_a=10Ω



1°)Identifier les courbes **(a)** et **(b)** en leur attribuant les tensions définies à la question précédente. Justifier.

2°)Déterminer graphiquement la pseudo période T_2 des oscillations.

3°)Calculer l'énergie totale du circuit à l'instant **t=0** (l'origine des temps coïncide avec le début de la décharge du condensateur).

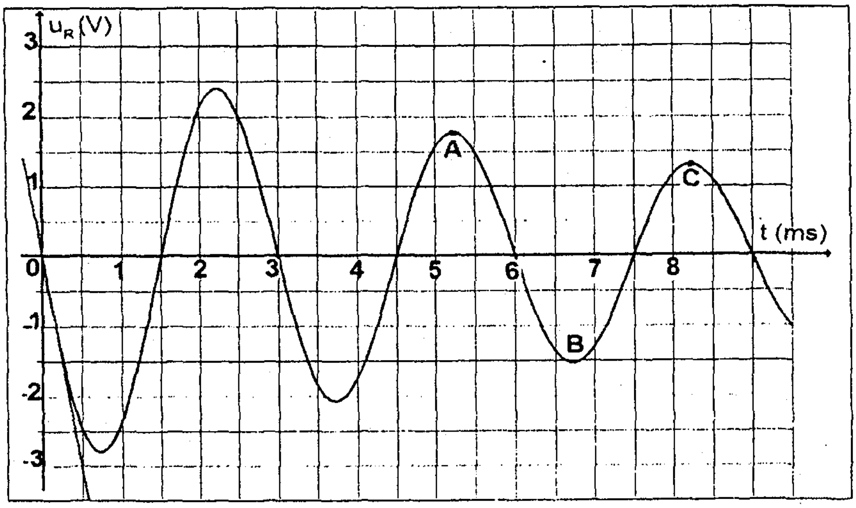
4°)Soit t_1, la date à laquelle la tension aux bornes de la résistance passe par son premier maximum.

- Déterminer l'intensité du courant à cette date et en déduire l'énergie stockée dans la bobine à la date t_1.
- Est- ce la seule forme d'énergie stockée à la date t_1. Justifier.
- Exprimer l'énergie stockée à la date t_1 en pourcentage de l'énergie totale initiale.
- On souhaite augmenter ce pourcentage. Sur quel paramètre doit-on agir ? Justifier.

Exercice N°5 :

Un condensateur de capacité **C=0,3µF** est chargé sous une tension **U_0=12V.** On effectue ensuite sa décharge dans un dipôle série constitué d'une résistance **R=30Ω,** et d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**.

L'oscillogramme de la tension u_R aux bornes de la résistance **R** est représenté ci-après.



1°) Quelle est la valeur de la pseudo période ?

2°) Pourquoi la tension $\mathbf{u_R}$ est –elle négative au début de la décharge ?

3°) Quelle est la valeur de la tension $\mathbf{u_b}$ aux bornes de la bobine à t=0.

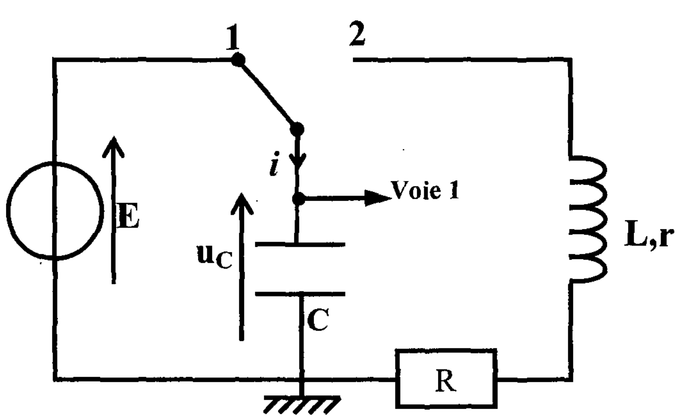
4°) Mesurer sur la courbe la valeur $\frac{di}{dt}$ à l'instant **t=0**. En déduire la valeur de **L**.

5°) Montrer que l'énergie totale du circuit diminue au cours du temps.

6°) Calculer la perte d'énergie entre les dates $\mathbf{t_0}$ **et** $\mathbf{t_A}$ et entre $\mathbf{t_A}$ **et** $\mathbf{t_B}$.

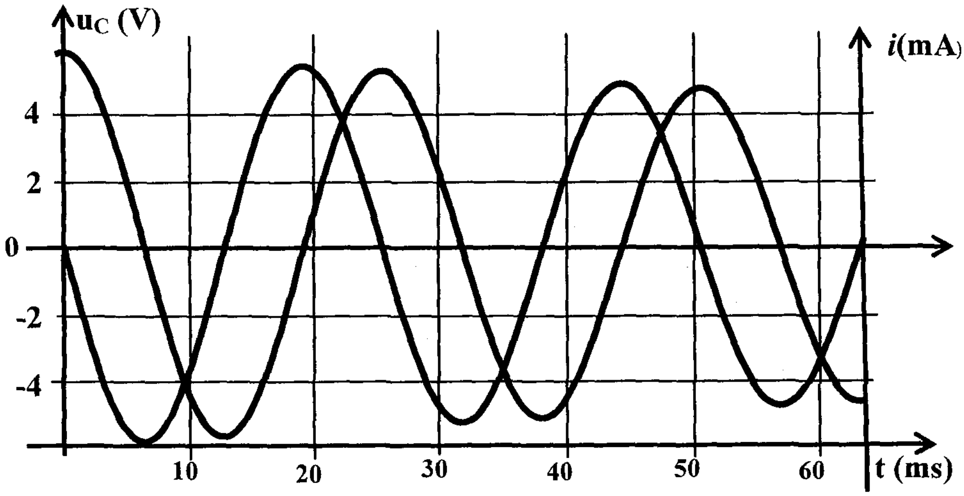
Exercice N°6 :

On réalise le circuit correspondant au schéma ci-dessous. Le condensateur de capacité **C=15µF** est préalablement chargé à l'aide d'un générateur idéal de tension continue (interrupteur en position 1). Il se décharge ensuite (interrupteur en position 2) à la date **t=0**, à travers un circuit comportant une bobine d'inductance **L=1H** et de résistance **r**.



1°)Etude des oscillations

Un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur permet de suivre pendant la décharge, d'une part l'évolution au cours du temps de la tension $\mathbf{u_C}$ aux bornes du condensateur et d'autre celle de l'intensité i du courant.



a-Les oscillations sont-elle libres ou forcées ? Justifier la réponse.

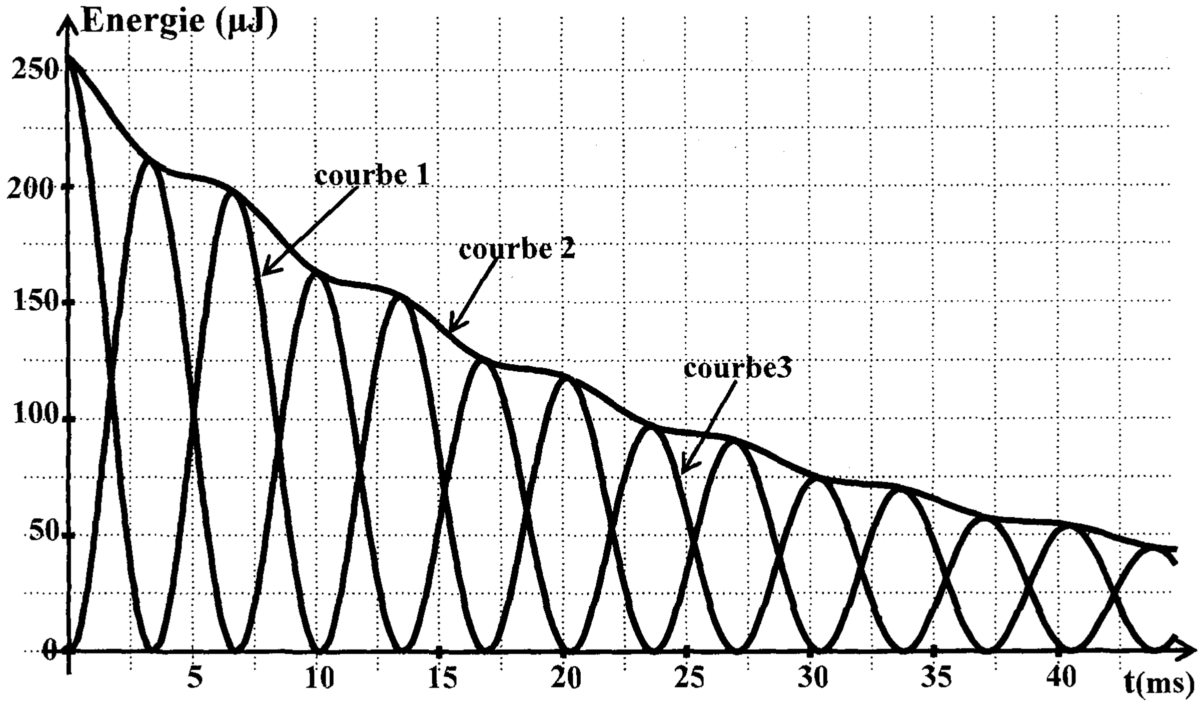
b-Déterminer à partir des courbes la valeur de la pseudo période des oscillations.

c- Entre les instants de dates t_A et t_B (voir la figure ci-dessus), le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ? Justifier la réponse.

d-A partir de la courbe traduisant $\mathbf{u_C(t)}$, retrouver la valeur de **i** à l'instant $\mathbf{t_A}$ et le sens réel de circulation du courant entre $\mathbf{t_A}$ et $\mathbf{t_B}$.

2°)<u>**Etude énergétique :**</u>

On souhaite étudier l'énergie totale **E** de l'oscillateur électrique. Un logiciel fournit les trois courbes donnant la variation en fonction du temps des énergies **E**, $\mathbf{E_e}$ et $\mathbf{E_m}$.



a- Identifier les trois courbes.

b- Interpréter brièvement la décroissance de **E**.

c- Calculer la perte d'énergie après **5ms**.

3°) **<u>Etude des oscillations non amorties</u>**

On suppose maintenant que l'oscillateur ne comporte aucune résistance. Dans ces conditions, la tension $\mathbf{u_c}$ aux bornes du condensateur est de la forme :

$\mathbf{u_C(t)=U_m \sin(\omega_0 t+\varphi)}$

a- Calculer les valeurs de $\mathbf{U_m}$, ω_0 **et** φ.Quelle est la valeur de la période propre $\mathbf{T_0}$ de l'oscillateur.

b-Etablir les expressions de **q(t), i(t) et** $\mathbf{u_b(t)}$.

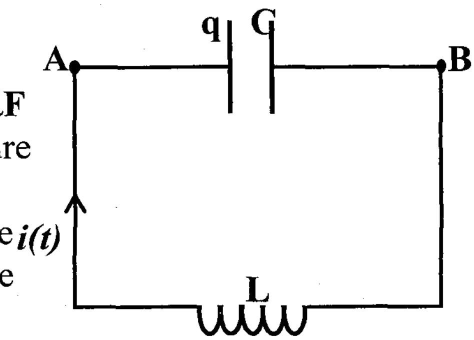
c- Calculer l'intensité du courant lorsque $\mathbf{u_c= 3V}$.

d-

- Etablir les expressions des énergies $\mathbf{E_e}$ **et** $\mathbf{E_m}$ en fonction de **t**.
- Montrer que l'énergie totale de l'oscillateur est conservée. Calculer sa valeur.
- Représenter les courbes $\mathbf{E_e(t)}$ **et** $\mathbf{E_m(t)}$.

e- A quelles dates, la moitié de l'énergie totale est emmagasinée dans la bobine.

<u>Exercice N°7 :</u>



On charge un condensateur de capacité **C=1µF** sous une tension $\mathbf{U_0= 10V}$ de manière que l'armature A soit positive et l'armature B soit négative.

1°) Calculer la charge initiale $\mathbf{Q_0}$ de l'armature A ainsi que l'énergie initiale E_0 emmagasinée par le condensateur.

2°)À t=0 on relie le condensateur ainsi chargé à une bobine d'inductance **L=1H** et de résistance supposée nulle.

a-Etablir l'équation différentielle qui régit les oscillations de cet oscillateur en fonction de **q(t)** et sa dérivée seconde.

b-En déduire son expression en fonction de $\mathbf{u_c(t)}$: tension instantanée aux bornes du condensateur.

c-Exprimer et calculer la pulsation propre w0 du circuit oscillant.

d-Donner les expressions de **q(t), i(t),** $\mathbf{u_c(t)}$ **et** $\mathbf{u_L(t)}$: tension instantanée aux bornes de la bobine.

3°)

a- Exprimer en fonction du temps , l'énergie électrostatique E_e emmagasinée dans le condensateur et l'énergie magnétique $\mathbf{E_L}$ emmagasinée dans la bobine.

b- Montrer que l'énergie électromagnétique $\mathbf{E=E_e+E_L}$ de l'oscillateur **(L,C)** se conserve au cours du temps. Calculer sa valeur.

c- Représenter en fonction du temps et sur le même graphique les énergies $\mathbf{E_e}$, $\mathbf{E_L}$ **et E** dans l'intervalle $\mathbf{[0,T_0]}$

d-

i) Auxquelles dates $\mathbf{E_e=E_L}$?

ii) Déduire les valeurs de **q** à ces dates.

Exercice N°8 :

Un circuit (L ,C) formé d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et de condensateur de capacité C chargé préalablement sous une tension continue **U_0= 12V**.

La tension aux bornes du condensateur $u_c(t)$ vérifie l'équation différentielle

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + 6{,}25.10^4 u_C = 0\,6$$

On admet que la solution de cette équation est **$u_c(t)= U_0 \sin(\omega_0 t +\varphi)$** et l'intensité instantanée du courant qui circule dans le circuit est :

$i(t)= I_m\sin((\omega_0 t +\varphi_i)$

A la date **t_1=2.10^{-3}s** la tension **$u_C=6\sqrt{2}$V et $i=-1{,}5\pi\sqrt{2}.10^{-3}$A**

1°)Déterminer :

a- Les pulsations et la période propres.

b- La phase initiale de **$u_c(t)$.**

c- La phase initiale de ***i*(t)**. Comparer **$u_c(t)$** et ***i*(t)**.

d- La valeur maximale du courant **I_m** et la charge maximale **Q_m**.

e- Les valeurs de **C et L**.

2°)

a- Exprimer l'énergie électromagnétique du circuit **LC** en fonction de ***i*** et **u_c**.

b- Montrer que cette énergie E est constante et l'exprimer en fonction de **L** et **I_m**.

c- En déduire :La relation

Exercice N°9 :

On prendra **$\pi^2 = 10$**

On considère un oscillateur électrique formé d'un condensateur de capacité **C= 0 ,2 µF** préalablement chargé , et d'une bobine d'inductance L et de résistance supposée négligeable.

On visualise la tension U_L aux bornes de la bobine sur l'écran d'un oscilloscope on obtient la courbe ci-contre. (fig-1).

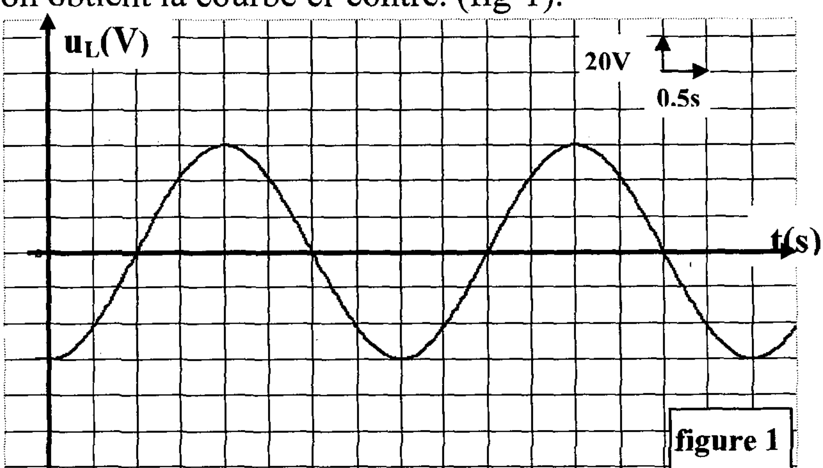


figure 1

1°)Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur vérifiée par la charge q, puis par la variable $\mathbf{u_L}$.

2°)Déterminer à partir de la courbe, la tension maximale $\mathbf{(U_L)_{max}}$ ainsi que la période $\mathbf{T_0}$. En déduire la valeur de l'inductance L.

3°)

c- Déterminer en fonction du temps les expressions de **$u_L(t)$, q(t) et i(t).**

d- Représenter par le même graphique **q(t) et i(t),** les comparer.

e- Calculer **q** à **$t=T_0/8$.**

f-Exprimer *i* en fonction de **q, Q_m et ω_0** puis calculer i pour **$q=Q_m/2$.**

4°)

d- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur en fonction de **q et *i*.**

e- Déduire l'expression de l'énergie électrique Ee en fonction de E et i_2.

f- On donne la courbe **E_e=f(i)** ci-contre (fig-2)

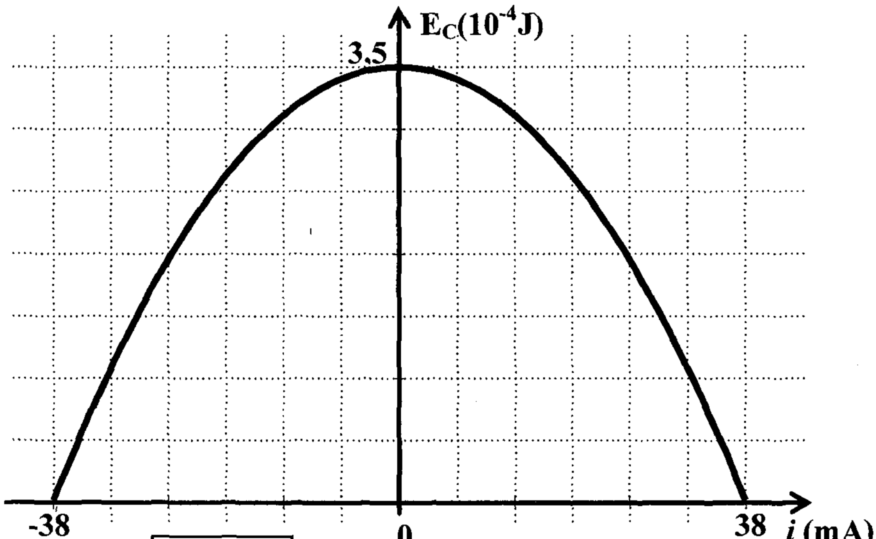


figure 2

i) Déterminer E et retrouver la valeur de L.

ii) Calculer i et q lorsque **E_e= E_L.**

Exercice N°10 :

On réalise un circuit électrique en reliant à t=0 les bornes d'un condensateur de capacité C préalablement chargé sous une tension continue **U_0= 25V** à celles d'une bobine d'inductance L et de résistance supposée nulle.

1°)

a- Exprimer la charge initiale **Q_0** du condensateur en fonction de **U_0** et **C**.

b- Etablir l'équation différentielle relative à **q**. En déduire la nature des oscillations.

c-

i- Exprimer l'énergie électromagnétique **E** du circuit en fonction de **q**, ***i***, **C** et **L**.

ii- En déduire que l'oscillateur est non amorti.

iii- Exprimer $\mathbf{i^2}$ en fonction de **q, E, L et C.**

2°) Le graphe de la figure ci-contre traduit les variations de i^2 en fonction de q^2. En exploitant ce graphe, déterminer :

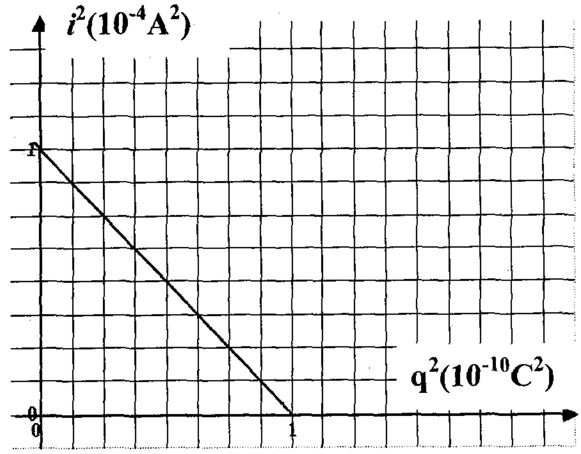
a- L'intensité maximale $\mathbf{I_m}$ et la charge maximale $\mathbf{Q_m}$.

b- La pulsation propre ω_0.

c- La capacité **C** du condensateur.

d- L'inductance de la bobine **L**.

e- L'énergie électrique totale **E**.



3°) Exprimer en fonction du temps **q(t), i(t), $\mathbf{u_c(t)}$ et $\mathbf{u_L(t)}$.**

$\mathbf{u_c}$: Tension aux bornes du condensateur.

$\mathbf{u_L}$: Tension aux bornes de la bobine.

4°) On visualise $\mathbf{u_c(t)}$ sur l'écran d'un oscilloscope. Le balayage horizontal correspond à **3,14ms** par cm et la sensibilité verticale est **10V** par cm. La largeur de l'écran est **6cm**.

Représenter la courbe $\mathbf{u_c(t)}$ que l'on observe sur l'écran de l'oscilloscope.

Exercice N°11 :

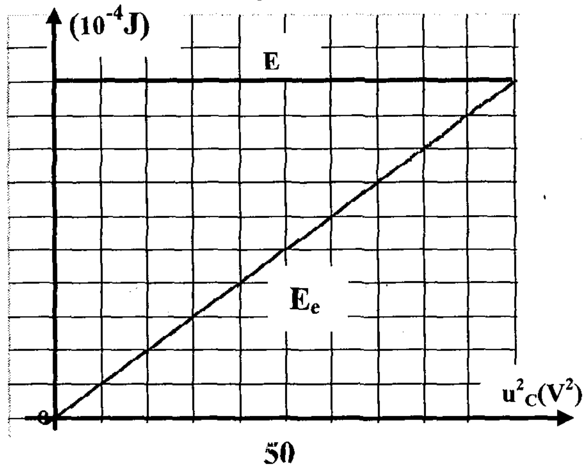
On étudie les oscillations libres d'un circuit LC : Un condensateur chargé de capacité C lié à une bobine d'inductance L et sans résistance.

1°) Etablir l'équation différentielle avec la variable q, charge de l'une des armatures à la date t.

Déduire l'équation différentielle avec la variable u_c, tension instantanée aux bornes du condensateur. Quelle est la solution $u_c(t)$ de cette équation ?

2°)donner l'expression de l'énergie E emmagasinée dans le circuit en fonction de u_c et du_c/dt. Montrer que l'oscillateur est non amorti.

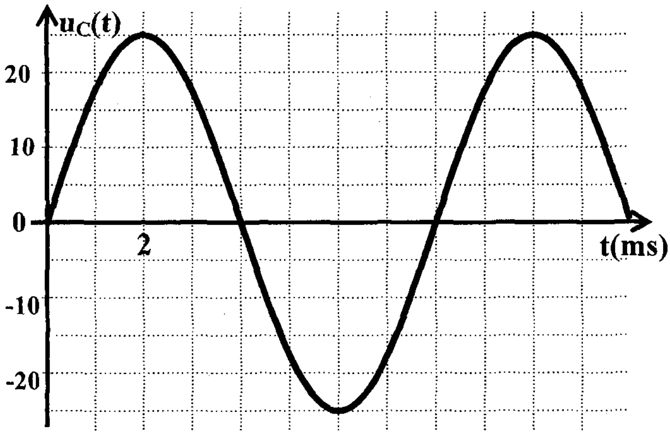
3°) On donne les courbes de l'énergie totale **E** et de l'énergie électrostatique E_e en fonction de $\mathbf{u_c^2}$.



a- Déduire les valeurs de **E**, de l'amplitude $\mathbf{U_{cm}}$, et de la capacité **C**.

b- Calculer l'énergie magnétique de la bobine pour $\mathbf{u_c=0}$, $\mathbf{u_c=5\sqrt{2}\ V}$ et $\mathbf{u_c=10V}$.

4°)On donne l'oscillogramme $u_c(t)$ pour une autre tension de charge.



a- Calculer la fréquence du courant dans le circuit et déduire la valeur de **L**.

b- Déterminer les expressions de **q(t)** et **i(t)** en donnant les amplitudes et les phases initiales.

c- Représenter les courbes **q(t)** et **i(t)** sur le même graphique.

<u>Exercice N°12 :</u>

Un condensateur chargé est branché en série avec une bobine de résistance négligeable et un ampèremètre sans résistance.

1°) Montrer que la charge **q** de l'armature A est une fonction sinusoïdale du temps.

2°) On observe sur l'oscilloscope la tension $\mathbf{u_C(t)}$ (figure-1).

a- Calculer la pulsation et la fréquence propres du circuit.

b- Déterminer, à partir du graphique, l'expression $\mathbf{u_C(t)}$.

c- Calculer $\mathbf{Q_m}$ sachant que l'ampèremètre indique **I=70,7 mA**.

d- Déduire les valeurs de la capacité **C** et de l'inductance **L**.

3°)

e- Montrer que l'énergie emmagasinée dans le circuit se conserve. Calculer sa valeur.

f- Pour quelles valeurs de $\mathbf{u_C}$, a-t-on la moitié de cette énergie dans la bobine.

4°) On remplace l'ampèremètre par un résistor de résistance R. On charge le condensateur et on ferme le circuit à t=0. La courbe **u(t)** observée est donnée par la **figure 2**.

a- Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur avec la variable u.

b- Montrer que le circuit va perdre continuellement de l'énergie.

c- Calculer la perte d'énergie pendant la première pseudo-période.

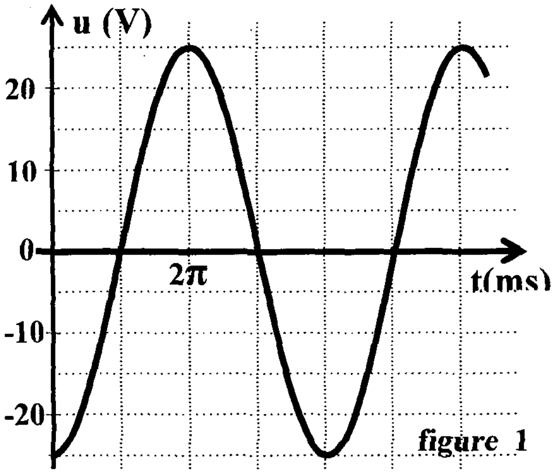


figure 1

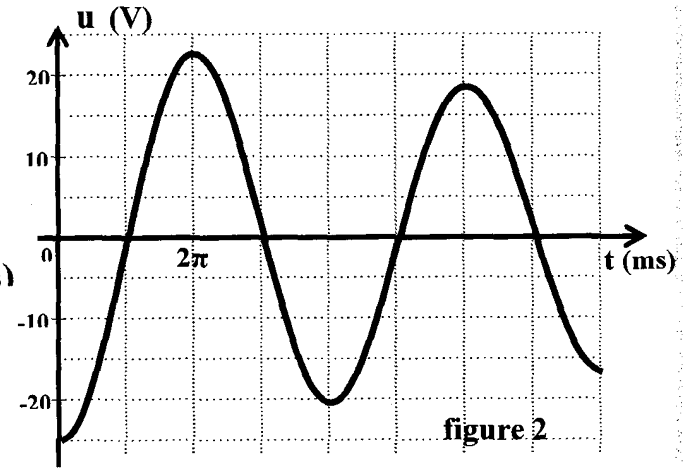


figure 2

Exercice N°13 :

On dispose d'un condensateur de capacité **C= 6,25 µF** et d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

I-On charge le condensateur et on le relie aux bornes de la bobine.

1°) Etablir l'équation différentielle avec la grandeur q, charge de l'une des armatures à la date t. Déduire l'expression de la période propre de cet oscillateur.

2°) On observe, sur un oscilloscope, la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur (figure 1)

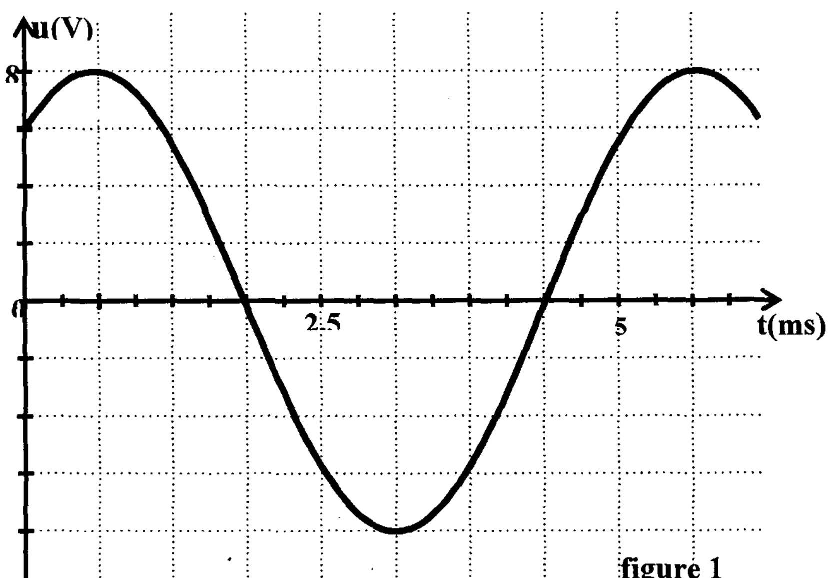


figure 1

a- Calculer l'inductance L de la bobine ; On prend $\pi^2 = 10$.

b- Déterminer l'expression $\mathbf{u_c(t)}$ et déduire l'expression $\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}$ de l'intensité du courant dans le circuit.

3°) Donner, en fonction de **q** et $\boldsymbol{i}$, l'expression de l'énergie électrique **E** emmagasinée dans le circuit. Montrer que cette énergie se conserve et calculer sa valeur.

II-On charge le condensateur et on le branche, en série, avec la bobine et un résistor de résistance **R=100Ω.** On observe, sur l'oscilloscope, la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor (figure 2).

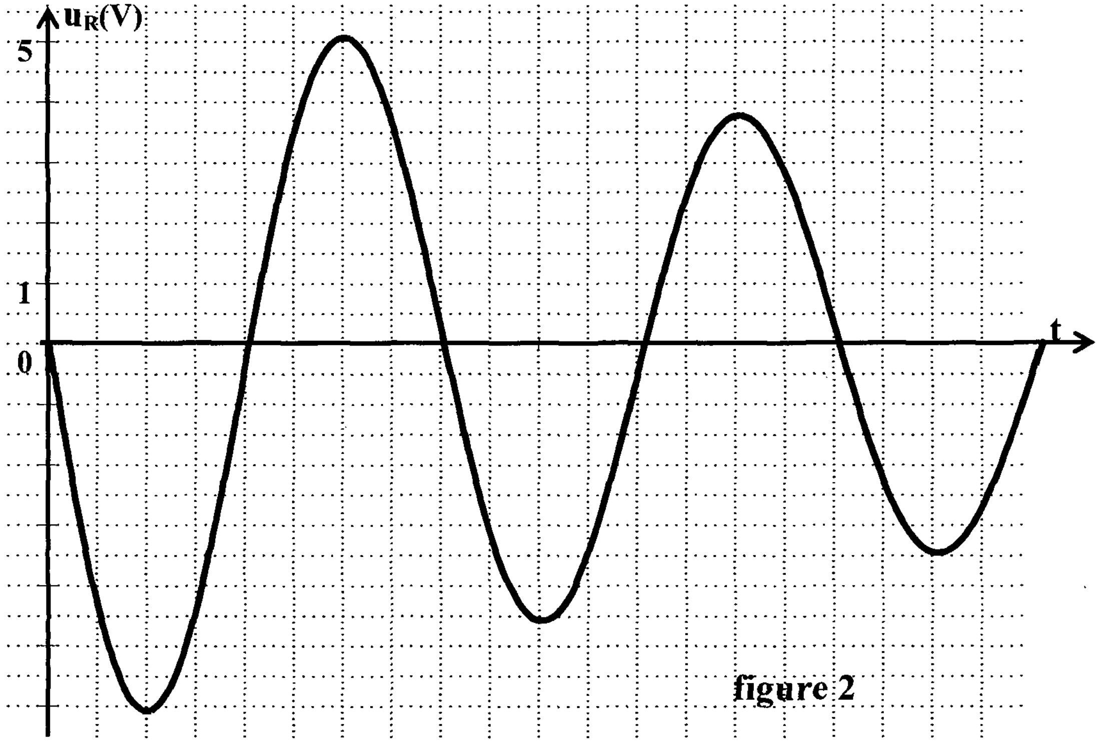


figure 2

1°)Expliquer les transformations de l'énergie dans le circuit au cours de la première demi pseudo-période T.

2°)Calculer la perte d'énergie entre t_1=T/4 et t_2= 5T/4.

3°)En faisant varier R, on observe les courbes de la **(figure 3).** Comparer les résistances **R_1, R_2 et R_3**.

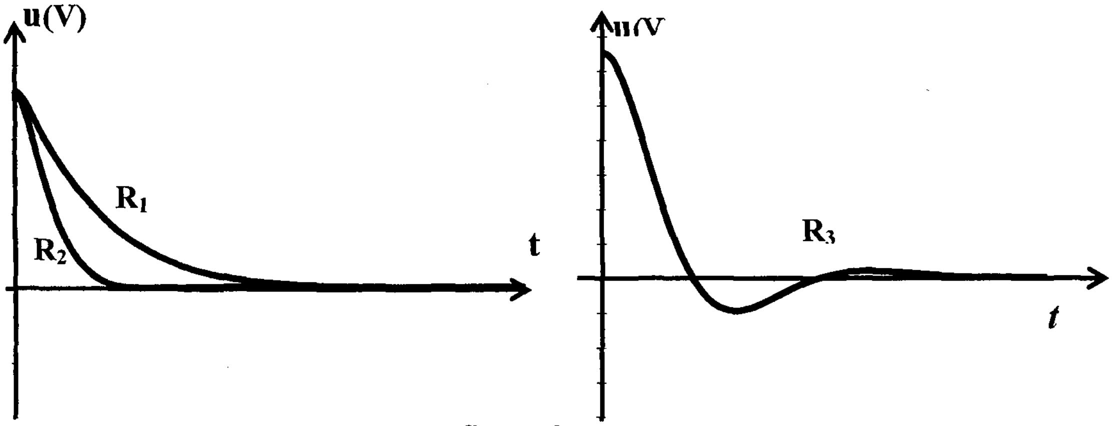


figure 3

A- Physique

Thème-1- Evolution des systèmes électriques

Chapitre 4 : Le circuit RLC en oscillations forcées en régime sinusoïdal.

Exercice N°1 :

On dispose d'un résistor de résistance **R = 100 Ω,** d'une bobine de résistance **r** et d'inductance **L**. d'un condensateur de capacité **C** et d'un générateur délivrant une tension sinusoïdale **$u(t) = U_m.\sin(2\pi Nt)$.** Tous ces dipôles sont reliés en série. On branche sur un oscilloscope à deux voies les bornes du résistor et les bornes du générateur.

I-Pour un fréquence **N_1** de la tension instantanée du générateur **u(t)**, on observe les deux courbes de la **figure 1**.

1°) Indiquer, en le justifiant, la courbe qui correspond a la tension instantanée u(t).

2°) Déterminer graphiquement la fréquence **N_1** de la tension **u(t)**, la valeur maximale **U_m** de **u(t)** et la valeur maximale **$U_{m(R)}$** de la tension instantanée aux bornes du résistor.

3°) Calculer la résistance **r** de la bobine et préciser une relation entre **L et C**.

4°) Déterminer les expressions de la tension instantanée **u(t)** et de l'intensité **i(t).**

II- Pour une fréquence **N_2** de la tension instantanée du générateur **u(t),** on observe les deux courbes de la **figure 2**.

1°) Déterminer graphiquement la fréquence **N_2** de la tension instantanée **u(t).**

2°) Déterminer graphiquement le déphasage de la tension instantanée **$u_R(t)$** aux bornes du résistor par rapport a la tension instantanée **u(t)** aux bornes du générateur et déduire la déphasage de l'intensité **i(t)** par rapport à **u(t)**.

3°) Etablir l'équation différentielle **i(t)** de l'oscillateur proposé. Faire la construction de Fresnel correspondante.

4°) Calculer l'inductance **L** de la bobine et la capacité **C** du condensateur.

5°) Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit.

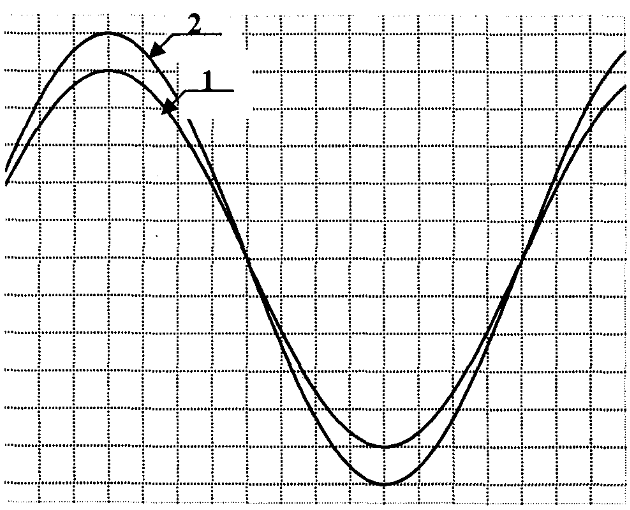


Figure 1

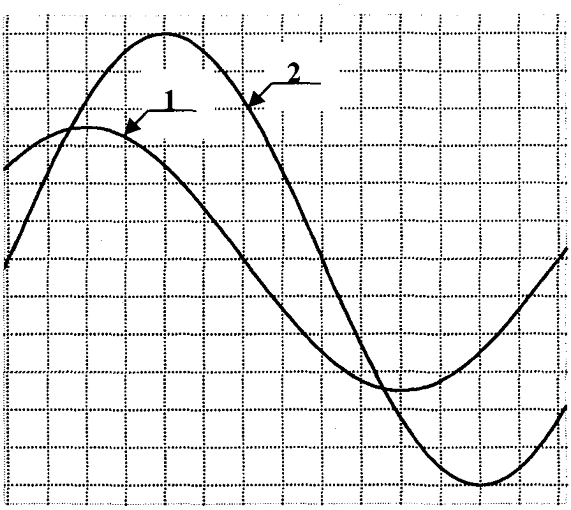


Figure 2

Echelle :

1 cm sur l'axe des abscisses représente 0,2 ms.

1 cm sur l'axe des ordonnées représente 0,2 V.

Echelle :

1 cm sur l'axe des abscisses représente 0,25 ms.

1 cm sur Taxe des ordonnées représente 0,2 V.

Exercice N°2 :

Un circuit électrique comporte en série les éléments suivants :

Un générateur de tension sinusoïdale **$u(t) = U_m.\sin 2\pi Nt$** de valeur maximale U_m=8V constante et de fréquence N réglable, un condensateur de capacité C, un résistor de résistance **R= 10 Ω** et une bobine b (**Fig 1**).

On fixe la fréquence de la tension à la valeur N_1 et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope bi courbe les tensions obtenues en voie(**A**) et en voie (**B**).

La sensibilité verticale est la même sur les deux voies:**4 v / cm.**

La figure obtenu est reproduite ci-dessous (**Fig 2**) .

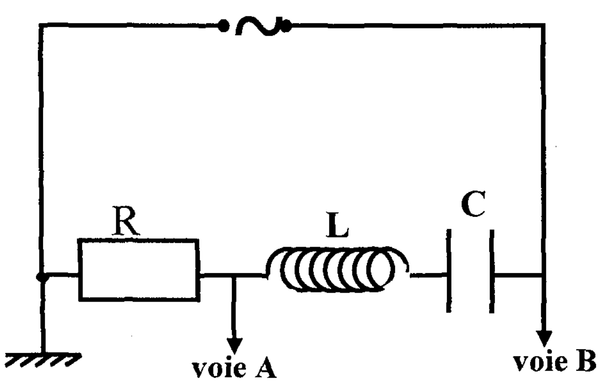


figure 1

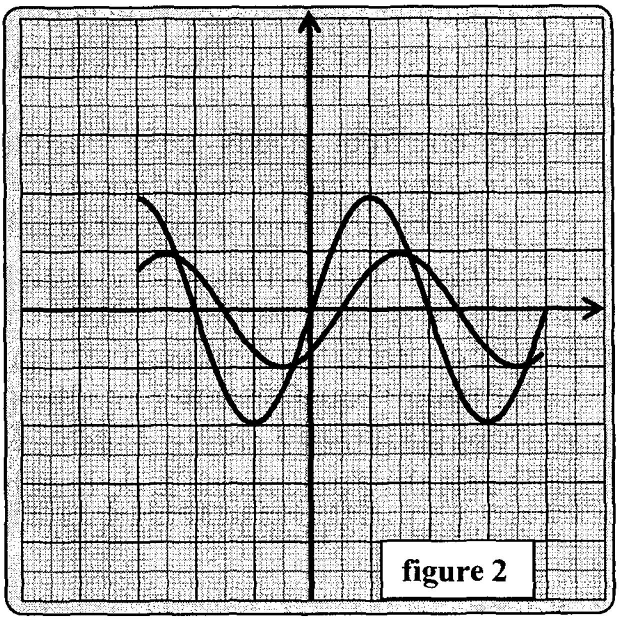


figure 2

1°)

a- Déterminer la valeur maximale lm de l'intensité du courant dans le circuit ci . déphasage φ_1 de l'intensité du courant par rapport à la tension **u(t).**

b- Ecrire l'expression de l'intensité instantanée **i(t)** du courant dans le circuit en fonction du temps et de la fréquence N_1.

c- Le circuit est-il inductif ou capacitif? Justifier.

2°) On fait varier la fréquence N de la tension u(t) et on note les valeurs de l'intensité maximale Im du courant on trouve la courbe (fig:3).

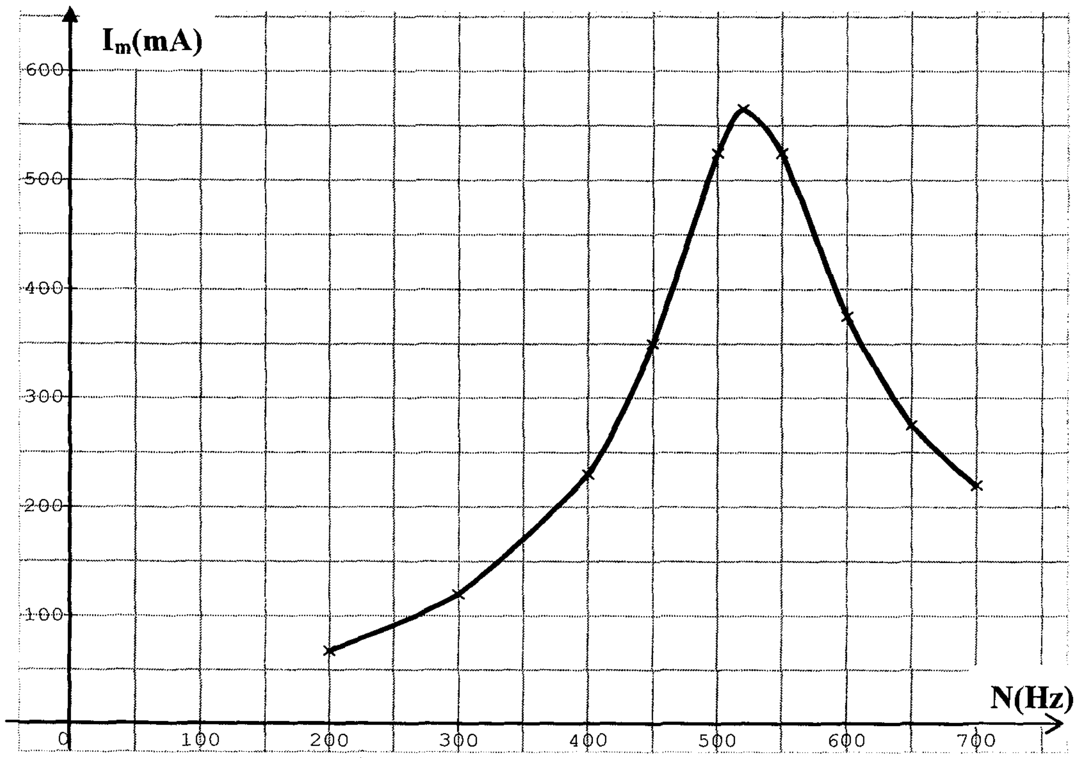


Figure 3

a- Pour quelle valeur N_0 se produit la résonance d'intensité? Quelle est l'impédance Z_0 du circuit?

b- La bobine b est-elle une résistance inductive ou une inductance pure? Justifier

3°) En déduire de la courbe (fig:3) la fréquence N_1.

4°) On enlève le résistor et on alimente l'ensemble (bobine-condensateur) par le même générateur. On donne à la fréquence de la tension la valeur N2 pour la quelle les tensions efficaces aux bornes du condensateur, aux bornes de la bobine et aux bornes de l'ensemble(bobine-condensateur) sont égales.

A l'aide de la construction de Fresnel

a- Vérifier que $\frac{1}{C\omega_2} = 2L\omega_2$

b- Calculer le déphasage φ_2 de l'intensité du courant par rapport à la tension **u(t).**

c- Déterminer les valeurs **N_2, L et C.**

Exercice N°3:

On réalise le circuit électrique formé par les dipôles suivants montés en série :

- Un condensateur de capacité C = 4 μF
- Un résistor de résistance R = 100 Ω.
- Une bobine d'inductance L et de résistance r.
- Un ampèremètre de résistance négligeable.
- Un GBF qui maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale

$u(t) = U_m.\sin 2\pi Nt$.

I- Sur un oscilloscope bi courbe, on visualise les tensions **u(t)** sur la voie 1 et **$u_R(t)$** sur la voie 2 (figure 1).

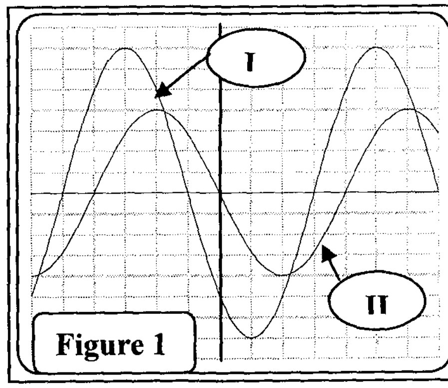


Figure 1

La sensibilité verticale est la même pour les 2 voies: **1V/div.**

La sensibilité horizontale est **0,5 ms/div.**

1°) Faire le schéma du montage du circuit qui permet cette visualisation.

2°) Montrer que la courbe (I) correspond à **u(t).**

3°)

a- Quelle est la nature du circuit ?

b- Ecrire l'expression **i (t)** de l'intensité du courant.

c- Quelle est l'indication de l'ampèremètre.

4°)

a- Faire la construction de Fresnel relative aux tensions maximales. **(Echelle : 1cm représente 1V).**

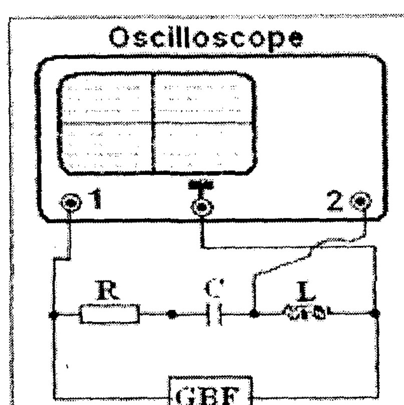
b- En déduire la résistance **r** et l'inductance **L.** de la bobine.

5°) Etablir l'expression de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine.

6°) Calculer l'énergie électrique consommée chaque minute.

II- On réalise le circuit électrique suivant avec **R = 100 Ω** et **C= 4μF.** La bobine a une inductance **L** et une résistance négligeable. La tension aux bornes du GBF est :

$u(t) = U_m.\sin 2\pi Nt$ avec $U_m = 5V$.



1°) Quelles sont les tensions visualisées sur l'écran de l'oscilloscope.

2°) Pour une fréquence N de la tension **u(t)** aux bornes du GBF, on observe sur l'écran l'oscillogramme de la figure 2. La sensibilité verticale est la même pour les 2 voies.

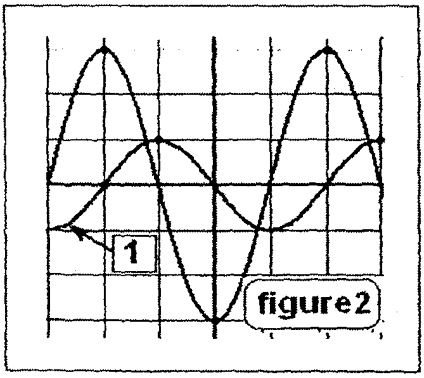
a- Montrer que la courbe (1) correspond à u(t). Quelle est la nature du circuit ?

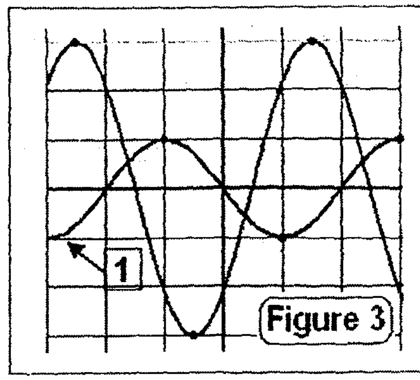
b- Calculer l'intensité maximale du courant dans le circuit.

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

d- Déterminer les valeurs de **N** et **L**

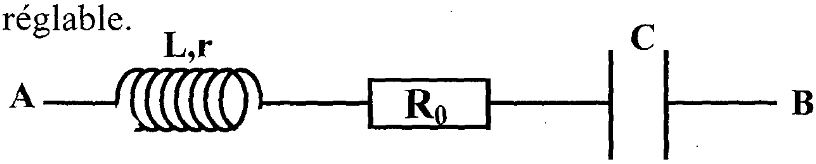
3°) On fait varier **R** et **C** en gardant la même fréquence **N** et les mêmes sensibilités de l'oscilloscope. On obtient l'oscillogramme de la **figure 3**. Dans quel sens a-t-on varié ces deux grandeurs ? Justifier la réponse sans calcul.





Exercice N°4:

Une portion de circuit AB comporte en série un résistor de résistance $\mathbf{R_0 = 20\Omega}$, une bobine de résistance $\mathbf{r = 10\ \Omega}$ et d'inductance $\mathbf{L = 4.10^{-2}\ H}$ et un condensateur de capacité $\mathbf{C = 16\mu F}$. Dans tout l'exercice cette portion est excitée par un générateur BF qui délivre une tension sinusoïdale $\mathbf{u = U\sqrt{2}\sin\omega_e t}$ avec $\mathbf{U = 12V}$ et ω_e réglable.



1°)Pour une valeur ω_1 de la pulsation ω_e l'intensité efficace prend sa valeur maximale $\mathbf{I_1}$.

a-Montrer que la valeur de l'impédance électrique de la portion AB est $\mathbf{Z_1 = 30\Omega}$.

b-Calculer ω_1 et I_1.

c- Y-a-t-if phénomène de surtension ? justifier.

d-Etablir les expressions des tensions $\mathbf{u_c(t)}$ et $\mathbf{u_b(t)}$ respectivement aux bornes du condensateur et de la bobine.

On observe sur un oscilloscope bicourbe les tensions u(t) sur la **voie X** et $u_c(t)$ sur la **voie Y**. Compléter le schéma de la figure 2 de la page a remettre en indiquant les éléments de la portion du circuit AB et les connexions aux bornes de l'oscilloscope permettant cette visualisation .

2°)On règle la pulsation ω_e à une valeur ω_2: le décalage horaire entre les courbes **u(t)** et $\mathbf{u_c(t)}$ devient inférieur à $\mathbf{\frac{T_0}{4}}$.

a- Montrer que le circuit est capacitif.

b- L'intensité efficace du courant est $\mathbf{I_2 = O{,}32A}$. Calculer l'impédance $\mathbf{Z_2}$ de la portion AB et déduire que ω_2 est égale à $\mathbf{10^3 rad.s^{-1}}$.

c- Calculer le facteur de puissance de la portion AB et établir l'expression de $\mathbf{u_{R_0}(t)}$.

d- Calculer la puissance moyenne consommée par AB pendant une période.

e- Sur <u>la **figure 3**</u> on à représenter les deux vecteurs de Fresnel correspondants aux impédances $\mathbf{Z_2}$ et **R+r.** Compléter à l'échelle cette construction en traçant les vecteurs relatifs aux impédances.

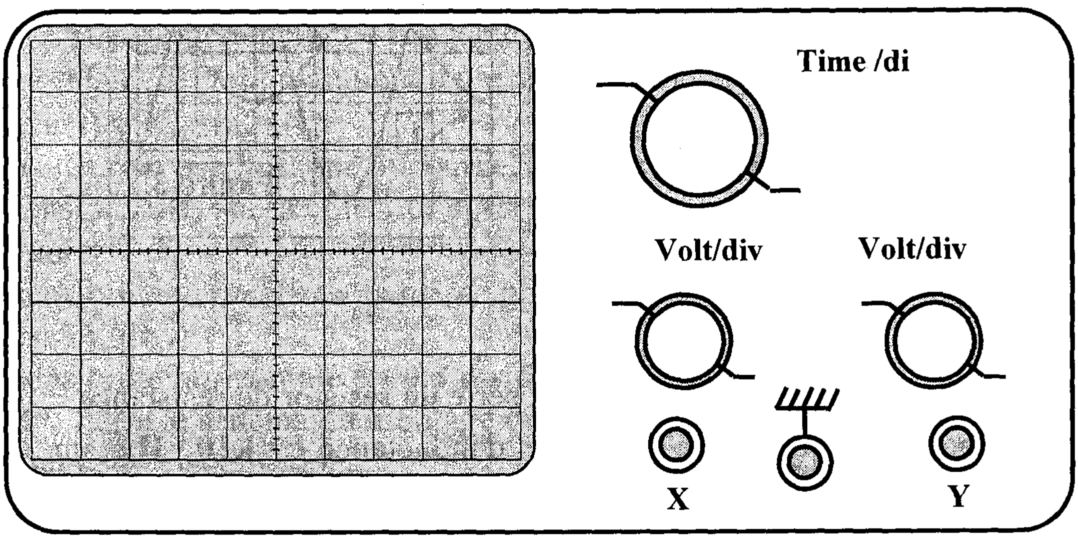


Figure 2

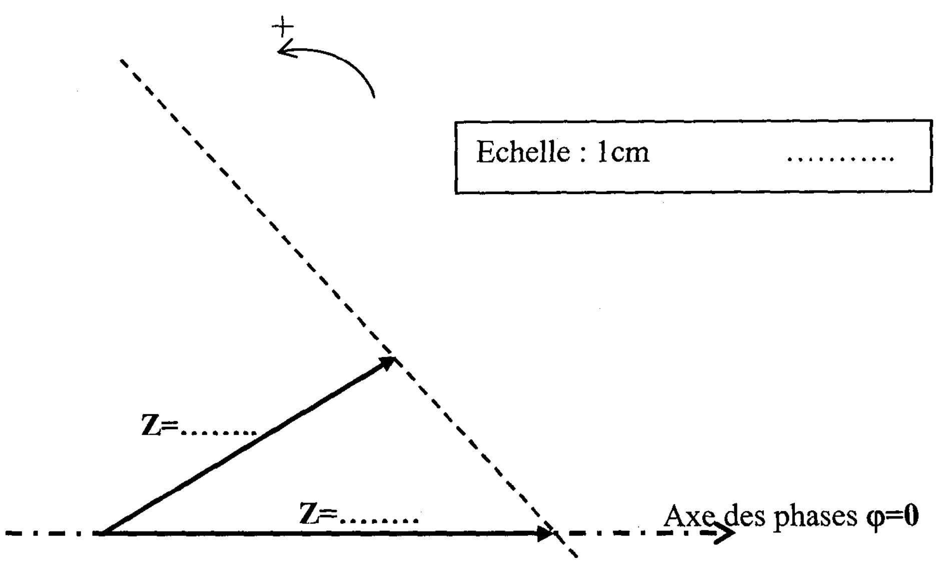


Figure 3

Exercice N°5 :

On monte en série, un résistor de résistance **R = 10 Ω,** une bobine d'inductance **L=0.6H** et de résistance **r** et un condensateur de capacité **C (Fig1)**.

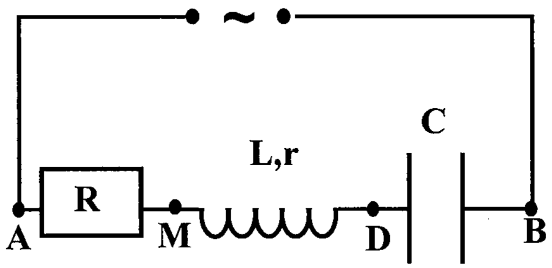


Figure 1

On applique entre **A** et **B** une tension alternative sinusoïdale:

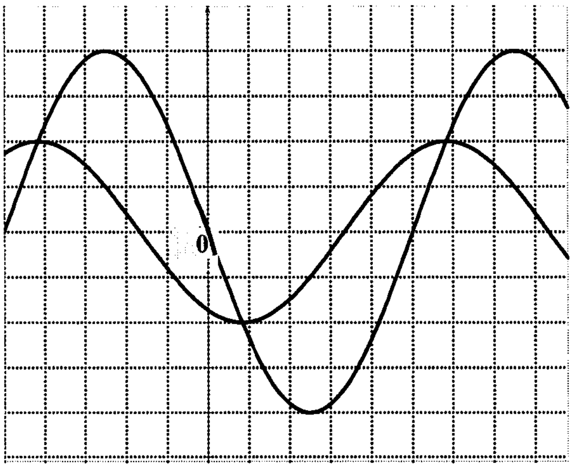
$u_{AB}(t) = u(t) = U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ de fréquence **N** réglable.

A l'aide de l'oscilloscope bi courbe on observe les tensions $u_R(t)$ aux bornes du résistor et **u(t)** aux bornes de l'ensemble. Les réglages de l'oscilloscope sont:

-Balayage horizontal: **0,5 ms/ div.**

-sensibilité verticale: **Courbe u(t): 1 V/div.**

Courbe $u_R(t)$: 0,5V/div.



1°) Reproduire le schéma du circuit et préciser les branchements a l'oscilloscope

2°) Déterminer à partir des courbes:

a- La fréquence $N = N_1$ de la tension d'alimentation

b-

- Le déphasage de l'intensité **i(t)** par rapport à **u(t)**
- Préciser l'état du circuit

3°) Déterminer les expressions de u (t) et i (t) en fonction du temps.

4°)

a- Faire la construction de Fresnel pour les tensions maximales

b- Déduire les valeurs de la résistance r et celle de la capacité C

5°) On ajuste la fréquence N à une nouvelle valeur N2 et on relève les tensions maximales suivantes:

$\mathbf{U_{AB})_m = Um = 4\ V\ ;\ U_{AM})_m = 2\ V\ ;\ U_{MB})_m = 2\ V}$

a- Montrer que le circuit est, dans ces conditions, en résonance d'intensité. Calculer alors l'intensité efficace L du courant.

b- Donner l'expression de i(t) en fonction du temps.

c- Calculer l'énergie consommée par le circuit pendant une période

d- Montrer que l'énergie E de l'oscillateur reste constante pour cette fréquence N_2. Calculer sa valeur

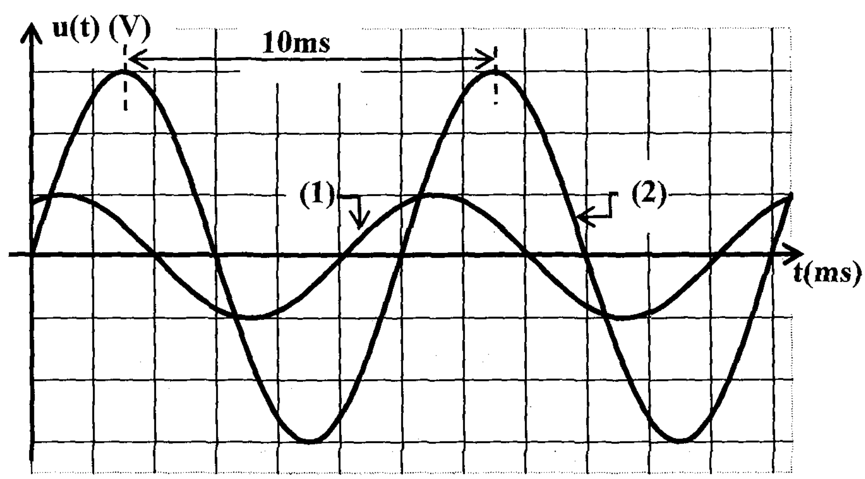
Exercice N°6 :

Une portion de circuit MN contient associés en série, un résistor R, une bobine d'inductance $L = 5.10^{-2}$Het de résistance négligeable et un condensateur de capacité C.

A la portion MN on applique une tension alternative sinusoïdale

$\mathbf{u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)}$.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe on visualise les tensions $u_s(t)$ aux bornes de la bobine et u(t) entre MN, on obtient les oscillogrammes de la figure suivante.



1°) Faire le schéma du montage qui permet d'obtenir les courbes précédentes. En indiquant les connections nécessaires entre le circuit électrique et l'oscilloscope.

2°) Monter que la courbe (2) correspond à u(t) en justifiant la réponse.

3°) Déterminer :

a-La fréquence N de la tension excitatrice.

b- Les valeurs maximales de u(t) et de u_B (t) sachant que les sensibilités verticales sont: - Courbe (1) : 10 V/div - Courbe (2) : 2 V/div.

4°) En déduire les valeurs de :
- L'intensité maximale du courant.
- L'impédance électrique du circuit (R, L..C).
- du déphasage de la tension u(t) par rapport a $u_B(t)$

5°)

a- Calculer le déphasage entre i(t) et $u_B(t)$ est montrer que $(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{\pi}{6}$

b- En déduire le caractère du circuit : inductif, capacité ou résistif.

c- Calculer la valeur de R.

d- En déduire la valeur de C.

6°) On fait varier la fréquence N de la tension excitatrice jusqu'à la résonance d'intensité.

a- Quelle est la relation entre N et N_0 (fréquence propre de l'oscillateur) ? Calculer N_o.

b- Montrer que dans ces conditions les tensions u(t) et $u_B(t)$ deviennent en quadrature de phase,

c- Quelles sont les indications d'un ampèremètre inséré en série dans le circuit et d'un voltmètre aux bornes de l'ensemble condensateur et bobine.

Exercice N°7 :

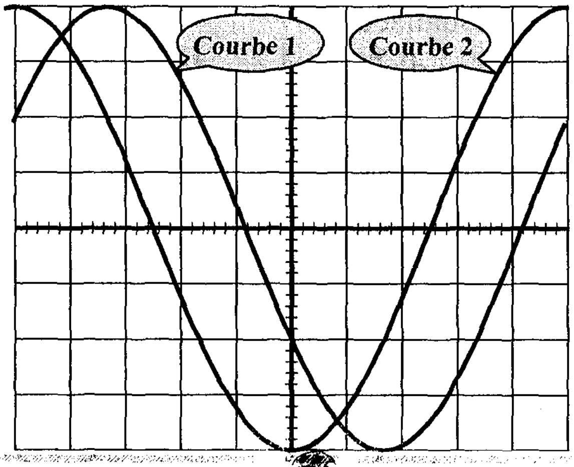
Un circuit **RLC** est constitué d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** en série avec un condensateur de capacité **C=42,5µF** et un résistor de résistance **R=10Ω**. Le circuit est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de fréquence variable N : $u(t)=U_m \sin(2\pi N.t + \varphi_u)$.

A l'aide d'un oscilloscope bi courbe, en visualise :
- sur la **voie 1** la tension aux bornes du circuit
- sur la **voie 2** la tension aux bornes du condensateur

$u_c(t)= U_{cm} \sin(2\pi N.t + \varphi_{uc})$.

Pour une fréquence N on observe l'oscillogramme :

1°) faire le schéma du montage avec les connexions nécessaires à l'oscilloscope de manière à pouvoir visualiser les tensions **u(t)** et $u_c(t)$: voir figure.



2°) Les calibres utilisés à l'oscilloscope sont :
2ms/ division et **2v / division** pour les deux voies
A partir de l'oscillogramme, déterminer
- la fréquence **N**
- les valeurs des tensions maximales $\mathbf{U_m}$ et $\mathbf{U_{cm}}$

Identifier les courbes **1** et **2** aux tensions visualisées ;
3°) Montrer que la tension $\mathbf{u_c(t)}$ est en retard de phase **π/3** sur la tension **u(t)**
Déduire alors la valeur du déphasage Δφ entre la tension **u(t)** et l'intensité **i(t)**
Dire si ce circuit est inductif, capacitif ou en résonance d'intensité ?
Calculer Im et en déduire l'impédance **Z** du circuit.
4°)en utilisant la construction de Fresnel calculer la résistance r et l'inductance L de la bobine.
5°) Faut il augmenter ou diminuer la fréquence N de u(t) pour obtenir résonance d'intensité ? Justifier.

Exercice N°8 :

Un générateur donnant une tension alternative **u(t)** sinusoïdale est associé en série avec un résistor **R**, une bobine non résistive d'inductance (**L**) un condensateur de capacité (**C**) et un ampèremètre.

On visualise les tensions $\mathbf{u_l}$ aux bornes de la bobine et **u** aux bornes de l'ensemble (**R, L, C**) à l'aide d'un oscilloscope.

1°) Faire le schéma du circuit en précisant le branchement de l'oscilloscope

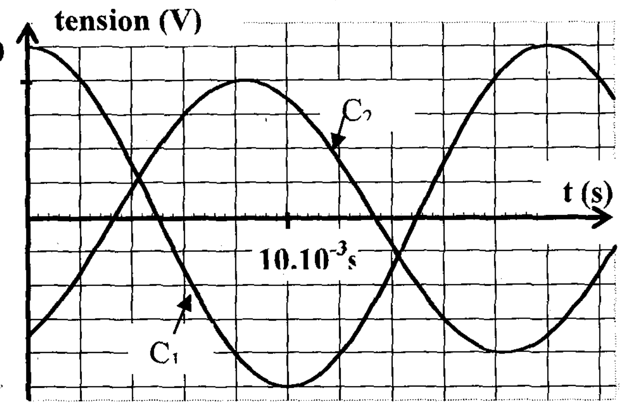
2°)L'ampèremètre indique une valeur **I = 0,6 A** et on observe sur l'écran les courbes suivantes

a- déterminer la pulsation du générateur et le déphasage entre les tensions visualisées

b- établir l'équation différentielle donnant **i(t)**

c- a l'aide des résultats du **2) a)** faire la construction de Fresnel relative à ce circuit en fonction de $\mathbf{U_{Lmax}}$, $\mathbf{U_{Rmax}}$ et $\mathbf{U_{max}}$. vérifier que le circuit dans ce cas est capacitif, identifier les tensions visualisées.

d- a l'aide de la construction de Fresnel des deux courbes déterminer **R, L, C, u(t) et $\mathbf{u_c(t)}$**



3°) En faisant varier ω on remarque que pour une valeur ω_1 les deux courbes sont en quadrature de phase

a- faire la construction de Fresnel correspondante

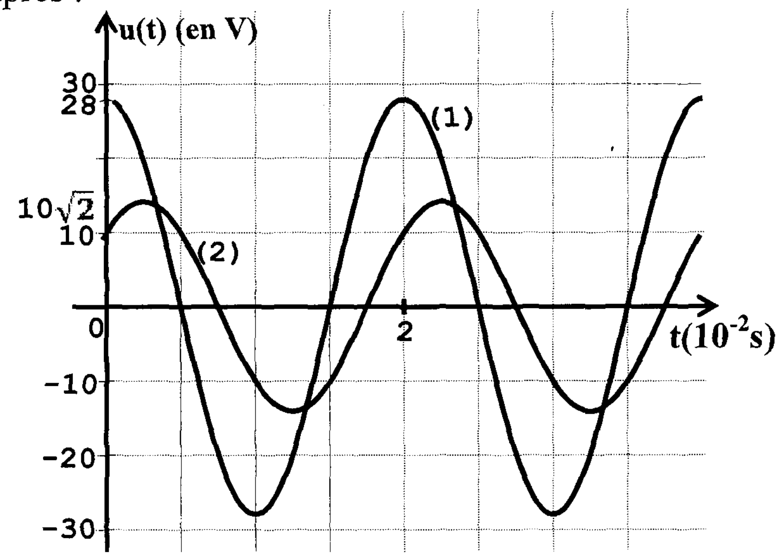
b- Calculer ω_1 et exprimer **i(t)**

Exercice N°9 :

Un résistor de résistance **R = 20 Ω** et un condensateur de capacité **C = 50 µF** sont branchés avec un dipôle D inconnu (**r,L ou r,C'**). L'ensemble est alimenté par une tension alternative $\mathbf{u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_u)}$

La puissance moyenne consommée par le dipôle **D** est **P = 2 watt**.

Sur un oscilloscope bicourbe on visualise $u_R(t)$ et **u(t)** on observe les courbes de la figure ci-après :



1°)

a- Justifier laquelle des courbes est $\mathbf{u_R(t)}$.

b- Quelle est la nature du dipôle **D** ? Justifier.

c- Donner les caractéristiques (**r et L ou C'**) de **D**.

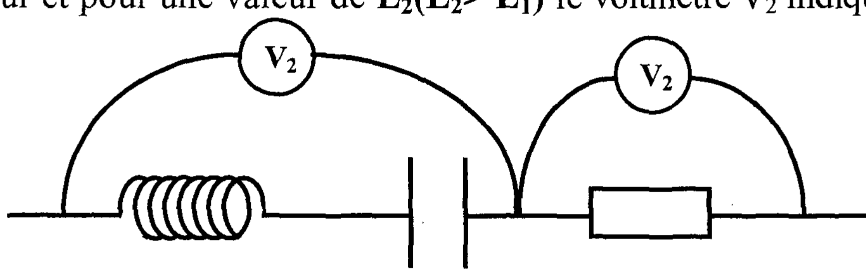
2°)

a- Donner les expressions de **u(t)** et **i(t).**

b- Faire la construction de Fresnel correspondante.

c- Donner l'expression de $\mathbf{u_D(t)}$.

3°) On remplace le dipôle **D** par une bobine d'inductance **L** variable et de résistance négligeable. Pour une valeur $\mathbf{L_1}$ de **L** les deux voltmètres indiquent la même valeur et pour une valeur de $\mathbf{L_2 (L_2 > L_1)}$ le voltmètre V_2 indique **0V.**



a- Que peut-on dire de l'état du circuit pour $\mathbf{L = L_2}$? Déterminer $\mathbf{L_2}$ Qu'observe-t-on dans ce cas sur l'écran de l'oscilloscope ?

b- Pour $\mathbf{L = L_1}$ préciser la nature du circuit. Calculer $\mathbf{L_1}$

Exercice N°10 :

Le circuit électrique de la **figure-1** comporte en série :

- Un résistor (**R**) de résistance **R = 80Ω,**
- Une bobine (**B**) d'inductance **L** et de résistance propre **r** .
- Un condensateur (**C**) de capacité **C = 11,5 µF** .

Un générateur (**G**) impose aux bornes **D** et **M** de **F** ensemble **{(R), (B), (C)}**

Une tension alternative sinusoïdale **u(t) =** $U_{DM}\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$ de fréquence **N** réglable et de valeur efficace U_{DM} constante .

Un voltmètre (V_1) branché aux bornes **D** et **N** de l'ensemble **{(B). (C)}** mesure la valeur de la tension efficace U_{DN}.

Un voltmètre (V_2) branché aux bornes **N et M** de (**R**) mesure la valeur de la tension efficace U_{NM}.

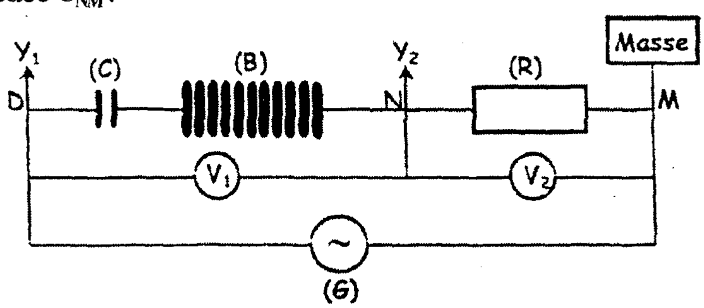


Figure-1

Lorsqu'on ajuste la fréquence N à la valeur 50 Hz, un oscillographe bi courbe à deux entrées Y_1 et Y_2 convenablement branché sur le circuit électrique (figure-2) fournit deux oscillogrammes (S) et (S') représentés sur la figure-2 .

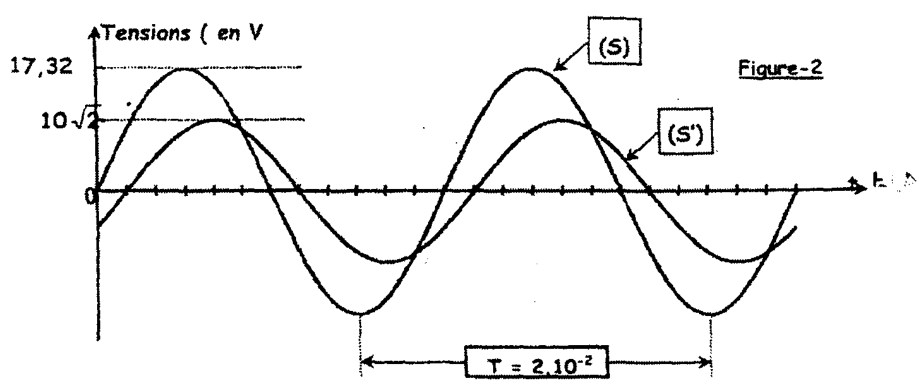


Figure-2

1°) En utilisant les oscillogrammes de la figure-2 :

a- Montrer que l'oscillogramme **(S)** correspond à la tension **u(t)**.

A quoi correspond l'oscillogramme **(S')** ?

Quelle grandeur électrique, autre que la tension, peut être déterminée à partir de l'oscillogramme **(S')** ?

b- Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_u - \varphi_i)$ de la tension **u(t)** par rapport au courant $\mathbf{i(t) = I_e\sqrt{2}sin(2\pi in +\quad)}$ qui parcourt le circuit électrique alimenté par le générateur (G).

Déduire si ce circuit électrique est inductif, capacitif ou résistif.

c- Préciser la valeur de l'amplitude et de la phase de u(t) et de i(t).

2°) L'équation reliant $\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}$, sa dérivée première $\dfrac{\mathbf{d}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}}{\mathbf{dt}}$ et sa primitive $\int \boldsymbol{i}\mathbf{(t)dt}$ est : $\mathbf{R}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)} + \mathbf{r}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)} + \mathbf{L}\dfrac{\mathbf{d}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}}{\mathbf{dt}} + \dfrac{1}{C}\int \boldsymbol{i}\mathbf{(t)dt} = \mathbf{u(t)}$

Nous avons tracé deux constructions de Fresnel incomplètes (fig 3.a et fig 3.b)

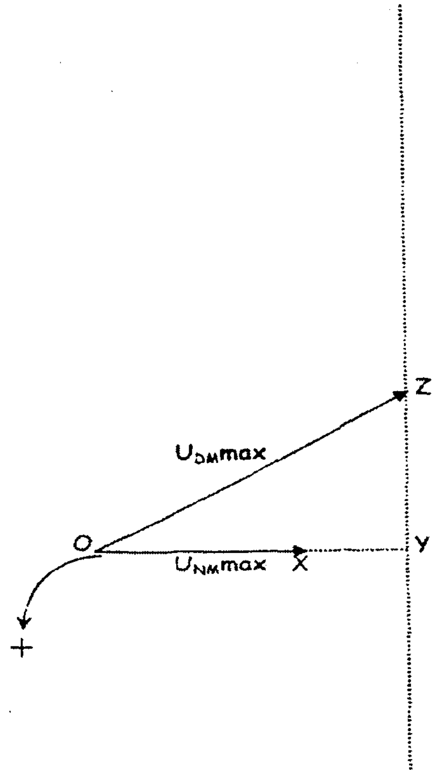


Figure-3-a

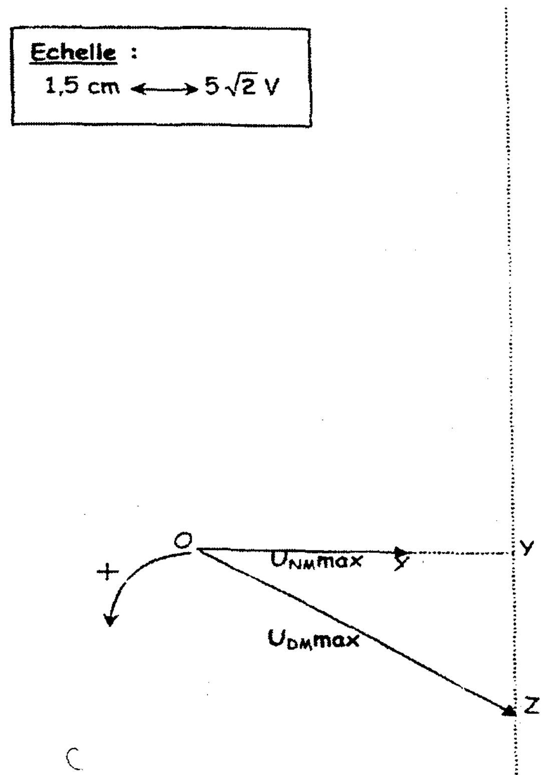


Figure-3-b

a- Montrer, en le justifiant, laquelle parmi ces deux constructions celle qui correspond à l'équation décrivant le circuit.

b- Compléter la construction de Fresnel choisie en traçant, dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée, les vecteurs de Fresnel représentant $\mathbf{r}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}$, $\dfrac{1}{C}\int \boldsymbol{i}\mathbf{(t)dt}$ et $\mathbf{L}\dfrac{\mathbf{d}\boldsymbol{i}\mathbf{(t)}}{\mathbf{dt}}$.

c- En déduire la valeur de **r** et **L**. Déterminer la tension instantanée $\mathbf{u_{DN}(t)}$.

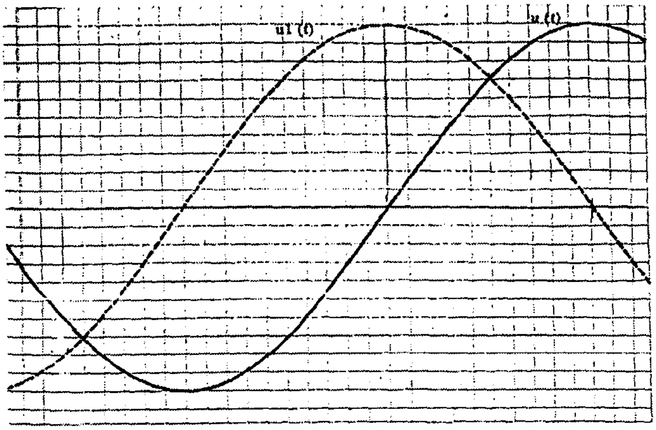
3°) Donner l'expression de l'amplitude Imax de l'intensité instantanée du courant électrique en fonction de $\mathbf{U_{DMmax}}$, **R, r, L, C** et **N**. En déduire l'expression de l'amplitude Q_{max} de la charge instantanée du condensateur en fonction des mêmes données.

Exercice N°11 :

Une portion de circuit **AB** contient, associés en série, un résistor de résistance **R** un condensateur de capacité **C** et une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**.

Entre **A** et **B** on applique une tension alternative sinusoïdale $\mathbf{u(t) = U_m \sin (2\pi Nt + \varphi_u)}$.

On visualise à l'oscilloscope bi courbe les tensions $\mathbf{u_1(t)}$ aux bornes de l'ensemble (résistor et bobine) et $\mathbf{u(t)}$ aux bornes de **AB**, on obtient l'oscillogramme suivant:



On donne les sensibilités: verticale **2,5 V/div** et horizontale $\mathbf{0.2.\pi .10^{-3}}$ **s /div**.

1°) Donner le schéma du montage permettant de visualiser les deux tensions $\mathbf{u_1(t)}$ **et** $\mathbf{u(t)}$ en précisant le mode de branchement de l'oscilloscope.

2°)A partir de l'oscillogramme déterminer :

a- Les valeurs maximales de $\mathbf{u_1(t)}$ **et** $\mathbf{u(t)}$.

b- La période de l'excitateur. Déduire la valeur de la pulsation ω de l'excitateur.

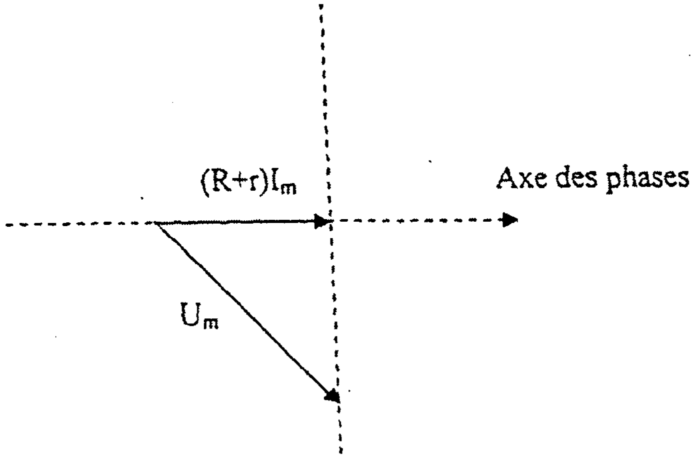
c- Le déphasage $\Delta\varphi$ entre la tension $\mathbf{u_1(t)}$ **et** $\mathbf{u\ (t)}$.

d- Sachant que $\varphi_u = -\dfrac{\pi}{4}\mathbf{rad}$, déduire la valeur φ_{u_1} de la phase de $\mathbf{u_1(t)}$.

3°)

a- Etablir l'équation différentielle relative au courant $\boldsymbol{i}$**(t)**. La solution de cette équation est $\mathbf{i(t) = I_m \sin (27\pi Nt)}$.

b- Reproduire et compléter la construction de Fresnel en représentant les vecteurs associés à :



c- Montrer que **$L\omega = R + r$**.

d- Sachant que **$L = 1H$**, déterminer : la résistance du circuit **(R+r)**, l'intensité maximale Im et la capacité C.

4°)On maintient Um fixe et on fait varier la pulsation ω jusqu'à obtenir une intensité maximale du courant.

a- déterminer la valeur de cette pulsation

b- calculer la valeur de l'intensité efficace

c- la puissance moyenne dissipée par le résistor est P= 1,2W. déterminer R et déduire r.

Correction

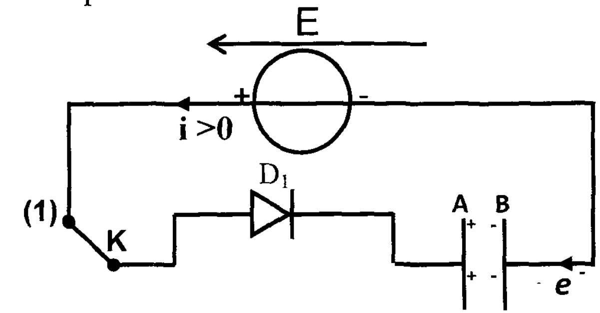
A- Physique

Thème -1- Evolutions des systèmes électriques

Chapitre 1 : Dipôle RC

<u>Exercice N° 1 :</u>

I-K en position 1 :



1°) D_1 s'allume puis s'éteint.

2°) Un courant bref apparaît dû au circulation de l'ensemble d'électrons du pôle négatif du générateur vers l'armature B , et de l'armature A vers le pôle positif jusqu'à que le potentiel de B soit égal à celui du pôle négatif ; et le potentiel A est égal à celui du pôle positif. Quand $u_{AB} = E$, ce déplacement cesse en créant ainsi une charge q_A □ 0 et $\mathbf{q_B}$ □ **0** **avec $q_A = - q_B$.**

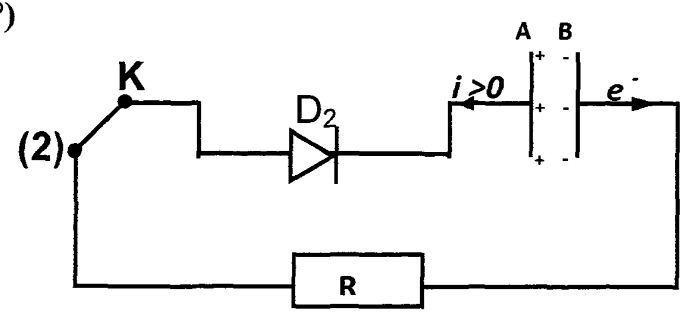
On dit que le condensateur est chargé.

3°) $q_A = - q_B = c \times u_c = C \times E = 50 . 10^{-6} \times 9$

⇔ $q_A = 45.10^{-5}$ C et $q_B = - 45.10^{-5}$ C

II-

1°)



D2 s'allume puis s'éteint.

2°) Au cours de la décharge i □ 0.

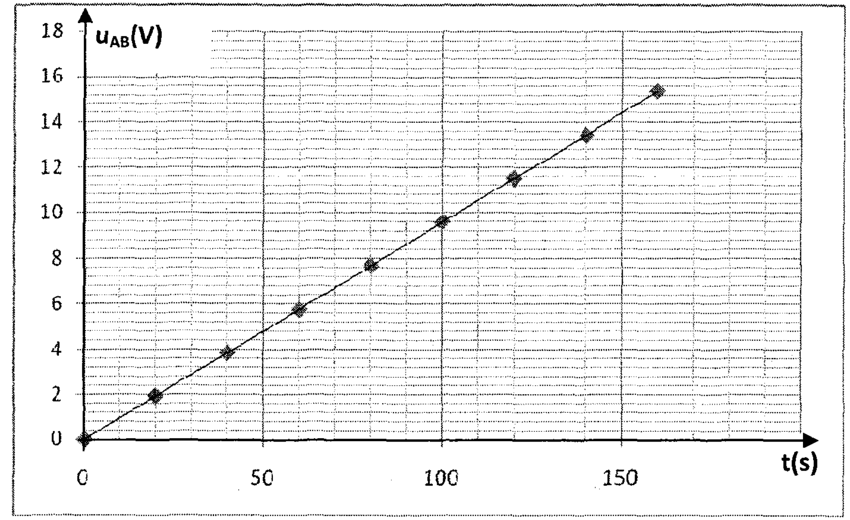
3°) Un courant bref apparaît dû à la circulation d'électrons de l'armature negative **B** vers l'armature positive **A** à travers le résistor **R** jusqu'à ce que les armatures deviennent neutres. On dit que le condensateur devient déchargé.

Exercice N° 2 :

1°) On a $\mathbf{u_{AB}} = \dfrac{\mathbf{q}}{\mathbf{C}}$

Or $\mathbf{q = I \times t}$ alors $\mathbf{u_{AB}} = \dfrac{\mathbf{I \times t}}{\mathbf{C}}$

2°) $u_{AB} = f(t)$



3°) La courbe $U_{AB} = f(t)$ est un segment de droit qui passe par l'origine, d'équation : $u_{AB} = k \times t$

Avec $\mathbf{K = pente = \dfrac{\Delta u}{\Delta t}} = \dfrac{9{,}6 - 5{,}75}{100 - 60} \Leftrightarrow \mathbf{K = 9{,}6 \cdot 10^{-2}\ V.s^{-1}}$

$\Rightarrow \mathbf{u_{AB} = 9{,}62 \cdot 10^{-2} \times t}$ (1)

Or $\mathbf{u_{AB}} = \dfrac{\mathbf{I}}{\mathbf{C}} \times \mathbf{t}$ (2)

Alors, par identification de 1 et 2

$\mathbf{\dfrac{I}{C} = 9{,}62.10^{-2} \Leftrightarrow C = \dfrac{I}{9{,}62.10^{-2}} \Rightarrow C = \dfrac{0{,}5.10^{-2}}{9{,}62.10^{-2}} = 5{,}19.10^{-3}\,F}$

Exercice N° 3 :

1°)

$$\left.\begin{aligned} u_{AB} &= \frac{q}{C} \\ \text{et } q &= I \times t \end{aligned}\right\} \Leftrightarrow u_{AB} = \frac{I \times t}{C}$$

2°) $I = 10\ \mu A$

On aura $C = \frac{I \times t}{u_{AB}} = \frac{10.10^{-6} \times 7{,}2}{6} = 1{,}2.10^{-5}\,F = 12\,\mu F$

3°) $E_c = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q}{C}\right)^2 = \frac{1}{2} x \frac{q^2}{C} \Leftrightarrow E_c = \frac{1}{2} x$ $12 . 10^{-6} x 6^2$

$\Leftrightarrow E_c = 216 . 10^{-6}\ J$

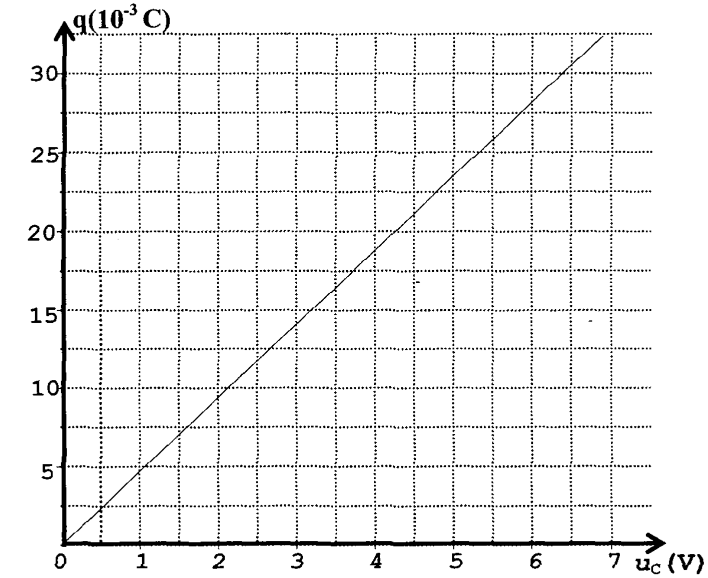
Exercice N° 4:

1°) $q = I.t$

2°)

u_c (V)	0	1	2	3	4	5	6
t (s)	0	4,5	9,5	14	19	23	28
q (10^{-3} c)	0	4,5	9,5	14	19	23	28

3°) $q = f(u_c)$



4°) La courbe $q = f(u_c)$ est un segment de droite d'éq:

$q = k x u_c$

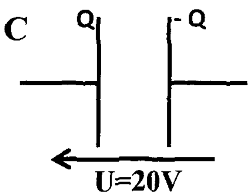
5°) Avec k = pente = $\frac{\Delta q}{\Delta u_C} = 4{,}5 . 10^{-3}\ C.V^{-1}$

Or $q = C.u_c$ alors, par identification

$C = 4{,}5 . 10^{-3} = 4500\ \mu F$

Exercice N° 5 :

1°) $Q = C.U \Leftrightarrow Q = 20 \times 10.10^{-6} = 2.10^{-4} C$



2°) $E_c = \frac{1}{2} CU^2$

$\Leftrightarrow E_c = \frac{1}{2} \times (20)^2 \times 10 . 10^{-6} \Leftrightarrow E_c = 2 . 10^{-3} J$

3°) On a : $C = \varepsilon.\frac{S}{e}$ et $C' = \varepsilon.\frac{S}{e'} = \frac{S}{e/2}$ donc

$C' = 2.\varepsilon.\frac{S}{e}$ d'où C' =2C.

$E_c' = \frac{1}{2} C'U^2 = 2E_c \Rightarrow E'_c = 4.10^{-3} J$

Exercice N° 6 :

1°) En fermant le k en position 1, un ensemble d'électrons circule du pôle **(-)** du générateur vers l'armature B et de l'armature A vers le pôle (+), cette circulation cesse lorsque $u_c = E$, en créant ainsi q_A □ 0 et q_B □ 0.

d'après l'allure de la courbe u_{AB} croit progressivement vers E.

pour **t □ 80 µs**, le régime est dit transitoire
pour **t □ 80 µs**, le régime est permanent.

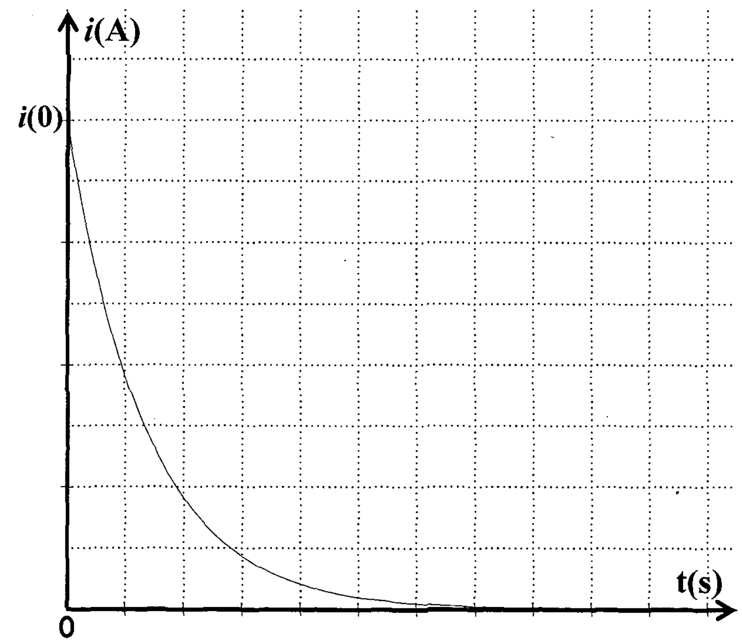
2°) Loi de mailles :

$u_R + u_c = E$

À $t = 0$: $u_c = 0$ et $u_R = E \Leftrightarrow R.i(0) = E$

$\Leftrightarrow i(0) = \frac{E}{R} = 0.1 A$

À $t = \infty$: $u_c = E$ et $u_R = 0 \Rightarrow i = 0$



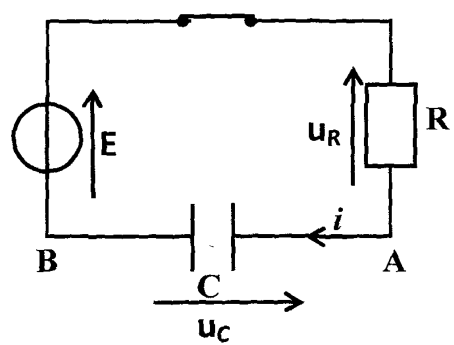
3°)

a- D'après la méthode de la tangente à la courbe à t=0s
$\tau = 13{,}5\mu s$

b- $\tau = RC \Rightarrow C = \dfrac{\tau}{R} = \dfrac{13{,}5.10^{-6}}{20} = 0{,}675.10^{-6}F$

Exercice N° 7 :

1°)



2°) Loi des Mailles :

$u_c + u_R - E = 0 \Rightarrow u_c + u_R = E$

or $i = \dfrac{dq}{dt} = C.\dfrac{du_{AB}}{dt}$ donc $u_R = RC.\dfrac{du_{AB}}{dt}$ et $u_{AB} = u_C$

d'où $u_C + R.C\dfrac{du_C}{dt} = E$

3°)

a- $\dfrac{du_c}{dt} + \dfrac{u_C}{RC} = \dfrac{E}{RC}$

$u_C = E\,(1 - e^{-t/Rc}) = E - E\,.\,e^{-t/Rc}$

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}.e^{-t/RC} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC}.e^{-t/RC} = \frac{E}{RC}$$

b- $u_c\,(t=0) = E\,(1 - e^{-t/Rc})$

A $t = 0$ $\quad u_c = 0$

A $t = \infty$ $\quad u_c = E$

4°) $\tau = R.C$

$R = \dfrac{U}{I} \Rightarrow \dfrac{[V]}{[A]}$

$C = \dfrac{q}{u_C} \Rightarrow \dfrac{I.t}{u_C} \Rightarrow \dfrac{[A.s]}{[V]}$

$$\tau = RC \Rightarrow \frac{[V]}{[A]}\frac{[A.s]}{[V]} = \frac{[V]}{[A]}.\frac{[A]}{[V]}.[s] = [s]$$

La dimension de τ est la « seconde »
On l'appelle constante du temps.
Elle nous renseigne sur la durée de charge du condensateur à **63%** de sa charge maximale.

$\tau = RC = 6.10^{-3}\,s$

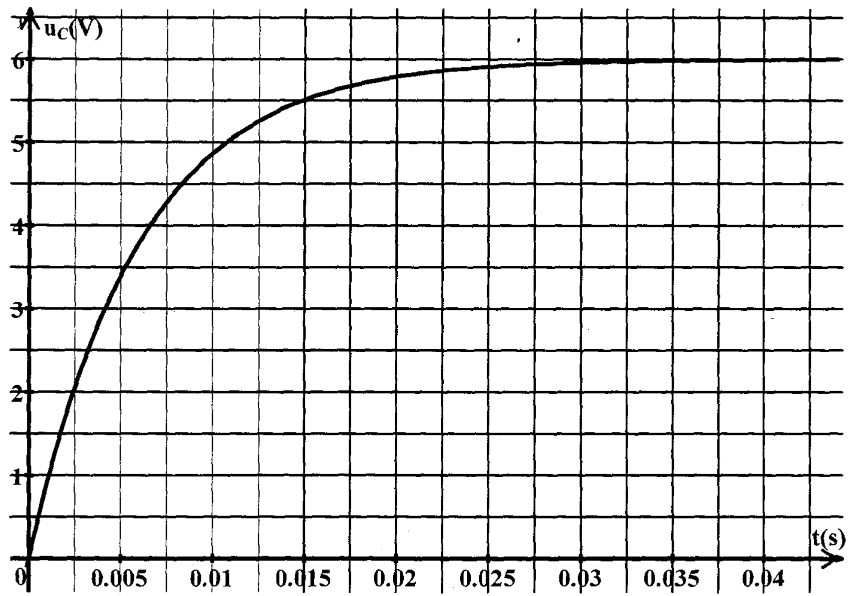
5°) $t = 6ms$ $u_c = 3{,}78$ V

$t = 10.ms$ $u_c = 4{,}86$ V

$t = 20$ m.s $u_c = 5{,}7$ V

$t = 30$ m.s $U_c = 5{,}94$ V

6°)

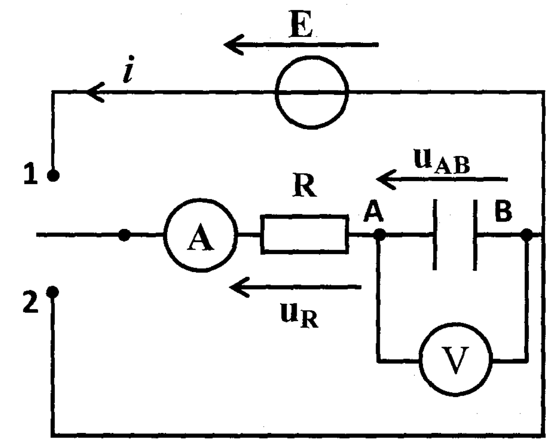


7°) $i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} = 1{,}2.10^{-3} e^{-\frac{t}{6.10^{-3}}}$ en A

Exercice N° 8 :

1°) Etant alimenté par un générateur en série avec un résistor Le condensateur se charge progressivement, l'armature A porte une charge positive q_A et **B** une charge negative q_B avec $q_A = - q_B$.

2°)



D'après la loi des Mailles :

$$u_{AB} + u_R = E$$
$$u_{AB} + Ri = E$$
$$u_{AB} + RC\frac{du_{AB}}{dt} = E \Rightarrow \frac{du_{AB}}{dt} + \frac{u_{AB}}{RC} = \frac{E}{RC}$$

3°) $u_{AB}(t) = k(1 - e^{-t})$

$$\frac{K(1-e^{-\alpha t})}{RC} + \frac{d(K(1-e^{-\alpha t})}{dt} = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{K(1-e^{-\alpha t})}{RC}+\alpha K e^{-\alpha t}=\frac{E}{RC}$$

$$\Rightarrow Ke^{-\alpha t}(\alpha-\frac{1}{RC})+\frac{K}{RC}=\frac{E}{RC}$$

Donc : $\begin{cases} -\frac{K}{RC}+\frac{E}{RC}=0 \Rightarrow K=E \\ \frac{1}{RC}-\alpha=0 \Rightarrow \alpha=\frac{1}{RC} \end{cases}$

$\Rightarrow u_{AB}(t)=E\,(1-e^{-t/RC})$

4°)

a- $\tau = RC$

$\tau = 10^3 \times 4,7\,.\,10^{-6} = 4,7.10^{-3}s$

$\Delta t \approx 5\tau = 5\times 4,7\,.\,10^{-3} = 23,5.10^{-3}s$

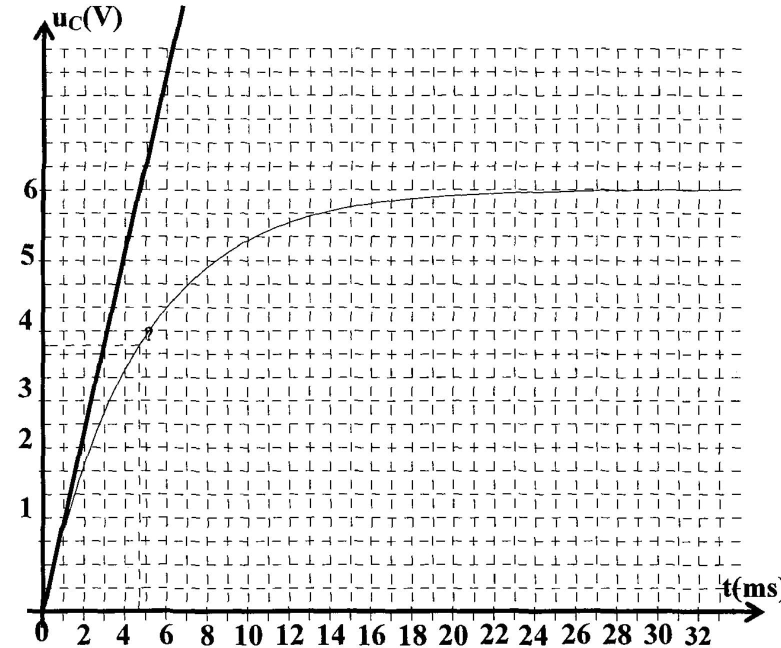
b-Le condensateur est considéré chargé complètement si :

$u_C = 0,99\,E \Rightarrow \quad 0,99\,E = E\,(1-e^{-\alpha t})$

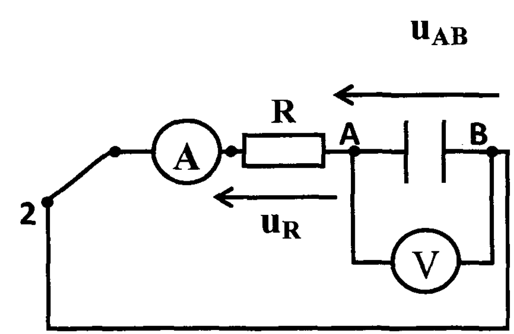
$\Rightarrow 1-e^{-\alpha t} = 0,99 e^{-\alpha t} = 0,01 \Rightarrow \ln e^{-\alpha t} = \ln 0,01$

$\Rightarrow -\frac{t}{\tau} = -4,6 \Rightarrow t = 4,6\tau$

La durée de la charge $\Delta t = 5\tau = 23,5.10^{-3}s$



5°)



a- d'après la loi des Mailles :

$$u_{AB} + u_R = 0 \Rightarrow u_{AB} + Ri = 0$$

$$\Rightarrow u_{AB} + RC\frac{du_{AB}}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{du_{AB}}{dt} + \frac{1}{RC}u_{AB} = 0$$

$$u_{AB}(t) = k.e^{-\alpha t}$$

À $t = 0$ s' $u_{AB}(0) = K = E$

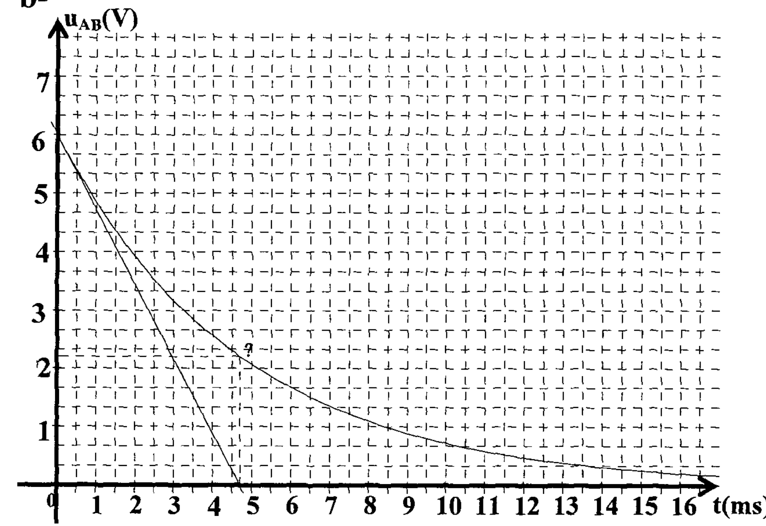
On remplace dans l'équation :

$$-Ke^{-\alpha t} + \frac{K}{RC}e^{-\alpha t} = 0 \Rightarrow Ke^{-\alpha t}\left(\frac{1}{RC} - \alpha\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{RC} - \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{RC}$$

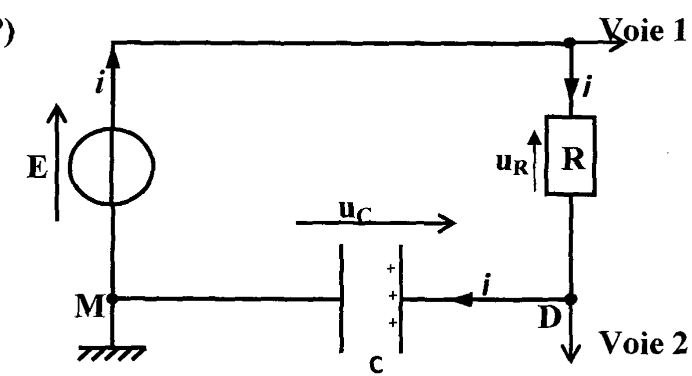
d'où $u_{AB}(t) = E.e^{-\frac{t}{RC}}$

b-



Exercice N° 9 :

1°)



Voie 1 : $U_G = E$
Voie 2 : u_C

2°)

- $t = 0$, **le condensateur est déchargé** $u_C = 0$

- t □ 0 u_C **croit exponentiellement vers E**

→ **c'est la courbe (B)**

3°) La durée de la charge est proportionnelle à R. Donc, pour charger moins vite le condensateur, on augmente R.

4°) Loi des mailles :

$u_R + u_C = E$

$u_R = Ri = R\frac{dq}{dt} = RC\frac{dU_C}{dt}$

$$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

5°) $u_C = E\,(1 - e^{-t/\tau}) = E - E\,e^{-t/\tau}$

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{-t/\tau}$$

$$RC\,\frac{du_C}{dt} + u_C = E \Rightarrow RC\,.\,\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} + E - E\,e^{-t/\tau} = E$$

$$\Rightarrow E\,(e^{-t/\tau})\,.\,(\frac{RC}{\tau} - 1) = 0 \Rightarrow \frac{RC}{\tau} - 1 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{RC}{\tau} = 1 \text{ donc } \tau = RC$$

6°) $t = \tau$ $\quad u_C = E\,(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{u_C}{E} = (1 - e^{-1}) = 0{,}63$

donc $u_C = 0{,}63.E = 0{,}63 \times 6 = 3{,}78$ V

D'après la courbe : $\tau = 1{,}2$ ms

7°) $t = 5\tau$

$u_C = E(1 - e^{-5\tau/\tau}) = 0{,}99$ E donc $\frac{u_C}{E} = 0{,}99$

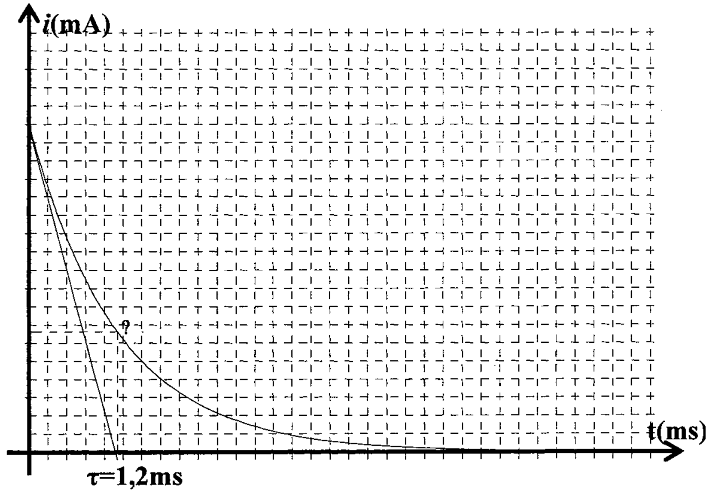
La condensateur est complètement chargé à 1% près donc la durée de la charge : $\Delta t = 5\tau = 5$ **ms**

8°)

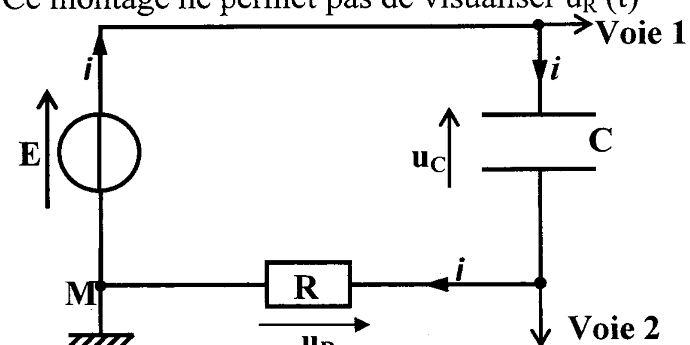
a- $i\,(t) = c\,\frac{dU_c}{dt} = \frac{CE}{\tau}\,e^{-t/\tau} = \frac{E}{R}\,e^{-t/\tau}$

b- À $t = 0$ $\quad i\,(0) = \frac{E}{R} = \frac{6}{500} = 1{,}2.\,10^{-3}$ A

À $t \rightarrow \infty$ $\quad i = 0$



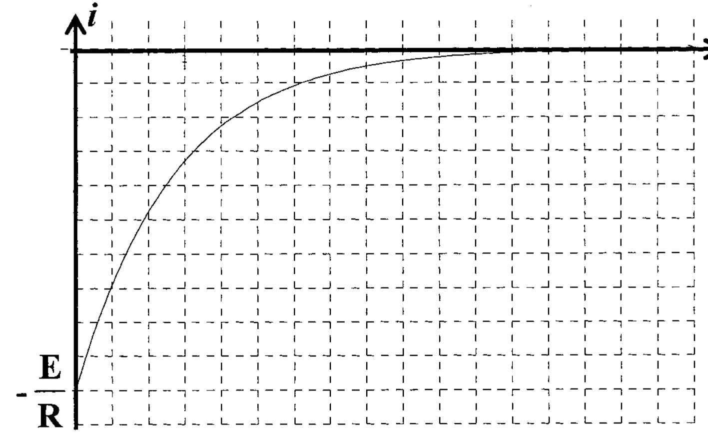
c- $\mathbf{u_R}$ **(t)= R.*i*(t)** d'ou $\mathbf{u_R}$ **(t)** permet de connaître ***i* (t)** ;
d- Ce montage ne permet pas de visualiser u_R (t)

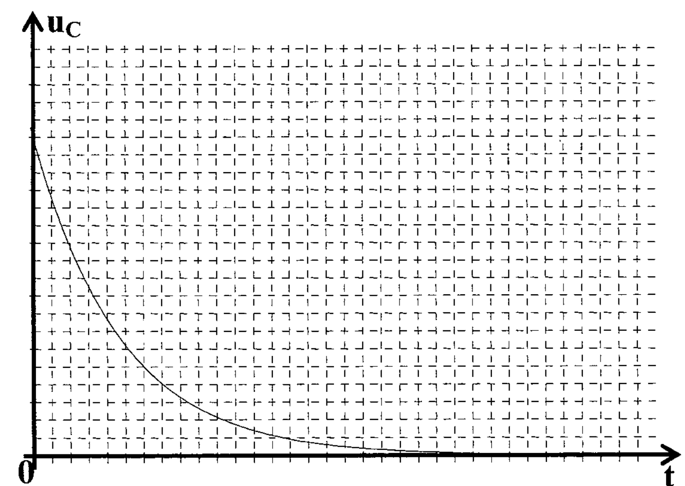


9°) $\mathbf{u_R + u_C = 0}$

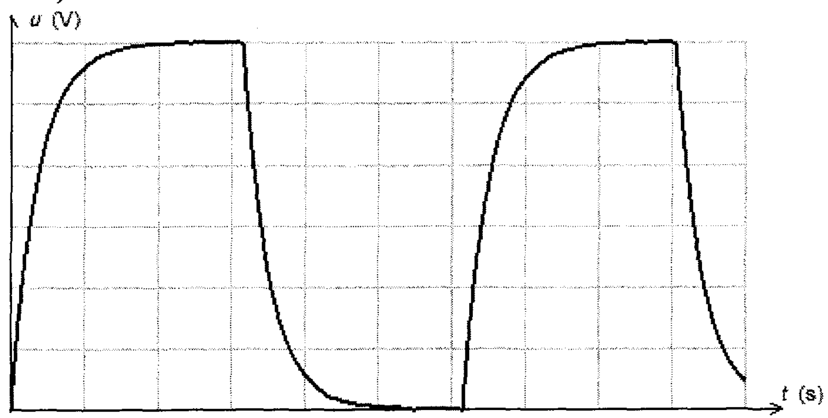
à t = 0 $\mathbf{u_C = E \Rightarrow u_R = -E = Ri\,(0)} \Rightarrow i(0) = -\dfrac{\mathbf{E}}{\mathbf{R}}$

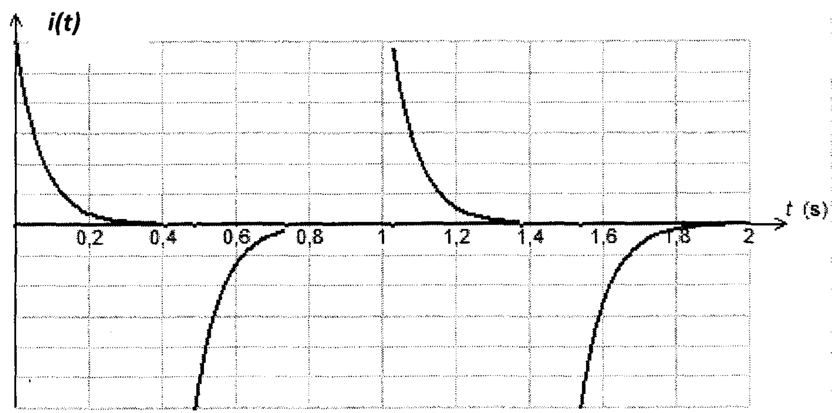
à t $\rightarrow \infty$ $\mathbf{u_C \rightarrow 0}$ **et** $\mathbf{u_R \rightarrow 0}$





10°)

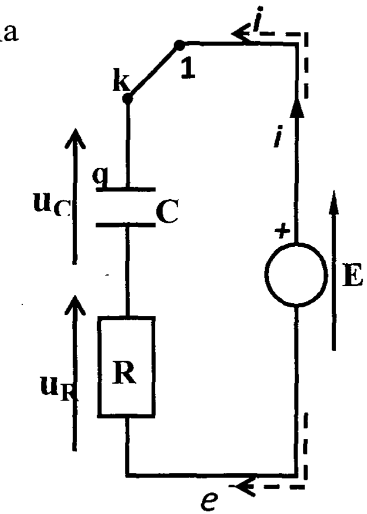




i(t) n'est pas une fonction continue

Exercice N° 10 :

1°) K est en position 1 c'est la charge du condensateur.



a-Loi des mailles :

$$u_C + u_R = E$$

$$\Rightarrow u_c + RC\frac{du_c}{dt} = E \quad (1)$$

b-La solution de cette équation est $u_C = a\,e^{-\alpha t} + b$, cherchons **a, α et b.**

- **A t = 0 : $u_C = 0 \Rightarrow$ a + b=0 ⇒ a = -b.**
- **(1) devient :**

$a\,e^{-\alpha t} + RC\,(-a\,\alpha\,e^{-\alpha t}) = E$ $a\,e^{-\alpha t}(1 - RC\,\alpha) + b = E$

D'où : **b = E = 6 V** et $\alpha = \dfrac{1}{RC} = \dfrac{1}{\tau} = 25\ s^{-1}$

(τ = RC = 40 ms)

Par suite : **a = - E =- 6v.**

D'où : $u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})$ ou $u_C(t) = 6\,(1 - e^{-25t})$

c- La charge est maximal lorsque $u_C = E \Rightarrow Q_m = CE = 6\mu C$.

d- A **t = 1 s □ 5 τ = 0,2 s**, c'est le régime permanent :

$\mathbf{u_C = E \Rightarrow U_R = 0}$ **et** $\mathbf{i = 0}$.

$\mathbf{E_e = 1/2\ CE^2 = 18\ \mu J}$.

▪ $\mathbf{q(t) = C\,u_c = CE\,(1 - e^{-t/\tau}) = Q_m\,(1 - e^{-t/\tau})}$

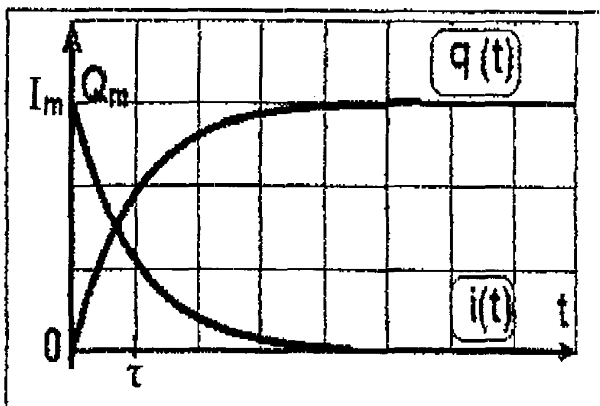
avec $\mathbf{Q_m = CE = 6\ \mu C}$.

q (t) est une exponentielle croissante de 0 à Q_m.

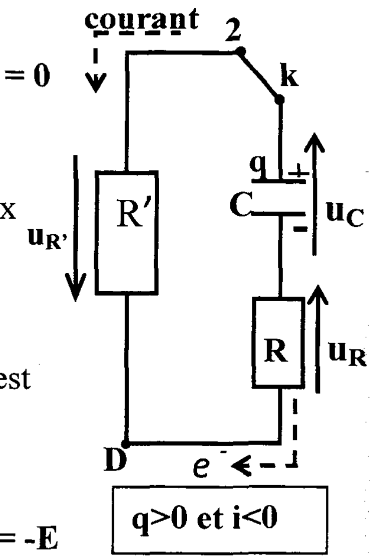
▪ $\mathbf{u_R(t) = E - u_C = E\,e^{-t/\tau} \Rightarrow i(t) = I_m\,e^{-t/\tau}}$ **avec**

$\mathbf{I_m = E/R = 1{,}5.10^{-4}\ A}$.

i **(t) est une exponentielle décroissante de I_m à 0.**



2°) K est en position 2 $\Rightarrow$ c'est la décharge du condensateur.



a-Loi des mailles : $\mathbf{u_c + u_R + u_{R'} = 0}$

$$\Rightarrow \frac{q}{C} + (R+R')i = 0$$

dérivons cette relation par rapport aux temps

$$\frac{1}{C}.i + (R+R')\frac{di}{dt} = 0 \quad (2).$$

b- La solution de cette équation est

$\mathbf{i = Ae^{-\frac{t}{\beta}}}$, cherchons **A et β**.

- À t = 0 : $\mathbf{u_C = E \Rightarrow (R + R')\,i = -E}$

$\mathbf{\Rightarrow i = -E/(R + R')}$**. d'ou:** $\mathbf{A = -E/(R + R')}$.

- (2) devient: $\frac{A}{C}e^{-\frac{t}{\beta}} + (R + R')(-\beta Ae^{-\frac{t}{\beta}}) = 0$

$$\Rightarrow \left[\frac{1}{C} - \beta(R+R')\right]Ae^{-\frac{t}{\beta}} = 0.$$

D'où : $\beta = \frac{1}{C}(R+R') = \frac{1}{\tau'} \Rightarrow i(t) = -I_0.e^{-\frac{t}{\tau'}}$

avec $\mathbf{I_o = -E/(R + R')}$ **et** $\mathbf{\tau' = (R + R')\,C}$.

3°) a- l'armature B porte, à t = 0, une charge négative. Les électrons vont circuler de B vers A et le courant de A vers B en dehors du condensateur, c'est-à-dire dans le sens négatif choisis. Donc i □ 0 et u_R □ 0.

▪ L'équation de la courbe est : $\mathbf{u_R(t) = u_{R0}}\, e^{-t/\tau'}$ avec $\mathbf{u_{R0} = -R\, I_0}$.

À t = 0, $u_{R0} = -2{,}4V$

$$\Rightarrow u_{R_0} = -\frac{R.E}{R+R'} \Rightarrow R' = -\frac{E.R}{u_{R_0}} - R$$

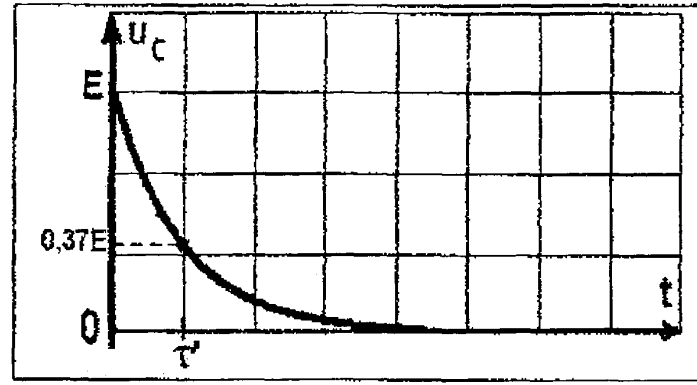
AN : **R' = 60k Ω.**

b-

$\mathbf{u_C = u_{AB}}$ et $\mathbf{u_R = u_{BD}} \Rightarrow$ la borne **B** doit être liée à la masse de l'oscilloscope, la borne **A** est liée à l'entrée $\mathbf{Y_1}$ et la borne **D** est liée à la borne $\mathbf{Y_2}$ (en utilisant le bouton invert).

$u_C(t) = -(R + R')\, i \;\Rightarrow\; \underline{\mathbf{u_C(t) = E\, e^{-t/\tau'}}}$

$u_C(t)$ est une exponentielle décroissante **de E = 6 V à 0.**



4°) L'énergie $\mathbf{E_e}$ emmagasinée pendant la charge, est dissipée par effet Joule dans R et R' au cours de la décharge : $\mathbf{E_e = W + W'}$.

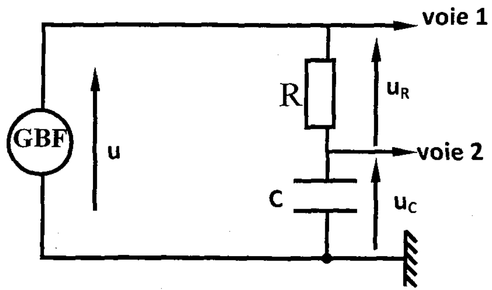
D'après la loi de Joule ($p_J = Ri^2$), l'énergie thermique est proportionnelle à R $\Rightarrow \dfrac{\mathbf{W}}{\mathbf{R}} = \dfrac{\mathbf{W'}}{\mathbf{R'}} \Rightarrow \mathbf{W' = \dfrac{R'}{R}.W}$

D'où : $W\left(1 + \dfrac{\mathbf{R'}}{\mathbf{R}}\right) = E_e \Rightarrow W = \dfrac{\mathbf{R}}{\mathbf{R+R'}} = \mathbf{E_e}$.

AN: $\mathbf{W = \dfrac{4}{10}.18 = 7{,}2\mu J}$.

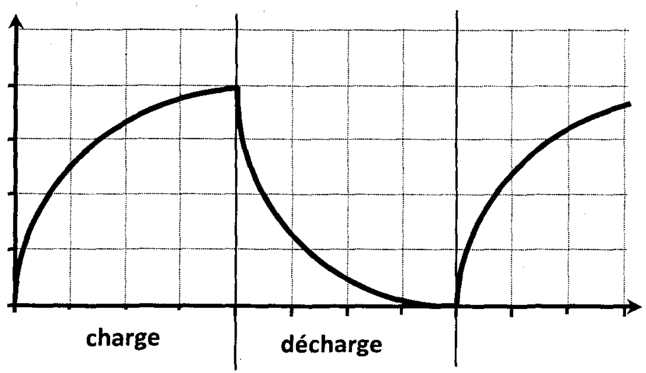
Exercice N° 11:

1°)



2°) a- la courbe (1) correspond à u (t): tension aux bornes du générateur.

b-



La courbe (2) correspond à $\mathbf{u_C(t)}$: tension aux bornes du condensateur.

3°) a- $N = \frac{1}{T}$ **(T = 4 x 2 = 8 ms)**

$N = \frac{1}{8.10^{-3}} = 127$ **Hz.**

b- $E = 4 \times 2 = 8V$

$q_{max} = C . E = 8.10^{-6}$ C.

c- $t = \tau$

$u_c = 0{,}63E = 0{,}63.8 = 5v \Rightarrow \quad \tau = 1$ ms.

4°) a- Loi des mailles :

$u_R + u_C = u \Rightarrow RC\frac{du_c}{dt} + u_c = u$

b- Si u=E : $u_C - E(1 - e^{-t/RC})$. (charge).

Si u = 0 : $u_C = E . e^{-t/RC}$. (décharge)

Exercice N°12 :

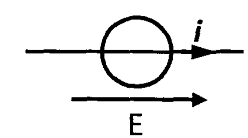
1^er^ partie :

1°) a- **position (1) ⟶ charge**

position (2) ⟶ décharge

b- **générateur de tension**

$u_C = \frac{q}{C}$ or $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int i dt$



générateur d'intensité

: I = constante ⇒ q = I.t

or $u_C = \frac{q}{C} = \frac{I}{C} \times t$ donc $u_C = \text{pente} \times t$

courbe (A) u_C croît $\Rightarrow$ la charge du condensateur

courbe (B) u_C décroît $\Rightarrow$ la décharge du condensateur

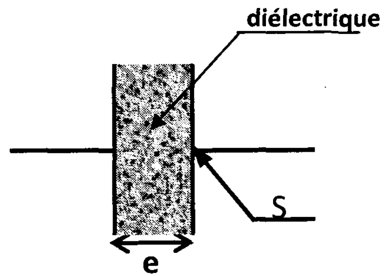
2°)

a- $q=I.t$

$q_{max}=10.10^{-6}.40=4.10^{-4}\,C$

b- $q_{max}=C.U_{max} \Rightarrow C=\frac{q_{max}}{U_{max}}=\frac{4.10^{-4}}{4}10^{-4}F$

c-



$$C=\frac{\varepsilon.S}{e}$$

$$\Rightarrow \varepsilon=\frac{e.C}{S}$$

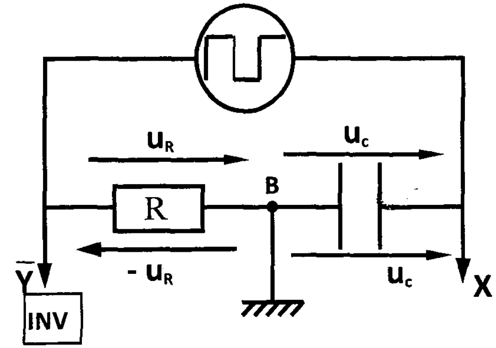
$$\varepsilon=\frac{0{,}1.10^{-3}\times 10^{-4}}{10^{\ 4}}10^{-4}F.m^{-1}$$

3°) $E_{dissipée}=E_{électrique}=\frac{1}{2}CU^2_{c_{max}}=\frac{1}{2}.10^{-4}.(4)^2=8.10^{-4}J$

II- **<u>2^éme partie :</u>**

1°) $u_R(t) = R.i(t)$: la tension $u_R(t)$ permet de connaître $i(t)$

2°) figure (3)



3°)

a- <u>charge</u>

$u_C + u_R = E$

$$\left.\begin{array}{l} t=0 :\ u_C=0 \text{ et } u_R=E \\ t=\infty :\ u_C=E \text{ et } u_R=0 \end{array}\right\} \rightarrow u_c \text{ croît } u_R \text{ décroît}$$

<u>Décharge :</u>

$u_C + u_R = 0 \Rightarrow u_R = -u_C$

$$\text{Donc : }\left.\begin{array}{l} \text{courbe (1) } u_C(t) \\ \text{courbe (2) } u_R(t) \end{array}\right\} \rightarrow u_c \text{ décroît } u_R \text{ croît}$$

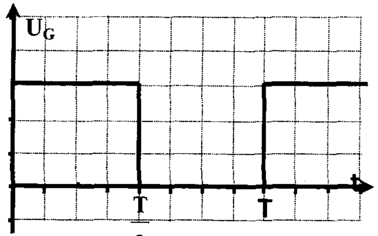
b-

α– méthode de tangente : τ=10ms=10^{-2}s

$$\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4}F$$

β– U_0=6V

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{8\times 10.10^{-3}} = 12{,}5Hz$$



4°)

a- Loi des mailles (décharge : u_G=0)

u_C+u_R =0 or $u_R = Ri = R.\frac{dq}{dt} = RC\frac{du_C}{dt}$

$$\Leftrightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0$$

b-

$u_C = 6e^{-\alpha t}$

$\frac{du_C}{dt} = 6\alpha e^{-\alpha t}$

d'ou $6.\alpha.e^{-\alpha t} + \frac{6}{RC}.e^{-\alpha t} = 0 \Rightarrow 6.e^{-\alpha t}(\frac{1}{RC} - \alpha) = 0$

$\Rightarrow (\frac{1}{RC} - \alpha) = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{RC} = 100\, s^{-1}$

c- $u_C = 6.e^{-100t}$ (en V)

5°)

a- U_0=6V : tension du générateur ne change pas

$I_{max} = \frac{U_0}{R}$ si $R \nearrow \Rightarrow I_{max} \searrow$

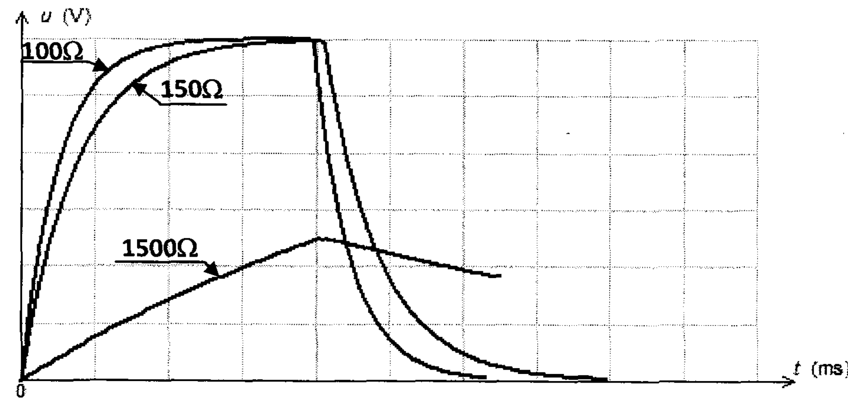
b- fig 4

R=150Ω τ=RC=15ms

R=1500Ω τ=RC=150ms

La durée de la charge $\Delta t = 5\tau = 750ms >> \frac{T}{2}$ or $\frac{T}{2} = 50ms$

Le condensateur n'a pas le temps de se charger



Correction

A- Physique

Thème -1- Evolutions des systèmes électriques

Chapitre 2 : Dipôle RL

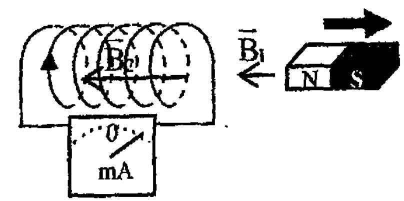
<u>Exercice N°1 :</u>

1°) a- L'induit est l'aimant.
L'inducteur est la bobine.

b- Le courant qui fait dévier l'aiguille de l'ampèremètre est appelé courant induit.

<u>La loi de Lenz:</u> le courant induit s'oppose par *ses* effets à la cause qui lui a donné naissance.

c- Le sens du courant induit est celui représenté sur la figure 1 car le courant induit doit créer un champ magnétique induit $\vec{B}_2$ qui s'ajoute au champ inducteur $\vec{B}_1$ de l'induit pour l'empêcher de diminuer.



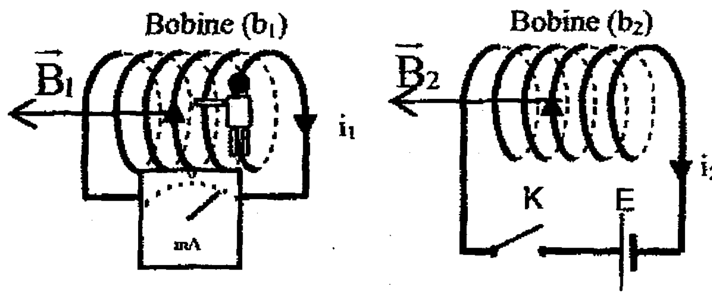
d- La face A constitue le pôle Nord. En effet lorsqu'on éloigne l'aimant la bobine présente une face sud en regard du pôle nord de l'aimant pour s'opposer à la diminution du champ magnétique inducteur.

2°)

a- Le phénomène d'auto-induction.

b- Oui, à l'ouverture du circuit le courant induit i_2 doit s'ajouté au courant électrique principal (débité par le générateur avant l'ouverture, du générateur) pour l'empêcher de diminuer donc i_2 à le même sens que le courant principal.

c- A l'ouverture de l'interrupteur la bobine (b_1) est soumise à *la* variation du champ magnétique extérieur (crée par (b_2)) qui passe de $\vec{B}_2$ à $\vec{0}$ ce qui provoque l'apparition du courant induit i_1.
D'après la loi de Lenz, le champ magnétique $\vec{B}_1$ crée par le courant i_1 s'oppose à la cause qui lui a donné naissance, donc il aura le même sens que $\vec{B}_2$ ($\vec{B}_2$ diminue). Le courant est donc dans le sens opposé à celui indiqué par la figure 2.



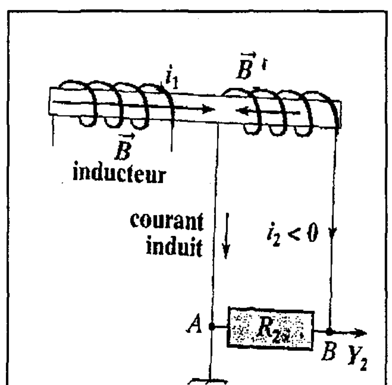
3°) $e = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow e = -0{,}12\frac{0-2}{0{,}12} = 2V$

Exercice N°2 :

1°)

a- sur la voie Y_1 : on visualise u_{R1}

sur la voie Y_2 : on visualise u_{R2}



b- interrupteur k ouvert

$\Leftrightarrow u_{R_1} = 0$; $u_{R_2} = 0$

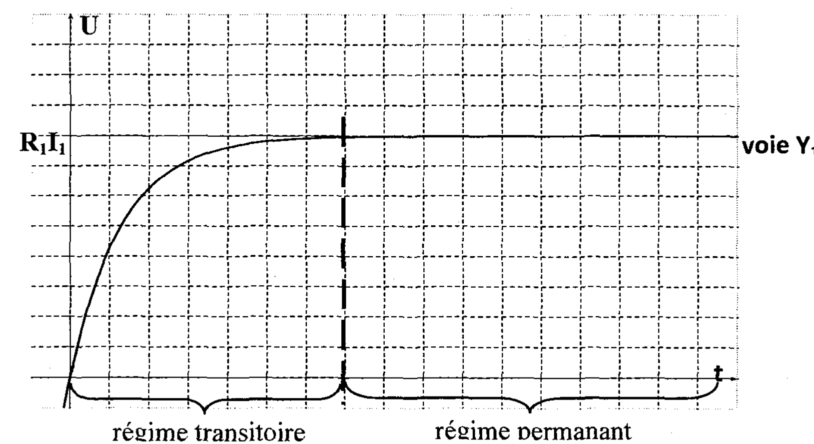
2°) B_1 est le siège d'un phénomène d'auto-induction
Et B_2 est le siège d'un phénomène d'induction.

a- En fermant l'interrupteur, le courant i_1 varie de **0** à une valeur constante **I : un champ magnétique $\vec{B}$** variable apparaît.

- dans la bobine B_1, il apparaît un phénomène d'auto-induction :B_1 est a la fois l'inducteur et l'induit .
- dans la bobine B_2, il apparaît un phénomène d'induction :B_1 est l'inducteur et B_2 est l'induit .

B_2 est le siège d'une f.e.m induite donc un courant i'_2 apparaît opposée à i_2 .

b- <u>**voie Y_1 :**</u> $u_{R_1} = R_1.i_1$



Le courant ne s'établit pas instantanément. ce retard est dû à l'inductance de la bobine qui s'oppose à la variation.

voie Y_2 : $u_{R_2} = -R_2.i'_2$ on observe une tension négative (i'_2 qui disparaît rapidement)

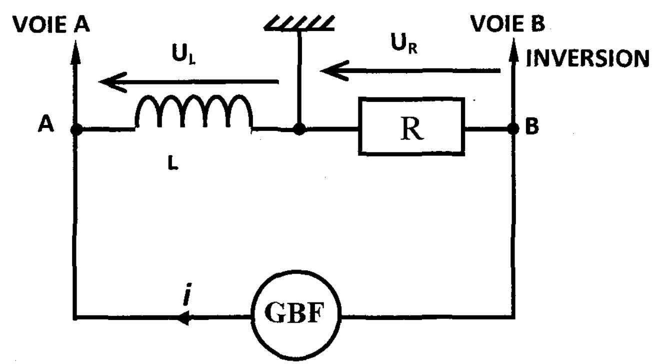
3°)

a- Si on augmente la résistance du rhéostat, le courant i_1 diminue. Dans la bobine B_2 apparaît un courant induit de même sens que i_2.

b- Sur la voie Y_2 on observe une tension u_{R_2} positive.

Exercice N°3 :

1°)



2°) $u_R(t) = R.i(t)$ cette tension permet d'observer l'allure de $i(t)$.

3°)

a - $u_L = L\dfrac{di}{dt} = \dfrac{L}{R}.\dfrac{du_R}{dt}$

Si u_R = constante →**courbe (1)**

$u_L=0$ ce n'est pas le cas donc u_R→**courbe (2)**

b - $I_m = \dfrac{U_{R_m}}{R} = \dfrac{10}{10.10^3} = 10^{\ 3}$ A

4°)

a- $U_L=0,3V$

b- $\dfrac{di}{dt} = \dfrac{1}{R}.\dfrac{du_R}{dt} = \dfrac{1}{R}.\text{pente} = \dfrac{1}{10^4}\dfrac{(10-(-10))}{10^{-3}} = 2$

c- $u_L = L.\dfrac{di}{dt} \Rightarrow L = \dfrac{u_L}{\left(\dfrac{di}{dt}\right)} = \dfrac{0,3}{2} \Rightarrow L = 0,15H$

Exercice N°4 :

1°) voie (1) :

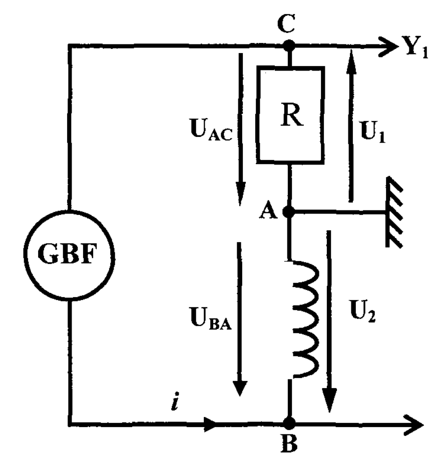
$u_1 = -u_{AC} = -u_R = -Ri$

2°) voie (2) :

$u_{BA} = u_2 = u_L$

$u_2 = L\dfrac{di}{dt}$ or $i = -\dfrac{u_1}{R}$

donc $u_2 = -\dfrac{L}{R}.\dfrac{du_1}{dt}$



3°) $t \in [0,1ms]$

a- $u_1 = at + b$ **avec a = pente**

$$\frac{du_1}{dt} = a = \frac{4-0}{0-1} = -4.10^3$$

$$u_2 = -\frac{L}{R}.\frac{du_1}{dt} = -\frac{L}{R}.a$$

$t \in [1,3ms]$

$u_1 = a't + b'$ **avec a' =pente**

$$\frac{du_1}{dt} = a' = \frac{0-4}{10^{-3} - 3.10^{-3}} = 2.10^3$$

$$u_2 = -\frac{L}{R}.\frac{du_1}{dt} = -\frac{L}{R}.a'$$

$$a' \neq |a| \quad (a = -2a') \Leftrightarrow \left|-\frac{L}{R}.a\right| \neq \left|-\frac{L}{R}.a'\right|$$

$\Leftrightarrow u_2$ **non symètrique**

b - u_1 **croît** $\frac{du_1}{dt} \Rightarrow u_2 = -\frac{L}{R}.\frac{du_1}{dt} < 0$

c - pour $t \in [0,1ms]$

$$u_2 = -\frac{L}{R}.\frac{du_1}{dt} = -\frac{L}{R}.a = 1V \text{ (d'après la courbe)}$$

$$\Rightarrow L = -\frac{R}{a} = 0,025H$$

Exercice N°5 :

1°) La diode est bloquée, **R** n'est pas traversé par un courant$\Rightarrow$**R** ne se chauffe pas.

2°) En régime permanent : i = I= constante

$$E = u_B = rI \Rightarrow I = \frac{E}{r} = \frac{12}{3} = 4A$$

3°) Lorsqu'on ouvre l'interrupteur K, le courant passe de **I à 0**, cette variation crée un champ magnétique variable à l'intérieur de la bobine, donc apparition d'un courant induit qui traverse R de D vers C : c'est le phénomène d'auto-induction.

- Une bobine parcourue par un courant emmagasine de l'énergie.

En ouvrant K, cette NRJ est libérée à travers le résistor d'où il se chauffe.

$$E_L = \frac{1}{2}.LI^2 = \frac{1}{2}.0,12.(4)^2 = 0,96J$$

Exercice N°6 :

1°) a- La diode bloque le courant pour qu'il ne traverse pas le résistor r'.

b-régime permanent

$$E = u_B = r.I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{E}{r} = \frac{6}{32} = 0,1875A$$

c- $E_L = \frac{1}{2}.LI_0^2 = \frac{1}{2}.0,1.(0,1875)^2 = 1,7.10^{-3}J$

2°) **a-** le courant ne s'annule pas instantanément à cause de l'inductance de la bobine qui retarde son annulation.

b- loi des mailles:

$$u_B + u_{r'} = 0 \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + ri + r'i = 0 \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + (r + r').i = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{(r + r').i}{L}$$

$t = 0$: $i = I_0 = 0{,}1875A$

$$\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = -\frac{(r + r')}{L}.I_0 = -\frac{(32 + 1000)}{0{,}1}.0{,}1875 = -1935A.S^{-1}$$

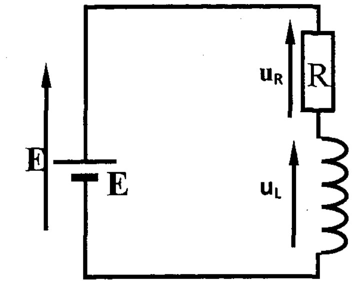
c- $u_B = L.\frac{di}{dt} + ri = -0{,}1 \times 1935 + 32 \times 0{,}1875 = -187{,}5\,V$

Au bien : $u_B = -u_{r'} = -r'I_0 = -187{,}5V$

Exercice N°7 :

1°) A la fermeture de l'interrupteur, le courant passe de **0 à I** ; cette variation produit un champ magnétique propre variable à l'intérieur de la bobine. D'où création d'une f.e.m auto-induite et par suite, apparition d'un courant induit opposé au courant du générateur et retarde son établissement c'est le phénomène d'auto induction.

2°)



$$u_L + u_R = E$$

$$\Leftrightarrow L.\frac{di}{dt} + Ri = E$$

$$\Leftrightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{E}{L}$$

3°)

$$i = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{E}{L}e^{-\frac{t}{L}R}$$

d'ou l'équation dfferentielle s'écrit :

$$\frac{E}{L}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{R}{L} \times \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{E}{L}$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{0{,}12}{4} = 0{,}03s$$

4°) $t=0 \quad i=0$

$t=\tau$: $i = 0{,}63 \times \frac{E}{R} = 0{,}63 \times 3 = 1{,}89A$

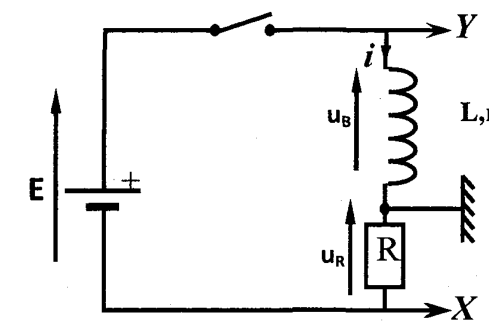
$t=5\tau$: $i = 0{,}99 \times \frac{E}{R} = 0{,}99 \times 3 = 2{,}97A$

$t \to \infty$: $i = \frac{E}{R} = 3A$

Exercice N°8 :

1°)

a- Loi des mailles :



$u_B + u_R = E$

$\Rightarrow L\dfrac{di}{dt} + ri + Ri = E$

$\Rightarrow \dfrac{di}{dt} + \dfrac{(r+R)}{L}i = \dfrac{E}{L}$

b- $i(t) = I(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

avec $I = \dfrac{E}{R+r}$ $\qquad \tau = \dfrac{L}{R+r}$

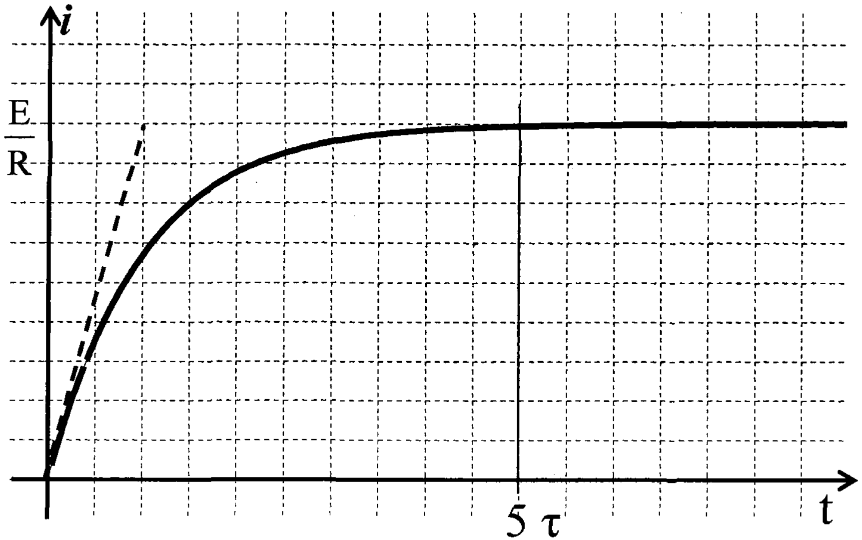
2°)

a- À t=0 : i=0A, u_R=0V et u_B=E= 9V

À $t = \infty$ (en régime permanent)

$$\begin{cases} i = I \\ u_R = R.I = 7V \\ u_B = rI = 2V \end{cases}$$

$u_B + u_R = E \Rightarrow (R+r).I = E = 9V \Rightarrow I = \dfrac{E}{R+r}$



• Equation de la droite tg : **i=at**

$a = \left.\dfrac{di}{dt}\right)_{t=0} = \left.\dfrac{E}{L}e^{-\frac{tR}{L}}\right)_{t=0} = \dfrac{E}{L}$ donc $i = \dfrac{E}{L}t$

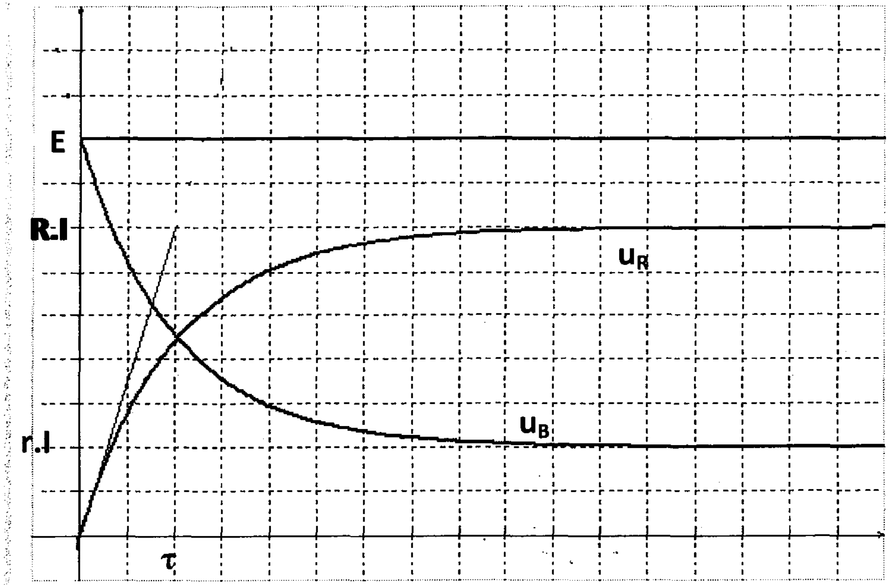
• équation de l'asymptote $i = \dfrac{E}{R}$

L'intersection : $i = \dfrac{E}{L}t = \dfrac{E}{R} \Rightarrow t = \dfrac{L}{R} = \tau$

5°) $E_m = \dfrac{1}{2}Li^2$

À t=0 i= 0A d'où $E_m = 0J$

À $t = \infty$ $i = 3A$ d'ou $E_m = \dfrac{1}{2}Li^2 = \dfrac{1}{2} \times 0{,}12 \times 3^2 = 0{,}54J$



b- τ=2ms

3°)

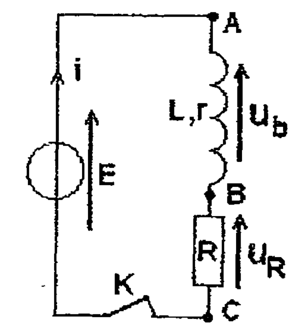
a- régime permanent : **rI=9V** $\Leftrightarrow I = \frac{2}{r} = \frac{2}{10} = 0{,}2A$

b- $RI = 7V \Leftrightarrow R = \frac{7}{I} = \frac{7}{0{,}2} = 35\Omega$

4°) $\tau = \frac{L}{R+r} \Leftrightarrow L = \tau \times (R+r) = 2.10^{-3} \times 45 = 0{,}09H$

5°) $E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}0{,}09 \times (0{,}2)^2 = 1{,}8.10^{-3}J$

Exercice N°9 :



1°) La courbe **$u_b(t)$** est une exponentielle décroissante (établissement du courant).
La loi des mailles donne : **$u_R + u_b = E$**
À **t = 0: i = 0 $\Rightarrow$ $u_b = E - u_R = E$**
$\Rightarrow$ **u_b** = 5V.
Si t augmente, i augmente $\Rightarrow u_R$ augmente et par suite **u_b** diminue.
En régime permanent, **i = cte = Im**
$\Rightarrow u_b = L.\frac{di}{dt} = 0$ (car **r = 0**).

La fem d'auto-induction est **$e = -L.\frac{di}{dt} = -u_b$**. Donc, à t = 0, on a **e = - 5V.**

2°) En régime permanent: **$u_b = 0$, $u_R = E$**
$\Rightarrow i = \frac{E}{R} = 0{,}1A$. C'est l'intensité maximale: $I_m = \frac{E}{R} = 0{,}1A$

3°) **$u_b(t)$** est une exponentielle décroissante de valeur initiale **E** $\Rightarrow$ **$ub(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$**.
À **t =τ: $u_b(t) = 0{,}37\,E = 1{,}85V$**. On lit **τ = 2,4 ms** (environ).

4°) $\tau = \frac{L}{R} \Rightarrow L = \tau \times R = 0{,}12H \Rightarrow$ **<u>L=0,12H</u>**

5°) a- $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow \tau = \frac{0{,}12}{60} = 2ms$

b- $u_b=u_{AB}$ et $i(t)$ est identique à $u=u_{BC}$. La borne commune B doit être liée à la masse de l'oscilloscope, A liée à la voie 1 et C liée à la voie 2 (+bouton invert).

c- $u_R + u_b = E \Rightarrow L\dfrac{di}{dt} + (R+r)i = E$

C'est l'établissement du courant dans la bobine

$$\Rightarrow i(t) = I_m.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

En régime permanent :

$$i(t) = I_m = cte \Rightarrow u_b = rI_m (\text{car } L\frac{di}{dt} = 0).$$

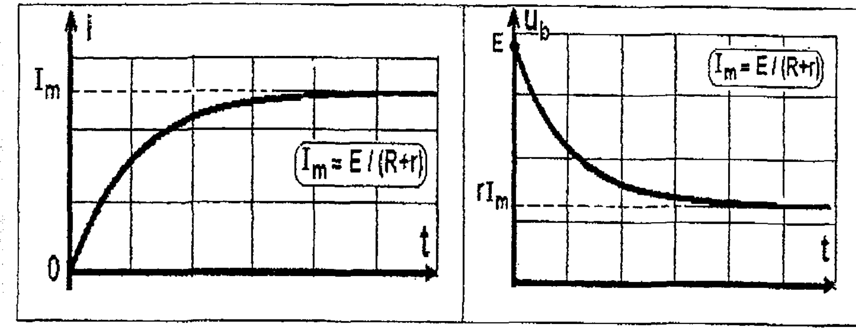
$$\text{D'où } (r+R).I_m = E \Rightarrow Im = \frac{E}{(r+R)} = \frac{5}{60}A$$

$$u_b = E - u_R = E - RI_m(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E - R.I_m + R.I_m\, e^{-\frac{t}{\tau}}$$

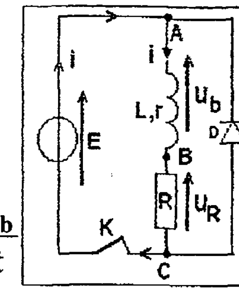
$$\Rightarrow u_b(t) = I_m(r + R.e^{-\frac{t}{\tau}})$$

d- $i(t) = I_m (1- e^{-\frac{t}{\tau}})$ avec **$Im = 83,3$ mA**. C'est une fonction exponentielle croissante de **0 à I_m**.

$u_b(t) = I_m (r + R.\ e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une fonction en exponentielle décroissante de **$(r+R).I_m = E$ à rI_m**



Exercice N°10 :



1°) La loi des mailles donne :

$u_R + u_b = E$

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

$$u_R = E - u_b \Rightarrow i = \frac{E}{R} - \frac{u_b}{R} \text{ et } \frac{di}{dt} = -\frac{1}{R}.\frac{du_b}{dt}$$

d'où :

$$-\frac{L}{R}.\frac{du_b}{dt} + (r+R)\frac{E}{R} - (r+R)\frac{u_b}{R} = E$$

$$\Rightarrow \frac{du_b}{dt} + \frac{R+r}{L}u_b = -\frac{RE}{L} + (r+R)\frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow \frac{du_b}{dt} + \frac{1}{\tau}u_b = \frac{rE}{L} \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}$$

2°)

$u_b(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$. Cherchons **A et B**.

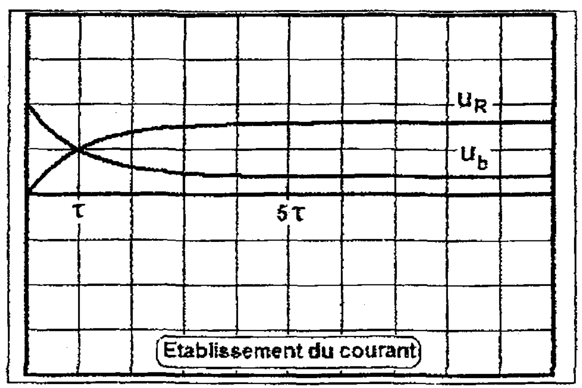
- **À t = 0: i = 0** $u_b = E$. D'où : **A + B = E.**
- L'équation différentielle devient :

$$-\frac{B}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{A}{\tau} + \frac{B}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{rE}{L}$$

$$\textbf{Donc } A = \frac{rE}{L}\tau = \frac{rE}{r+R} \quad \text{et} \quad B = E - \frac{rE}{r+R} = \frac{RE}{r+R}$$

$$\Rightarrow u_b = I_m\left(r + R.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{avec } I_m = \frac{E}{r+R}$$

3°) $u_R = E - u_b \Rightarrow u_R(t) = R\,I_m\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.



4°) $I_m = \frac{10}{25} = 0{,}4A$ et $\tau = \frac{L}{R + r} = 10ms$ **(1div).**

$u_R(t) = 8\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ **entre 0et 8V (1,6 div)**

$u_b(t) = 0{,}4\left(5 + 20.\,e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ **entre 10V (2div) et 2V(0,4 div).**

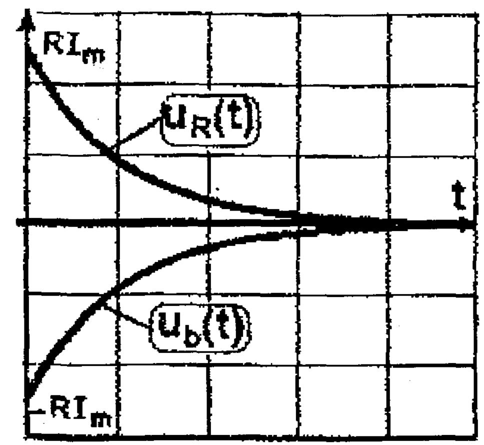
5°)

a- C'est la rupture du courant:

$i(t)$ diminue de **Im** à **0** exponentiellement ($i > 0$):

$i(t) = I_m\, e^{-\frac{t}{\tau}} = 0{,}4\,e^{-\frac{t}{\tau}}$ **avec** τ**=10 ms.**

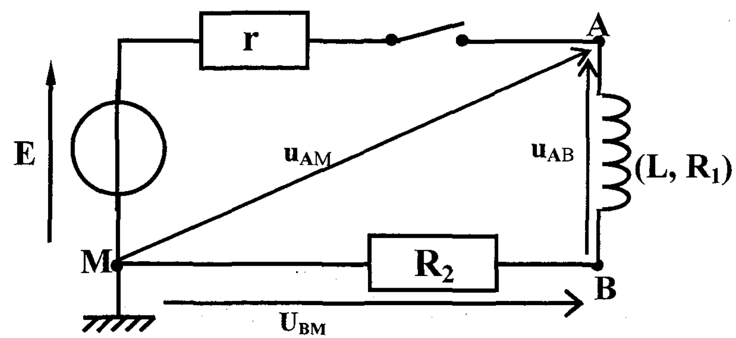
b- $u_R(t) = R\,I_m\,e^{-\frac{t}{\tau}}$



c- La diode permet à l'énergie magnétique (reçue par la bobine pendant l'établissement) de se dissiper dans (R+r) par effet Joule. Son absence fait jaillir des étincelles de rupture au niveau de l'interrupteur K.

Pendant l'établissement, la diode est bloquée.

Exercice N°11 :



1°) voie (1)$\Rightarrow u_{pile} = u_{AM}(t)$

voie (2)$\Rightarrow u_{R_2} = u_{BM}(t)$

• $u_{AB}=u_{Bobine}$

• u_{R_2} croît progressivement vers une valeur constante $u_{R_{2max}} = R_2.I$

• $u_{pile} = E - ri$

À t=0 : i=0, u_{pile} =E

donc : **Y_1** est la courbe du u_{pile}

2°)d'après la courbe $u_{R_2}(t)$ le courant ne s'établit pas instantanément à cause de l'inductance de la bobine.

En fermant l'interrupteur K, le courant passe de **0 à I** cette augmentation crée un champ magnétique variable a l'intérieur de la bobine. Une f.e.m auto-induite apparaît d'où création d'un courant induit qui s'oppose au courant du générateur.

E=14V

3°)En régime permanent : **$U_{AM}=U_{pile}=E - rI=11V$**

$U_{AB}=U_B= RI$

$U_{BM}= u_{R_2} = R_2.I=10V$

Loi des mailles : $U_B+ u_{R_2} = U_{pile}$

$\Rightarrow U_B = U_{pile} - U_{R_2} = 11-10 = 1V$

$R_1 \times I = 1V \neq 0 \Leftrightarrow R_1 \neq 0$

4°) $R_2 \times I = 10V \Leftrightarrow I = \frac{10}{50} = 0{,}2A$

$U_{AM} = E - rI = 11V$

$\Rightarrow rI = E - 11$

$\Rightarrow r = \frac{3}{0{,}2} = 15\Omega$

5°)

• $L = \frac{u_L}{\left(\frac{di}{dt}\right)} = \frac{[V]}{[A].[s^{-1}]}$

$R = \frac{U}{I} = [V].[s^{-1}]$

$\frac{L}{R} = \frac{\frac{[V]}{[A].[s^{-1}]}}{[V].[A]^{-1}} = [s]$

τ s'exprime en seconde s

$R = R_1 + R_2 + r = 5 + 50 + 15 = 70\Omega$

• $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$t \to \infty \qquad i = I = A(1 - \underbrace{e^{-\infty}}_{0}) \Rightarrow I = A$

• $t = \tau \qquad u_{R_2} = 0{,}63U_{R_{2max}} = 0{,}63 \times 10 = 6{,}3V$

d'après la courbe τ=2ms

• $L = R.\tau = 2.10^{-3} \times 70 = 0{,}14H$

• $E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.0{,}14.(0{,}2)^2 = 2{,}8.10^{-3}\,J$

<u>Exercice N°12 :</u>

1°) k_1 fermé ; k_2 ouvert :

d'après la loi des mailles :

$$u_L + u_{R1} = E \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + R_1 i = E \Leftrightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R_1}{L}i = \frac{E}{L}$$

2°) $i(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$

à t = 0 $i(0) = A + B = 0 \Leftrightarrow B = -A$

donc $i(t) = A - Ae^{-\frac{t}{\tau}} = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} A = I = \dfrac{E}{R_1} \\ \tau = \dfrac{L}{R_1} = \dfrac{1}{10^3} = 10^{-3}s \end{cases}$$

3°)

∘ à $t = 0{,}5ms$

$$i(t) = \frac{E}{R_1}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = 10^{-2}(1 - e^{-10^{-3}t}) = 10^{-2}(1 - e^{-10^{-3} \times 0{,}5.10^{-3}})$$

$= 3{,}93.10^{-3}\,A$

$i(t) \approx 4mA$

∘ à $t = 5ms$

$$i(t = (5ms) = 10^{-2}(1 - e^{-10^{-3} \times 5.10^{-3}}) = 9{,}9.10^{-3}\,A \approx 10mA$$

4°) à t=T

a- k_1 ouvert ; k_2: fermé

d'après la loi des mailles :

$$u_L + u_{R2} = 0 \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + R_2 i = 0 \Leftrightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R_2}{L}i = 0$$

b-

$$\tau' = \frac{L}{R_2}$$

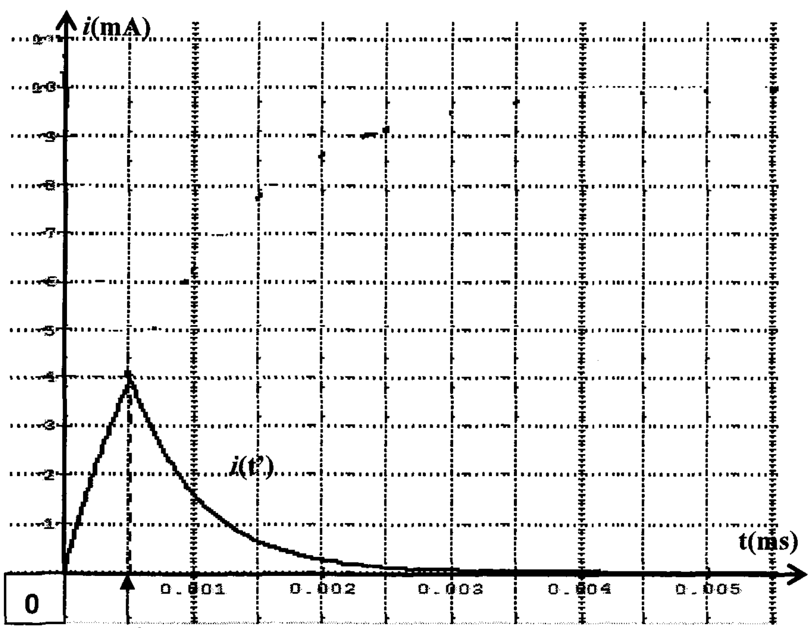
À $t \to \infty$: $\quad i'(t) = A' = 0$

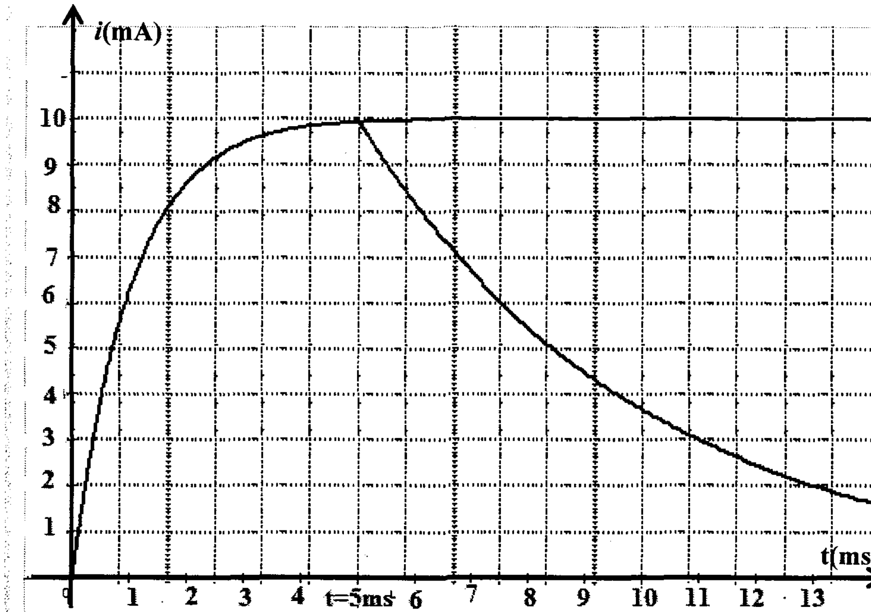
$$\Leftrightarrow \tau' = \frac{L}{R_2} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}\,s$$

c- À t=0,5ms $\quad B' = I_1 = 3{,}93.10^{-3}\,A$

À t=5ms $\quad B' = I_1 = 9{,}9.10^{-3}\,A$

d-





Correction

A- Physique

Thème -1- Evolution des systèmes électriques

Chapitre 3 : Le circuit RLC libre

Exercice N°1

1°) Absence d'un générateur dans le circuit (pas d'apport d'énergie de l'extérieur)

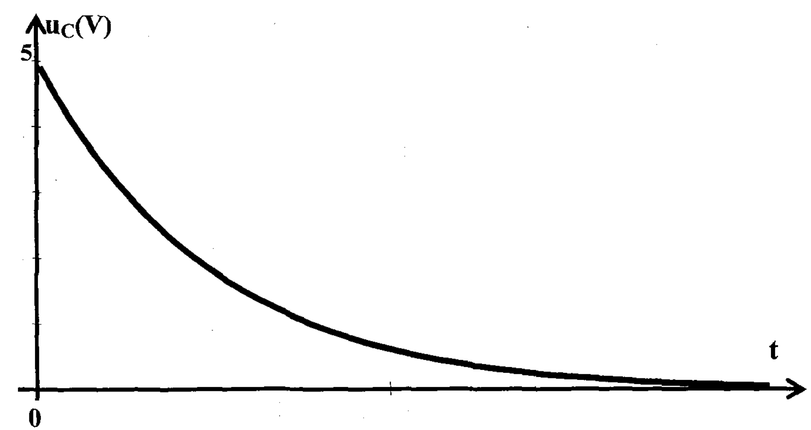
2°) pseudo périodique

3°) T=4ms

4°) $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \dfrac{T_0^2}{4\pi^2 C}$

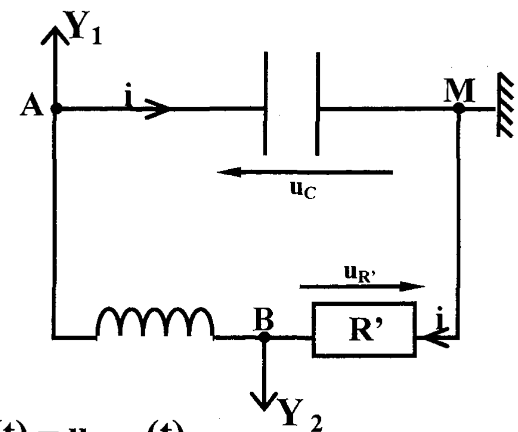
$L = \dfrac{(4.10^{-3})^2}{4.10.2.10^{-6}} \Rightarrow L = 0{,}2H$

5°) R très grande, régime apériodique.



Exercice N°2

1°)



$y_1 : u_C(t) = u_{AM}(t)$

$y_2 : -u_{R'}(t) = u_{BM}(t)$

$u_{R'} = R' i(t)$

Donc $u_{R'}$ permet de connaître : **i(t).**

2°)

a- À $t = 0 \begin{cases} u_C = U_{C\,max} \\ u_{R'} = 0 \end{cases}$

Donc : la courbe $x : y_1$

la courbe $y : y_2$

Remarque

$$u_{R'} = R'i = R'C\frac{du_C}{dt}$$

* Si u_C **décroit** $\Rightarrow \dfrac{du_C}{dt} < 0 \Rightarrow u_{R'} < 0$

* Si $u_C = U_{Cmax} \Rightarrow \dfrac{du_C}{dt} = 0$ car tangente est horizontale

$\Rightarrow u_{R'} = 0$

Si $u_C \to 0$ décharge

Si u_C **augmente** : charge

b- C'est le phénomène des oscillations électriques libres amorties (charges et décharges consécutives avec diminution de l'amplitude sans intervention de générateur). Il ne se produit que si on a un circuit RLC avec R faible (régime pseudo périodique).

3°)

a- $E_e = \dfrac{1}{2}Cu_C^2$

$E_m = \dfrac{1}{2}Li^2$

$$E = E_e + E_m = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

b- À $t=0$ $\quad u_C = U_{C\,max} \Rightarrow E_e$ est max $\Rightarrow E_m = 0$

La courbe (3) $\Rightarrow E_e(t)$

(4) $\Rightarrow E_m(t)$

(5) $\Rightarrow E(t) = E_e(t) + E_m(t)$

c- Si E_e **diminue** E_m **augmente** et inversement

C'est une transformation mutuelle d'énergie avec une partie dissipée pour effet joule. Ce sont des oscillations électriques libres amorties.

* E décroit => perte par effet Joule.

$$E = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu_C^2$$

$$\frac{dE}{dt} = Li\frac{di}{dt} + Cu_C\frac{du_c}{dt} = i\left(u_C + Li\frac{di}{dt}\right)$$

$$\frac{dE}{dt} = i\left(u_C + LC\frac{d^2u_C}{dt^2}\right)$$

or $u_C + \frac{d^2u_C}{dt^2} + (R'+r)i = 0$ d'ou $\frac{dE}{dt} = -(R'+r)i^2 < 0$

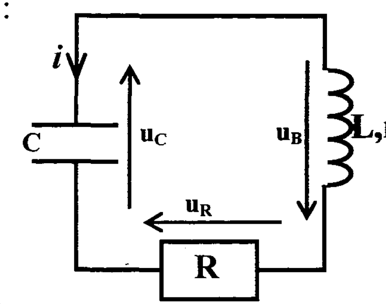
d- à $t=0$ $\quad E_0 = 0{,}0025J$

a $t = 0{,}006s : E_1 = 0{,}0005J$

$E_{diss} = E_0 - E_1 = 0{,}002J$

Exercice N°3

1°) D'après la loi des mailles :



$u_B + u_R + u_C = 0$

$\Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + ri + Ri + \frac{q}{c} = 0$

or $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$.

Alors $LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + (r+R)\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$

2°) $T = 6\mu s = 6.10^{-6}s \leftrightarrow$ La pseudo période.

La période propre : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{5.10^{-12} x 0.2}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi.10^{-6}s = \underline{6.28\mu s}$.

T est légèrement $< T_0$.

3°) Energie électrique : $E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}Cu_C^2$

Energie magnétique : $E_b = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L(\frac{u_R}{R})^2$

à $t=0$: $\begin{cases} u_C = U_{max} \rightarrow E_C \text{ est maximale} \\ i = 0 \end{cases}$

courbe (1) $\rightarrow E_C(t)$

courbe (2) $\rightarrow E_b(t)$

4°) $\frac{dE}{dt}$ traduit l'évolution d'énergie au cours du temps.

Elle représente la puissance instantanée.

On a $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = \frac{1}{2} x 2 x \frac{qi}{c} + \frac{1}{2} L x \frac{di}{dt} x\, i\, x\, 2$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = i \underbrace{\left(\frac{q}{c} + L\frac{di}{dt}\right)}_{=-(R+r)i}$$ (d'après l'équation différentielle)

Donc $\frac{dE}{dt} = -(R+r)i^2 < 0$

Donc l'énergie décroit au cours du temps $\Rightarrow$ perte d'énergie.

- Pour E est maximale $\rightarrow i = 0 \Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0$

- Pour E_b est maximale $\rightarrow$ i est max $\Rightarrow \frac{dE}{dt} = (R+r)I^2$

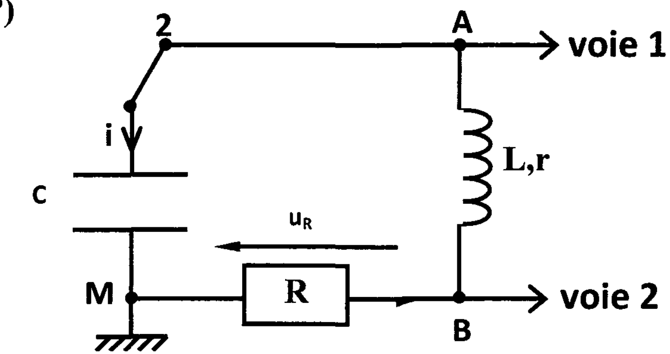
La tg est extrémum

Exercice N°4 :

I-

1°) On place l'interrupteur K en position 1 pour charger le condensateur. Puis on le bascule en position 2. On obtient l'oscillateur **RLC**.

2°)



Voie (1) $\rightarrow u_C(t) = u_{AM}(t)$

Voie (2) $\rightarrow -u_R(t) = u_{BM}(t)$

3°) Pour visualiser les tensions, on utilise un oscilloscope à mémoire.

II-

1°) à $t = 0s$: $\begin{cases} u_C = U_{max} \\ i = 0 \Rightarrow u_R = 0 \end{cases}$

Donc **Courbe (a)** $\leftrightarrow u_{AM}(t)$

Courbe (b) $\leftrightarrow u_{BM}(t)$

2°) $T = 25ms$

3°) à t = 0 : $\begin{cases} u_C = U_{c_{max}} = E = 4V \\ i = 0 \end{cases}$

Donc $E = E_{Cmax}$

$\Leftrightarrow E = \frac{1}{2} CE^2$

$\Leftrightarrow E = \frac{1}{2} x20.10^{-6} x16$

$\Leftrightarrow E = 16.10^{-5} J$

4°) * $u_{BM}(t) = -u_R(t)$

* à t_1 : $U_{BMmax} = R.I_{max} = 150mV$.

Donc $I_{max} = \frac{U_{BMmax}}{R} = \frac{150.10^{-3}}{10} = 15.10^{-3} A$.

D'où $i = 15mA$

* L'énergie stockée à t_1 est magnetique (c'est la seule forme stockée) car u_C= 0V.

$E_L = \frac{1}{2} LI^2_{max}$

$\Leftrightarrow E_L = \frac{1}{2} x0,8x(15.10^{-3})^2$

$\Leftrightarrow E_L = 9.10^{-5} J$

* à $t_1 \Rightarrow p = \frac{E_L}{E_0} x100 = \frac{9.10^{-5}}{16.10^{-5}} x100 = 56\%$

* Pour augmenter à pourcentage, on diminue la perte c-à-d on diminue la résistance.

Exercice N°5 :

1°) T=3ms

2°) Au début le condensateur se décharge, u_C décroit

$$\Rightarrow \frac{du_C}{dt} < 0 \text{ d'ou } u_R = Ri = R\frac{dq}{dt} = RC\frac{du_C}{dt} < 0$$

3°) à t=0, $u_C=U_0$=12V et u_R=0V donc $u_{bobine}=-u_C-u_R$

u_{bobine} =-12V

4°)

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{R}\frac{du_R}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \times \text{pente de la droite tangente à la courbe } u_R(t) \text{ à } t = 0$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{30} \times (-\frac{3}{0,5.10^{-3}}) = -200A.s^{-1}$$

$$u_B = L.\frac{di}{dt} + ri \text{ ; à } t = 0s \quad i = 0 \text{ d'où } L = \frac{u_B}{\frac{di}{dt}}$$

$$L = \frac{-12}{-200} = 0,06H$$

L=0,06H

5°) $E = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2} \times 2 \times \frac{q}{C}.\frac{dq}{dt} + \frac{1}{2} \times 2 \times L.i.\frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = i(\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt}) \quad \text{or} \quad \underbrace{\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt} = -(R+r)i}_{\text{d'après l'équation differentielle}}$$

donc $\frac{dE}{dt} = -(R+r)i^2 < 0$

l'énergie décroit donc au cours du temps (pente d'énergie).

6°) $E = \frac{1}{2}.Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}.Cu_C^2 + \frac{1}{2}L(\frac{u_R}{R})^2$

À t=0s $\left.\begin{cases} u_R = 0 \\ u_C = U_0 = 12V \end{cases}\right\} \Rightarrow E_0 = \frac{1}{2}CU_0^2 = 2,16.10^{-4}\,J$

À $t=t_A \left.\begin{cases} u_R = 1,75V \text{ est maximal} \\ u_C = 0V \end{cases}\right\} \Rightarrow E_A = \frac{1}{2}L(\frac{u_R}{R})^2 = 10^{-4}\,J$

$E_{perdu} = E_0 - E_A = 2,16.10^{-4} - 10^{-4} = 1,16.\ 10^{-4}J$

Entre t_A et t_B

$t = t_A : E_A = 10^{-4}J$

$t=t_B \left.\begin{cases} u_R = -1,5V \text{ est mini} \\ u_C = 0V \end{cases}\right\} \Rightarrow E_A = \frac{1}{2}L(\frac{u_R}{R})^2 = 0,75.10^{-4}\,J$

$E_{perdu} = E_A - E_B = 10^{-4} - 0,7510^{-4} = 0,25.\ 10^{-4}J$

Exercice N°6

1°)

a- Libres (sans générateur)

b- $T = 25ms$

c- $t_A : u_c = U_{cmax}$

$t_B : u_c = 0$

Entre t_A et t_B $\quad u_c \to 0$

$q \to 0$

$\Rightarrow$ Le condensateur se décharge

d- $i = c\frac{du_c}{dt} = c \times \begin{Bmatrix} \text{pente de la tangente à la courbe} \\ \text{au point d'abscisse t} \end{Bmatrix}$

pente

à $t_A : u_c = U_{cmax}$ (la tangente est horizontale)

$\frac{du_c}{dt} = \text{pente} = 0$

$i = 0A$

u_c décroit $\Leftrightarrow \frac{du_c}{dt} < 0$ entre t_A et t_B .

$\Leftrightarrow i = c\frac{du_c}{dt} < 0$

2°)

a- $t = 0 \quad u_c = U_{c_{max}}$

$$\Rightarrow i = 0 \Rightarrow E_m = 0$$

$$E_m = 0$$

$\Rightarrow$ **La courbe (2)** $\rightarrow E_m(t)$.

Courbe (1) $\rightarrow E_e(t)$.

Courbe (3) $\rightarrow E = E_e + E_m$.

b- À $t = 0$ $E = E_e$ (E électrique)

à $t = \frac{T}{4}$ $E' = E_m$ **(E magnétique)**

$E' < E$

Entre $t = 0 \rightarrow \frac{T}{4}$

E_{elec} diminue et E_m augmente

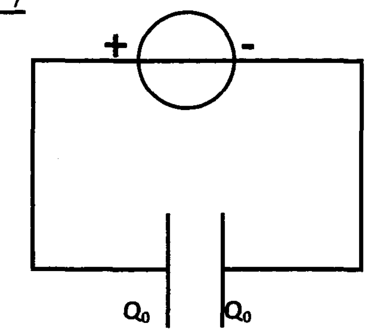
L'énergie E_{elec} se transforme en énergie magnétique E_{mag} et une partie sera dissipée par effet joule.

Entre $\frac{T}{4}$ et $\frac{T}{2}$: E_{mag} diminue et E_{elec} augmente

L'énergie magnétique se transforme en énergie électrique et une partie sera dissipée par effet joule et ainsi de suite, jusqu'à annulation totale d'énergie.

Exercice N°7

1°)

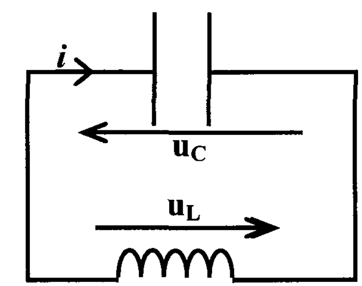


$$Q = CU_0 = 10^{-6}.10^{0} = 10^{-5} C$$

$$E_0 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CU_0^2 = 5.10^{-5} J$$

2°)

a-



Loi de Mailles :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow L\frac{di}{dt} + \frac{q}{c} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

<u>Remarque :</u> montrons que $q(t)=Q_m.\sin\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$

Est solution de cette équation

$$\frac{dq}{dt}=Q_{max}\omega_e\cos\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$$

$$\frac{d^2q}{dt^2}=-Q_m.\omega_0^2.\sin\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$$

$$\Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2}=-\omega_0^2 q \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2}+\omega_0^2 q=0$$

d'où $\omega_0^2=\dfrac{1}{LC}$

b-On remplace **q** par **C.u$_c$**.

$$LC\frac{d^2u_c}{dt^2}+u_C=0\Rightarrow \frac{d^2u_c}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_c=0$$

c- La pulsation propre $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=10^3\,\text{rad.s}^{-1}$

La période propre : $T_0=\dfrac{2\pi}{\omega_0}=2\pi\sqrt{LC}=2\pi.10^{-3}\,S.$

d- $q(t)=Q_m\sin\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$

$Q_m=Q_0=10^{-5}C=$ amplitude.

$\omega_0=10^3\,\text{rad.s}^{-1}$.

$t=0:\quad q(0)=Q_{max}\sin\varphi_q=Q_{max}$

$\Rightarrow \sin\varphi_q=1$ d'ou $\varphi_q=\dfrac{\pi}{2}$

$\Rightarrow q(t)=10^{-5}\sin\left(10^3 t+\dfrac{\pi}{2}\right)$ en C

$\Rightarrow i(t)=\dfrac{dq(t)}{dt}=10^{-2}\cos\left(10^3 t+\dfrac{\pi}{2}\right)=10^{-2}\sin\left(10^3 t+\pi\right)$

<u>Remarque :</u> $q(t)=Q_{max}\sin\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=Q_m\omega_0\cos\left(\omega_0 t+\varphi_q\right)$$

$$=I_{max}.\sin\left(\omega_0 t+\varphi_q+\frac{\pi}{2}\right)\quad \text{en A}$$

$I_{max}=Q_{max}\omega_0$

$\varphi_i=\varphi_q+\dfrac{\pi}{2}$ (en quadrature)

$$u_c(t)=\frac{q(t)}{c}=\frac{Q_{max}}{C}\sin\left(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}\right)$$

$u_C(t)=10\sin(10^5 t+\dfrac{\pi}{2})$ en V.

$$U_{c\,max} = \frac{Q_{max}}{C} = U_0$$

$\varphi_{u_c} = \varphi_q$ (u_c et q en phase)

$$u_L(t) = -u_C(t)$$

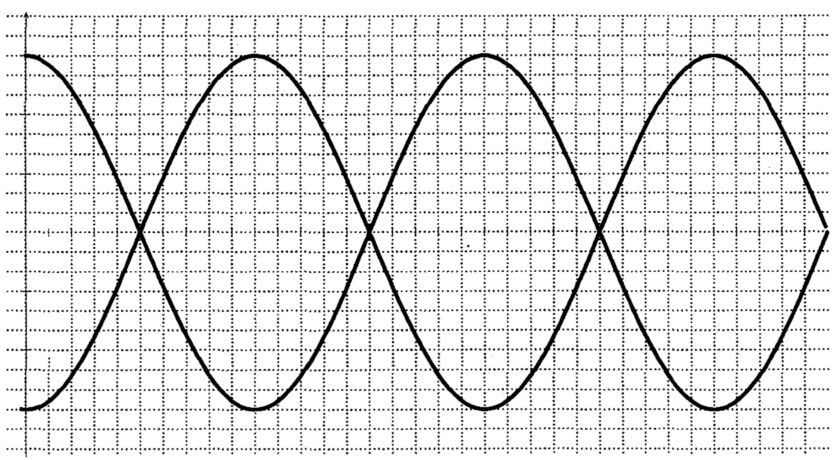
$$= -10 \sin\left(10^3 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

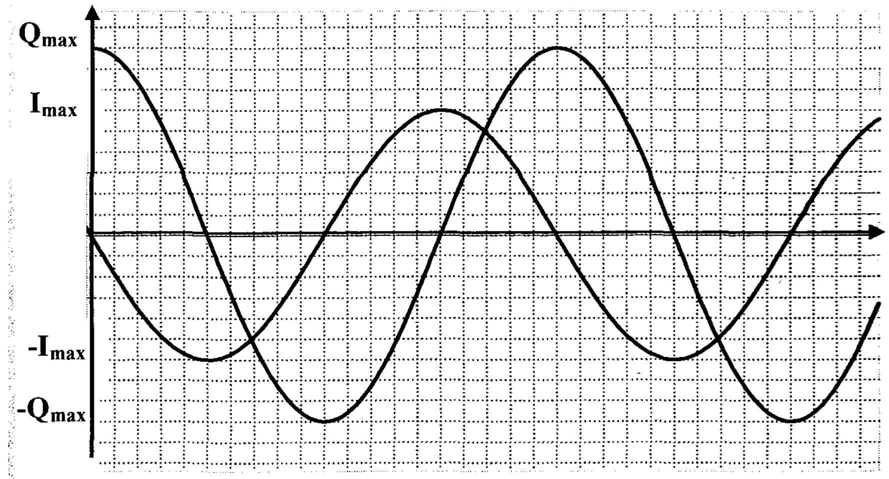
$$= 10 \sin\left(10^3 t + \frac{\pi}{2} + \pi\right)$$

$$U_{Lmax} = U_{Cmax}$$

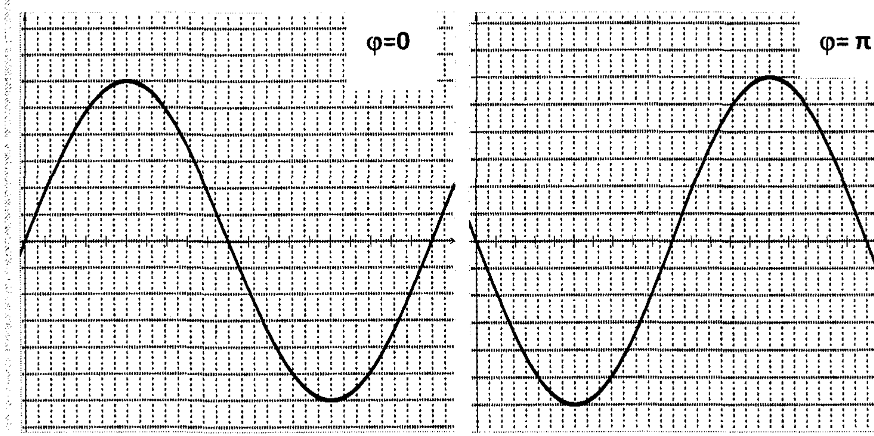
$\varphi_{u_C} = \varphi_{u_L} + \pi$ (en opposition)

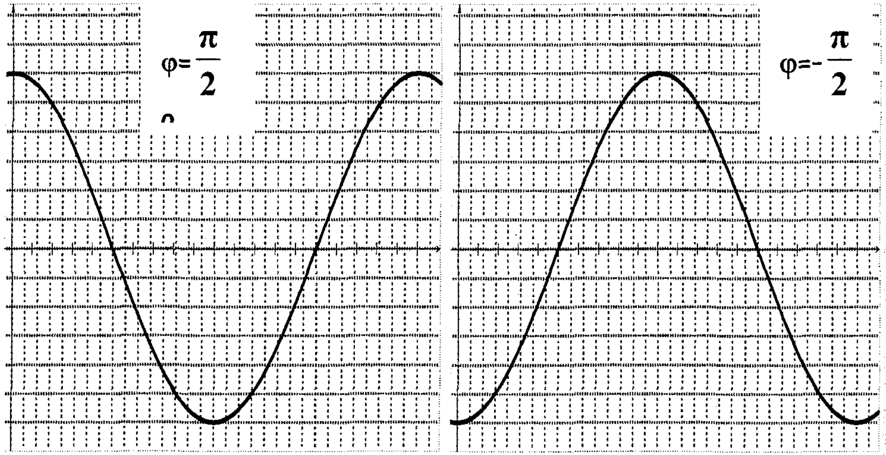
Remarque :





Remarque :





3°)

a- $E_e = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ or $q = Q_{max}\sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$$E_e = \frac{1}{2}\frac{Qmax^2}{C}\sin^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$E_e = E_0 \sin^2\left(10^3 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$E_L = \frac{1}{2}Li^2$ or $i = Q_{max}\omega_0\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$$E_m = \frac{1}{2}LQ_{max}\omega_0\cos^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}L\frac{Q_{max^2}}{C}\cos^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) = E_0\cos^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

b- $E = E_e + E_m$

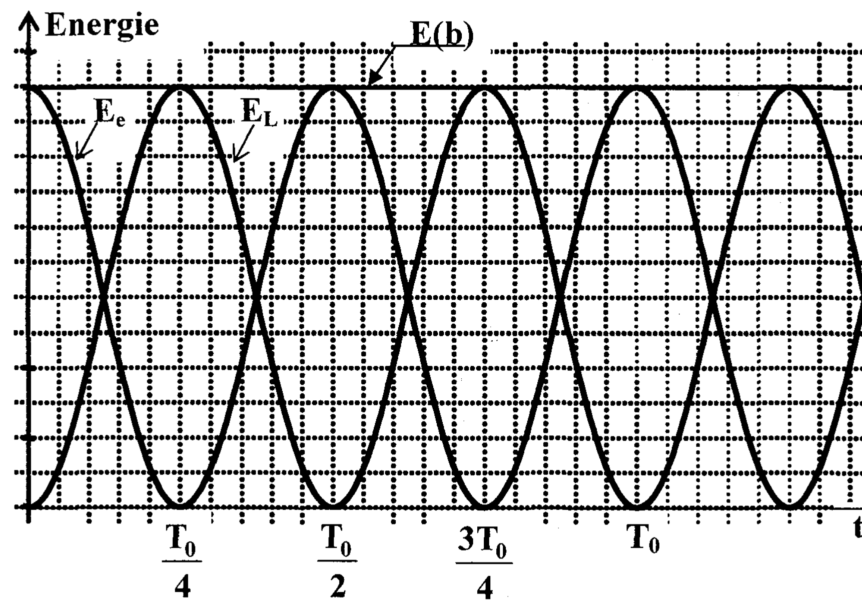
$$= E_0\left(\sin^2\left(\omega_0 + \frac{\pi}{2}\right) + \cos^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$\Rightarrow E = E_0 = 5.10^{-5}$ J

Elle ne dépend pas du temps.

$\Rightarrow$ L'energie se conserve.

c-



d-

i- $E_e = E_L = \frac{E_0}{2}$

$$t = \frac{T_0}{8} + K\frac{T_0}{4} \quad k \in IN$$

Remarque :

• $E_e = E_0$

$$t = K\frac{T_0}{2} \quad k \in IN^*$$

• $E_L = E_0$

$$t = \frac{T_0}{4} + K\frac{T_0}{2}$$

• $E_e = \frac{E_0}{2}$

$$E_0 \sin^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{E_0}{2}$$

$$\Rightarrow \sin^2\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow sin\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow \omega_0 t + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{T_0}.t = \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow t = \frac{T_0}{8} + k\frac{T_0}{4} \quad k \in IN^*$$

ii- $E_e = \frac{E_0}{2}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{E_0}{2} \Rightarrow q^2 = C.E_0$$

$$\Rightarrow q = \pm\sqrt{CE_0} = \pm\sqrt{10^{-6}.5.10^{5}}$$ Ou bien $= E_e = \frac{E_0}{2}$

$$\Rightarrow q = \pm 7{,}07.10^{-6}\,C$$

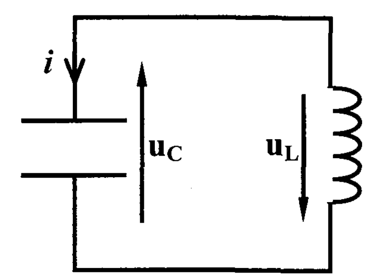
$$\frac{1}{2}\frac{q^2}{c} = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}.\frac{Q^2max}{c}$$

$$\Rightarrow q^2 = \frac{Q^2max}{2}$$

$$\Rightarrow q = \pm Q_{max}\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Exercice N°8

1°)



a- $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \omega_0^2 u_c = 0$

$\omega_0^2 = 62500\pi^2$

$\omega_0 = 250\pi \quad rad\,s^{-1}$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{250\pi} = 8.10^{-3}\,s$$

b- $u_c(t) = U_0 \sin\left(\omega_0 t + \varphi_{u_c}\right)$

à $t_1 = 2.10^{-3} s = \frac{T_0}{4}$

$$u_c(t_1) = 12\sin(\frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{4} + \varphi_{u_C}) = 6\sqrt{2}V$$

$$\Rightarrow \sin\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_{u_c}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$i = C\frac{dU_C}{dt} < 0 \Rightarrow \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_{u_C}\right) < 0$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{2} + \varphi u_C = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow \varphi_{u_C} = \frac{\pi}{4} rad$$

c- $i = C\frac{du_C}{dt}$

$$\Rightarrow_i = \varphi_{u_C} + \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{4}$$

i(t) en quadrature avance de phase par rapport à $\mathbf{u_c(t)}$

d- $i(t) = I_{max} \sin(\omega_0 t_1 + \frac{3\pi}{4}) = 1,5\,\pi\sqrt{3}.10^{-3}$ A

$$I_{max} = \frac{1,5\pi\sqrt{2}.10^{-3}}{\sin(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4})}$$

* $I_{max} = 3\pi\pi 01^{-3}$ A

* $I_{max} = \omega_0 Q_m$

* $Q_{max} = \frac{I_m}{\omega_0} = \frac{3\pi.10^{-3}}{250\pi}$

$\underline{Q_{max} = 12.10^{-6} C.}$

<u>Remarque :</u> Relation indépendante du temps entre **i** et **q**.

$$q = Q_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$i = Q_{max}\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$\sin(\omega_0 t + \varphi_q) = \frac{q}{Q_{max}}$$

$$\cos(\omega_0 t + \varphi_q) = \frac{1}{Q_{max}\omega_0}$$

$$1 = \frac{q^2}{Q_m^2} + \frac{i^2}{Q_m^2\omega_0^2}$$

$$Q_m^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega_0^2} \Rightarrow \frac{i^2}{\omega_0^2} = Q_m^2.q^2$$

$$\Rightarrow i^2 = \omega_0^2(Q_n^2.q^2)$$

$$i = \pm\,\omega_0\sqrt{Q_m^2.q^2}$$

e- $Q_m = C.U_0$

$$\Rightarrow C = \frac{Q_m}{U_0} = \frac{12.10^{-6}}{12} = 10^{-6}F$$

$$\underline{C = 10^{-6}F}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{10^{-6}.(250\pi)^2} = 1,6H$$

$$\underline{L = 1,6H}$$

2°)

a- $E = E_e + E_L$

$$= \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

b-

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}C\left(2u_c\frac{du_c}{dt}\right) + \frac{1}{2}L\left(2i\frac{di}{dt}\right)$$

$$\frac{dE}{dt} = C\ u_c\frac{du_c}{dt} + Li\frac{di}{dt} = i\,u_c + Li\frac{di}{dt}$$

$$= i\left(u_c + L\frac{di}{dt}\right) = i(u_c + u_L)$$

$$\frac{dE}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \text{l'energie reste cste}$$

$$\begin{cases} i = Imax \\ q = 0 \Rightarrow U_c = 0 \\ E = \frac{1}{2}L\ \ Imax \end{cases}$$

c- $E = \frac{1}{2}C\ u_c^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\ \ Imax^2$

$$C\ u_c^2 = Li^2 - L\ Imax^2$$

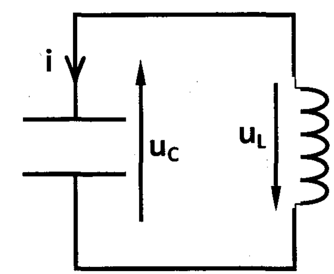
$$C\ u_c^2 = L(Im^2 - i^2)$$

$$u_c^2 = \frac{L}{C}(I_m^2 - i^2)$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = 6.2500\pi^2$$

Exercice N°9 :

1°) *lois des mailles :



$$u_c + u_L = 0$$

or $u_c = \frac{q}{c}$ et $u_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{d^2q}{dt^2}$

$$\Rightarrow L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{c} = 0 \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$$

* $q = C.u_c \Rightarrow \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt} \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} = c\frac{d^2u_c}{dt^2}$

$$\Rightarrow C\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}(C.u_C) = 0 \Rightarrow \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

* $u_C = -u_L \Rightarrow -\frac{d^2u_L}{dt^2} + \frac{1}{LC}(-u_L) = 0 \Rightarrow \frac{d^2u_L}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_L = 0$

2°)

* $\underline{U_{L_m} = 60V}$

* $\underline{T_0 = 2ms}$

* $T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \dfrac{T_0^2}{4\pi^2.C} = \dfrac{(2.10^{\ 3})^2}{4\pi^2.0,2.10^{\ 6}}$

$\Rightarrow \underline{L = 0,506H}$

3°)

a- * $u_L(t) = u_{L_m}\sin(\omega_0 t + \varphi_{u_L})$

$\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \omega_0 = 1000\pi \text{ rad.s}^{-1}$

à $t = 0$: $u_L(0) = U_{L_m}\sin\varphi_{u_L} = -U_{L_m} \Rightarrow \sin\varphi_{u_L} = -1$

$\Rightarrow \varphi_{u_L} = -\dfrac{\pi}{2}\text{rad}$

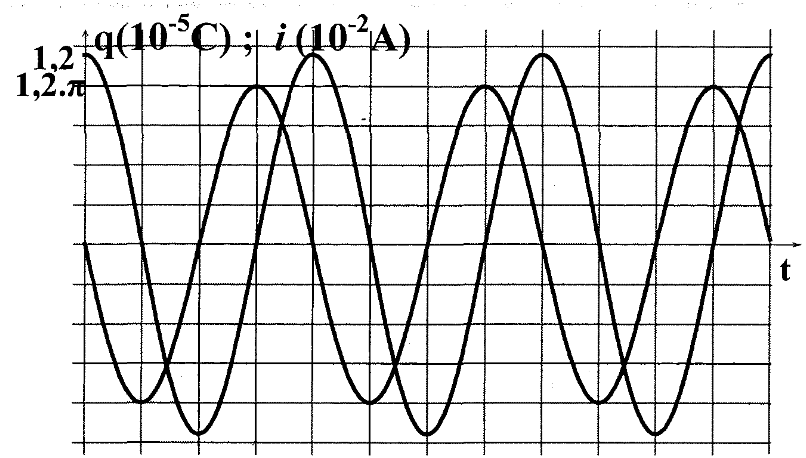
$\Rightarrow u_L(t) = 60\sin(10^3\pi.t - \dfrac{\pi}{2})$ (v)

* $q(t) = -Cu_L(t) \Rightarrow q(t) = -0,2.10^{-6}\text{x}60\sin(10^3\pi.t - \dfrac{\pi}{2})$

$\Rightarrow q(t) = 1,2.10^{\ 5}\sin(10^3.\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ (C)

* $i(t) = \dfrac{dq(t)}{dt} \Rightarrow i(t) = 1,2\pi 10^{-2}\sin(10^3\pi t + \pi)$ (A)

b- *i*(t) en quadrature avance de phase par rapport à q(t).



c- pour $t = \dfrac{T_0}{8} \Rightarrow q = 1,2.10^{-5}\sin\left(\dfrac{2\pi}{T_0}.\dfrac{T_0}{8} + \dfrac{\pi}{2}\right)$

$\Rightarrow \underline{q = 0,6\sqrt{2}.10^{-5}C}$

d- * $q = Q_m\sin(\omega_0 t + \varphi_q)$

$\dfrac{i}{\omega_0} = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi_q)$

$q^2 + \dfrac{i^2}{\omega_0^2} = Q_m^2 \Rightarrow i = \pm\omega_0\sqrt{Q_m^2 \ \ q^2}$

*pour $q = \dfrac{Q_m}{2}$

$\Rightarrow i = \pm\omega_0\dfrac{\sqrt{3}}{2}Q_m = \pm 10^3\pi.\dfrac{\sqrt{3}}{2}.1,2.10^{-5}$

$\Rightarrow \underline{i = \pm 32,64mA.}$

4°)

a- $E = \frac{q^2}{2c} + \frac{1}{2}Li^2$

b- $E_e = E - E_L \Rightarrow E_e = E - \frac{1}{2}Li^2$

c-

i- $E = 3,5.10^{-4} J$;

$E = \frac{1}{2}L\ I_m^2 \Rightarrow L = \frac{2E}{I_m^2} = \frac{2x3,5.10^{-4}}{\left(1,2\pi 10^{-2}\right)^2} \Rightarrow L = 0,484H$

ii-

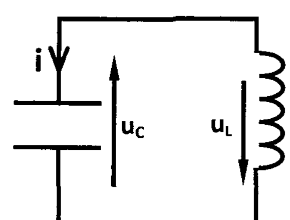
* $E_e = E_L \Rightarrow E_L = \frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow i = \pm\sqrt{\frac{2E}{L}} \Rightarrow i = \pm 27,88mA$

* $E_e = \frac{E}{2} = \frac{q_2}{2c} \Rightarrow q = \pm\sqrt{C.E} \Rightarrow q = \pm 8,36.10^{-6} C$

Exercice N°10

1°)

a- $Q_0 = C.U_0$



b-

* en applique la loi des mailles

$u_c + u_L = 0$

or $u_c = \frac{q}{c}$ et $u_L = L\frac{d^2q}{dt^2}$ d'ou $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$

* L'équation différentielle admet une solution de la forme : $q(t) = Q_m \sin(\omega t + \varphi_q)$

$\Rightarrow$ Les oscillations sont sinusoïdales

c-

i- $E = E_e + E_L$ or $E_e = \frac{q^2}{2c}$ et $E_L = \frac{1}{2}Li^2$

d'ou $E = \frac{q^2}{2c} + \frac{1}{2}Li^2$

ii-

$\frac{dE}{dt} = \frac{q}{c}\frac{dq}{dt} + L\frac{dq}{dt}.\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{dq}{dt}(L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{c})$

$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow E = C^{te} \Rightarrow$ **oscillation non amortie.**

iii- $\frac{1}{2}Li^2 = E - \frac{q^2}{2C} \Rightarrow i^2 = \frac{2E}{L} - \frac{q^2}{LC}$

2°) L'équation de la courbe : $i^2 = a\,q^2 + b$

avec $b = 10^{-4} A^2$ et $a = -10^{+6}\frac{A^2}{C^2}$

d'ou $i^2 = -10^{+6}q^2 + 10$

a- Pour $q^2 = 0$

$\Rightarrow i = I_m$ d'ou $I_m^2 = 10 \Rightarrow I_m = 10$ A

b- $\frac{1}{LC} = 10^{+6} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0 = 10^{+3} rad.s^{-1}$

c- $U_0 = \frac{Q_m}{C} \Rightarrow C = \frac{Q_m}{C} => \frac{Q_m}{U_0} = \frac{10^{-5}}{25} \Rightarrow \underline{C = 4.10^{-7} F}$

d- $L = \frac{1}{4.10^{-7} \times 10^6} \Rightarrow \underline{L = 2,5H}$

e- $\frac{2E}{L} = 10^{-4} \Rightarrow E = 10^{-4} x \frac{L}{2} \Rightarrow \underline{E = 1,25.10^{-4} J}$

3°) $q(t)=Q_m \sin(\omega t+\varphi_q)$

pour $t = 0$: $q(0)=Q_m \sin\varphi_q = Q_m \Rightarrow \varphi_q = \frac{\pi}{2}$ rad

$\Rightarrow q(t) = 10^{-5} \sin(10^3 t + \pi)$ (C)

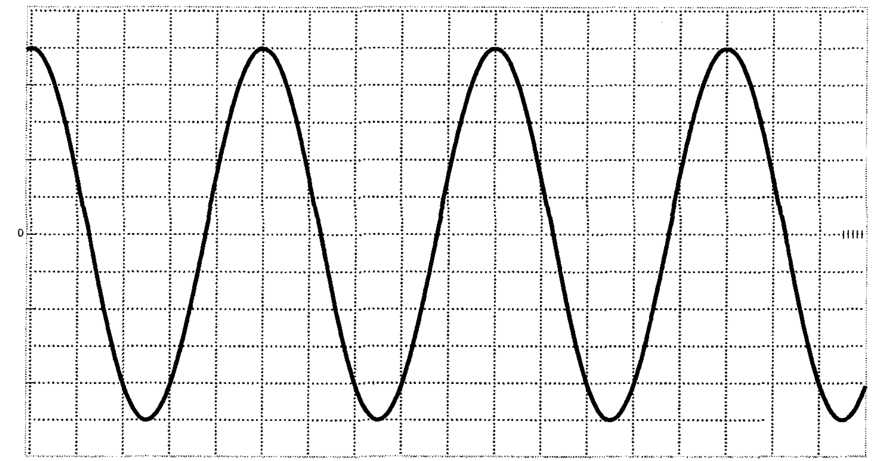
* $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow i(t) = 10^{-2} \sin(10^3 t + \pi)$ (A)

* $u_c = \frac{q}{c} \Rightarrow u_c(t) = 25 \sin\left(10^3 t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V)

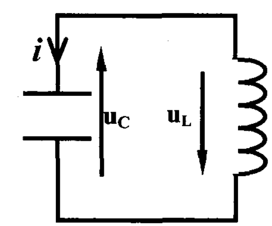
* $u_L = -u_c \Rightarrow u_L(t) = 25 \sin\left(10^3 t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V)

4) $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} => T_0 = 2\pi ms \rightarrow 2cm$

$10V \rightarrow 1cm$; $25V \rightarrow 2,5cm$



Exercice N°11



1°) Loi des mailles : $u_c + u_L = 0$

Or $u_c = \frac{q}{c}$ et $u_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{d^2q}{dt^2}$

$q = C.u_c$ d'ou $u_L = LC.\frac{d^2u_C}{dt^2}$

Et par suite $LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

L'équation différentielle admet une solution sinusoïdale de la forme :

2°)* $E = E_e + E_L$ or $E_e = \frac{q^2}{2C} = \frac{C^2u_C^2}{2C}$ et $E_e = \frac{1}{2}C.u_C^2$

$$E_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L(C.\frac{du_C}{dt})^2 = \frac{1}{2}LC^2(\frac{du_C}{dt})^2$$

$$E = \frac{1}{2}LC^2(\frac{du_c}{dt})^2 + \frac{1}{2}C.u_C^2$$

$$* \ \frac{dE}{dt} = LC^2 \ \frac{du_c}{dt} \ .\frac{d^2u_c}{dt^2} + C.u_c.\frac{du_c}{dt}$$

$$= C\frac{du_c}{dt}\underbrace{(LC\frac{d^2u_c}{dt^2} + u_c)}_{\substack{=0 \\ \text{équation différentielle}}}$$

$\frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow E = C^{te} \ \forall t \Rightarrow$ oscillateur non amorti

3°)

a-

* $E = 5.10^{-4}$ J
* $U_{cm}^2 = 100V^2 \Rightarrow U_{cm} = 10V$
* $E = \frac{1}{2}C.U_{cm}^2 \Rightarrow C = \frac{2E}{U_{cm}^2} = \frac{2x5.10^{-4}}{100} \Rightarrow C = 10^{-5}F$

b-

* pour $U_c = 0 \Rightarrow E_L = E_{L\,max} = E \Rightarrow E_L = 5.10^{-4}$ J
* pour $U_c = 5\sqrt{2}V \Rightarrow E_L = E - E_e = E - \frac{1}{2}Cu_c^2$

$$E_L = 5.10^{-4} - \frac{1}{2}x10^{-5}(5\sqrt{2})^2 \Rightarrow E_L = 2{,}5.10^{-4}\text{ J}$$

* pour $u_c = 10V = U_{c\,max} \Rightarrow i = 0 \Rightarrow E_L = 0$

4°)

a- $N = \frac{1}{T}$ or $T = 8ms \Rightarrow N = \frac{1}{8.10^{-3}} \Rightarrow N = 1250Hz$

b- * $q(t) = Q_m\sin(\omega_0 t + \varphi_q) = C.U_{Cm}\sin(\omega_0 t + \varphi_{Ucm})$

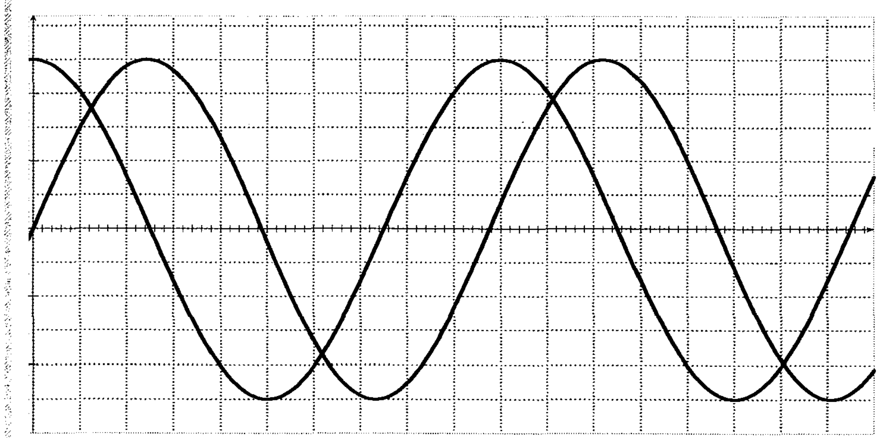
avec $Q_m = C.U_{cm} = 10^{-4}C$

* $\omega_0 = 2\pi N = 2{,}5\pi.10^3\,rad.s^{-1}$
* à $t = 0$ on a : $u_c(0) = 0 \Rightarrow q(0) = 0$

$$\rightarrow \begin{cases} \sin\varphi_q = 0 \\ \cos\varphi_q > 0 \text{ (courbe croissante)} \end{cases} \Rightarrow \varphi_q = 0 \text{ rad}$$

$$\Rightarrow q(t) = 10^{-4}\sin(2{,}5\pi 10^3.t) \quad (C)$$

* $i(t) = \frac{dq}{dt} \Rightarrow i(t) = 0{,}25\pi\sin(\ 2{,}5.10^3\pi t + \frac{\pi}{2})$



Exercice N°13

I-

1°) des mailles : $u_c + u_L = 0$

Or $u_c = \frac{q}{c}$ et $u_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{d^2q}{dt^2}$

et par suite $\frac{q}{LC} + \frac{d^2q}{dt^2} = 0$

De la forme $\frac{d^2q}{dt^2} + \omega_0^2 q = 0$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_0}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

2°)

a- $T_0 = 2 \ x \ 2,5 \Rightarrow T_0 = 5ms$

$$T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} = \frac{(5.10^{-3})^2}{4x10x6,25.10^{-6}}$$

$\Rightarrow \underline{L = 0,1H}$

b- * $u_C = U_{Cm}\sin(\omega_0 t + \varphi_{uc})$

* $U_{cm} = 8V$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{5.10^{-3}} \Rightarrow \underline{\omega_0 = 400\pi rad.s^{-1}}$$

* à $t = 0s$

$$\begin{cases} u_C = U_{Cm}\sin\varphi_{u_C} = \frac{3}{4}U_{Cm} \\ \frac{du_C}{dt} > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\varphi_{u_C} = \frac{3}{4} \\ \frac{du_C}{dt} > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_{u_C} = 0,85rad$$

$\Rightarrow U_c(t) = 8\sin(400\pi t + 0,85)$ (V)

* $i(t) = C\frac{dU_c}{dt} = 6,25.10^{-6}x8x400\pi\sin\left(400\pi t + 0,85 + \frac{\pi}{2}\right)$

$i(t) = 6,28.10^{-2}\sin(400\pi t + 2,42)$ (A)

3°) $E = f(q,i)$ $E = \frac{1}{2}q^2 + \frac{1}{2}Li^2$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{c}q.\frac{dq}{dt} + L\frac{dq}{dt}.\frac{d^2q}{dt} = \frac{dq}{dt} \quad L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{c}$$

$\Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow 0 \Rightarrow E = Cte \Rightarrow$ **L'énergie est conservée :**

$$E = \frac{1}{2}C.U_{C_{max}} = \frac{1}{2}.6,25.10^{-6}x8^2 \Rightarrow E = 2.10^{-4}J$$

II-

1°) à corriger : première demi-pseudopériode

* Pour $t \in \left[0;\frac{T}{4}\right]$: $E = E_e + E_L$ or $E_e = \frac{q^2}{2C}$

$$E_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{U_R}{R}\right)^2$$

$|U_R| \uparrow \Rightarrow E_L$ donc transformation d'une partie de l'énergie électrique en énergie magnétique et à l'autre partie est dissipée par effet joule dans le dipôle résistor (diminution de l'amplitude).

* Pour $t \in [\frac{T}{4};\frac{T}{2}]$: $|i| \square \Rightarrow E_L \square$: Transformation de l'énergie magnétique E_L en énergie électrique et thermique.

2°) Pour $t_1 = \frac{T}{4} \Rightarrow E_1 = E_{L_1} = \frac{1}{2}\frac{L}{R^2}U_{R_m}^2$; $U_{R_m} = 5V$

$t_2 = \frac{5T}{4} \Rightarrow E_2 = E_{L_2} = \frac{1}{2}\frac{L}{R^2}U_{R_m}^{'2}$; $U_{R_m} = 4V$

$$\Delta E = |E_1 - E_2| = \frac{L}{2R^2}\left(U_{R_m}^2 - U_{R_m}^{'2}\right)\frac{0,1}{2x(100)^2}\left(5^2 - 4^2\right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 4,5.10^{-5} J$$

3°) * Plus que **R** est faible plus les oscillations sont visible => R_3 est la plus petite.

* Plus **R** est grande plus la durée de décharge est grande donc $R_1 > R_2$

donc $R_3 < R_2 < R_1$

CORRECTION
A-Physique

Thème -1- Evolution des systèmes électriques

Chapitre 4 :Le circuit RLC en oscillations forcées en régime sinusoïdal

Exercice N° 1 :

I-

1°)En général :

$$Z=\sqrt{(R+r)^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2}$$

$U_m = Z.\ Im$

$U_{Rm} = R\ .\ I_m$

On a $Z > R$ donc $U_m > U_{Rm}$

D'où la courbe ayant l'amplitude la plus élevée est u(t) ; c'est la courbe 2

2°)$T_1 = 8 \times 0{,}2.10^{-3} = 1{,}6.10^{-3}\ s^1$

$$N_1=\frac{1}{T_1}=\frac{1}{1{,}6.10^{-3}}=625Hz$$

$U_m = 0{,}6\ V$; $U_{Rm} = 0{,}5\ V$.

3°)U(t) et UR(t) sont en phase, donc le circuit est dit résistif.

$N_1 = N_0 \quad \omega = \omega_0$

$$\omega_2=\frac{1}{LC} \Rightarrow L\omega=\frac{1}{C\omega}$$

Donc $Z = R + r$

D'où $U_m = (R + r).\ I_m$

Or $U_{Rm} = R.I_m$

$$I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{0,5}{100} = 5.10^{-3}\,A \quad \text{donc}$$

$$r = \frac{U_m}{I_m} - R \Rightarrow r = \frac{0,6}{5.10^{\ 2}} - 100 = 20\Omega$$

$$\Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow LC\omega^2 = 1 \quad \text{or } \omega = 2\pi N \quad \text{d'ou } 4\pi^2.LC.N^2 = 1$$

4°) $u(t) = Um \sin(\omega t + \varphi_C)$

$\rightarrow U_m = 0,6V$

Et $\omega = 2\pi N_1 = 2\pi \times 625 = \underline{125\,\pi\ rad.s^{-1}}$

A $t = 0$; $u(0) = U_m \sin \varphi_u = 0$

$\rightarrow \varphi_u = 0$ (car $\cos \varphi_u > 0$)

Donc $u(t) = 0,6.\sin(1250\,\pi.t)$ (en v)

$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$

Or $I_m = 5.10^{-3}$ A et $\varphi_i = \varphi_{uR} = \varphi_u = 0$

Alors $i(t) = 5.10^{-3}.\sin(1250\,\pi.t)$ (en v)

II-

1°) $T_2 = 0,25 \times 8 = 2.10^{-3}.s$

$N_2 = \frac{1}{T_2} = 500$ Hz

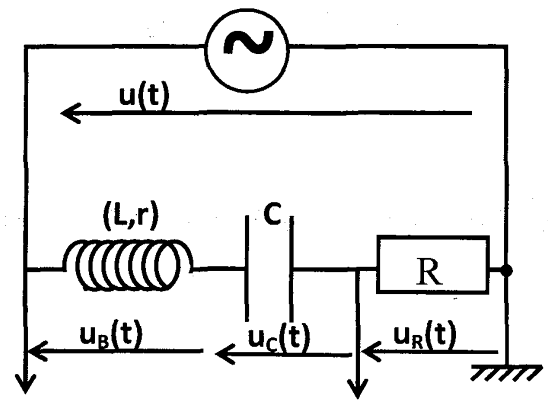
2°) $\Delta t = \frac{T_2}{8}$

$\Delta\varphi = \omega.\,\Delta t = \frac{2\pi}{T_2} \times \frac{T_2}{8} = \frac{\pi}{4}$ rad

On a : u_R est en avance par rapport à u $\Rightarrow \varphi_{uR} - \varphi_u = \frac{\pi}{4}$

Or $\varphi_u = 0$ Alors $\varphi_{uR} = \varphi_i = \frac{\pi}{4}$

3°)



D'après la loi des mailles :

$u_B(t) + u_c(t) + u_R(t) = u(t)$

$$L.\frac{di}{dt} + ri + \frac{q}{C} + Ri = u$$

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

$u(t) = U_m \sin(\omega t)$: $\varphi_u = 0$

$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$; $\varphi_i = \frac{\pi}{2}$

•$(R + r)i = (R + r)\, I_m \sin(\omega t + \varphi_i) \rightarrow \overrightarrow{v_1} \begin{pmatrix} (R+r)I_m \\ \varphi_i \end{pmatrix}$

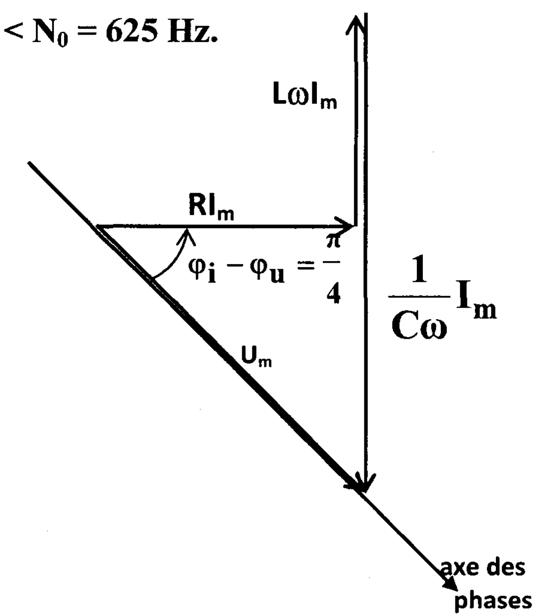
$\bullet\ L\frac{di}{dt} = L_w\, I_m \sin(\omega t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}) \rightarrow \overrightarrow{v_2} \begin{pmatrix} L\omega I_m \\ \varphi_i + \frac{\pi}{2} \end{pmatrix}$

$\bullet\ \frac{1}{C}\int i.dt = \frac{I_m}{C\omega} \sin(\omega t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}) \rightarrow \overrightarrow{v_3} \begin{pmatrix} \frac{I_m}{C\omega} \\ \varphi_i - \frac{\pi}{2} \end{pmatrix}$

$\bullet\ u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u) \rightarrow \overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{v_2} + \overrightarrow{v_3} = \overrightarrow{v} \begin{pmatrix} U_m \\ \varphi_u = 0 \end{pmatrix}$

Construction de Fresnel :

$N_2 = 500$ **Hz** $< N_0 = 625$ **Hz.**



4°) $tg\frac{\pi}{4} = \frac{\frac{I_m}{C\omega} - L\omega I_m}{(R+r)I_m} \Rightarrow \frac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{r+R} = 1 \Rightarrow \frac{1}{C\omega} - L\omega = R + r$

Or $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ et $\omega_0 = 2\,\pi\,N_0 = 1250\,\pi$ rad.s^{-1}

Alors $\frac{1}{C} = L\omega_0^2$ d'ou $\frac{L\omega_0^2}{\omega} - L\omega = R + r$

$\Rightarrow L(\frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\omega^2}) = R + r \Rightarrow L = \frac{(R+r)\omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)}$

$L = \frac{120.1000.\pi}{(1250\pi)^2 - (1000.\pi)^2} = 6{,}7.10^{-2}\ H$

$L = 6{,}7.10^{-2}\ H$

$C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{6{,}7.10^{-2}\ X\,(1250\pi)^2} =$

5°) $P = (R+r)\,I^2 = (R+r).\frac{I_m^2}{2}$ $(I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}})$

Or $U_m = R.I_m \Rightarrow I_m = \frac{U_m}{R}$

$I_m = 1{,}75 \times \frac{0{,}2}{100} = 3{,}5.10^{-3}$ A

$P=7{,}35.10^{-4}W$

Exercice N° 2:

1°)

a- On a $U_{Rm} = R.I_m \Rightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R}$

$I_m = \frac{4}{10} = 0{,}4A$

$\varphi_1 = \varphi_i - \varphi_u$

Décalage horaire: $\Delta t = \frac{T}{8}$

Déphasage: $|\Delta\varphi| = \omega.\Delta t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{8} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow |\Delta\varphi| = \frac{\pi}{4}$

u est en avance par rapport à ***i***

Alors $\varphi_u - \varphi_{u_R} = \frac{\pi}{4}$

Or $u_R = Ri$

Alors $\varphi_i = \varphi_{u_R}$

$\varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{4}$

Donc: $\varphi_1 = \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \begin{cases} \varphi_u = 0 \\ \varphi_i = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$

b- $i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$

$i(t) = 0{,}4 \sin(2\pi N_1 t - \frac{\pi}{4})$ en A

c- u en avance de phase par rapport à $u_R \Leftrightarrow$ Le circuit est inductif.

2°)

a- résonnance d'intensité I_m prend sa valeur maximale

$\omega = \omega_0$

$N = N_0 = 525$ **Hz**

$I_m = 565$ **mA**

Rq : $I_m = \frac{U_m}{Z} = \frac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$

I_m **est max et** $(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$ **est min**

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{Lc} = \omega_0^2 \Rightarrow \omega = \omega_0$

$Z_0 = \frac{U_m}{I_m} = \frac{8}{565.10^{-3}} = 14{,}15\,\Omega = 14\,\Omega$

b- On a : $Z_0 = R + r$

$r = Z_0 - R \Rightarrow r = 14 - 10 \Rightarrow r = 4\,\Omega \neq 0$

Alors la bobine est une résistance inductive

3°) Pour $N_1 =$? on a : $I_m = 400$ **mA** $= 0{,}4$ **A**

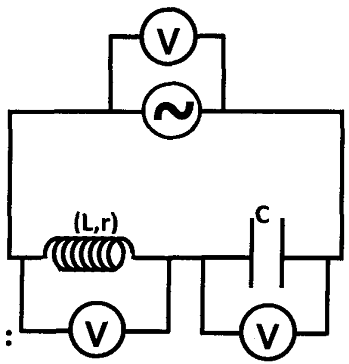
D'après **fig 3** : $N_1 = 470$ **Hz** ou $N_1 = 590$ **Hz.**

Or on a : le circuit est inductif $N_1 > N_0$

D'où $N_1 = 590$ **Hz**

4°)

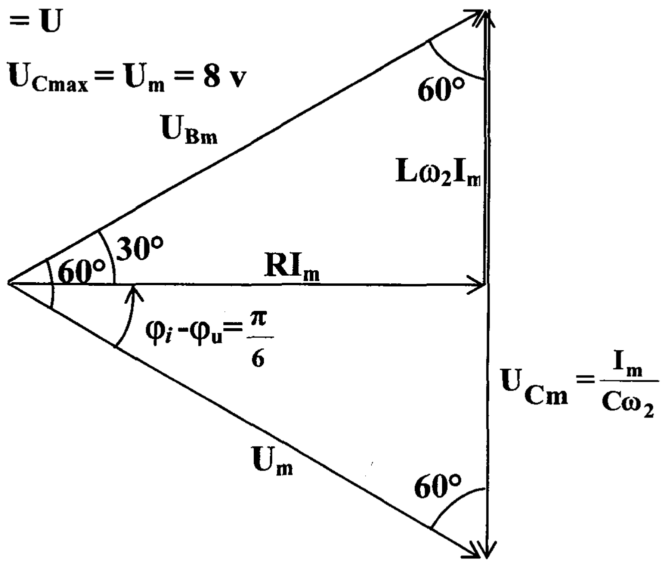
a-



Pour $N = N_2$:

$U_b = U_c = U$

$U_{Lmax} = U_{Cmax} = U_m = 8$ v



Pour que : $U_b = U_c$; il faut que : $\frac{1}{C\omega} > L\omega$ Circuit capacitif

Autrement : $U_b = U_c \Rightarrow Z_b.I = Z_c.I$

$$\sqrt{r^2 + (L\omega)^2} = \frac{1}{C\omega}$$

$$r^2 + (L\omega)^2 = \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2$$

$\left(\frac{1}{C\omega}\right)^2 > (L\omega)^2 \Rightarrow$ C'est un circuit capacitif

a- $u_c = u_b = u$

Le triangle est équilatéral

$$\frac{1}{C\omega} = 2L\omega_2$$

b- $\varphi_2 = \varphi_i - \varphi_u = \frac{\pi}{6}$

c- $\frac{1}{C\omega_2} = 2L\omega_2$

$$\frac{1}{CL} = 2\omega_2^2 \Rightarrow \omega_0^2 = 2\omega_2^2 \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{\omega_0^2}{2} \Rightarrow \omega_2 = \frac{\omega_0}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow 2\pi N_2 = \frac{N_0}{\sqrt{2}} \text{ d'ou } N_2 = \frac{N_0}{2\pi\sqrt{2}} = 371\,Hz$$

$$tg30° = \frac{L\omega I}{rI} = \frac{L\omega}{r} \Rightarrow L = \frac{r}{\omega_2}.tg30° = \frac{r}{2\pi N_2}.tg30°$$

$$= \frac{4}{2\pi.371} = 10^{-3}\,H$$

$L = 10^{-3}$ H

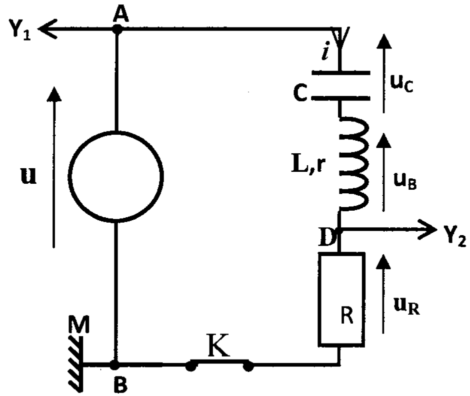
$$\bullet\ \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2} \Rightarrow C = \frac{1}{10^{-3}.(2\pi.525)^2}$$

$C = 91.10^{-6}$ F

Exercice N° 3 :

I-

1°) Schéma du montage : le résistor et le générateur doivent avoir une borne commune.



2°) On compare les amplitudes : $U_m = ZI_m$ **et** $U_{Rm} = RI_m$

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} > R \Rightarrow \frac{U_m}{U_{Rm}} = \frac{Z}{R} > 1 \Rightarrow U_m > U_{Rm}$$

L'amplitude de **u(t)** est toujours supérieure à celle de $\mathbf{u_R(t)}$.

La courbe **(I)** a l'amplitude la plus grande $\Rightarrow$ la courbe (I) est celle de **u(t).**

3°)

a- **u(t)** est en avance de phase par rapport à $\mathbf{u_R(t)}$

$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_{u_R} > 0 \Rightarrow \varphi_u - \varphi_i$. Donc le circuit est inductif

b- $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = 4.10^{-2}$ A . T=4ms $\Rightarrow \omega = 500\pi$ rad.s^{-1}

$$\varphi_u - \varphi_i = \omega.\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{8} = \frac{\pi}{4}\text{rad} \Rightarrow \varphi_i = -\frac{\pi}{4}\text{rad}$$

$$\Rightarrow i(t) = 4.10^{-2}\sin(500\pi t - \frac{\pi}{4})$$

c- L'ampèremètre indique la valeur efficace

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 2{,}83.10^{-2}\text{ A}$$

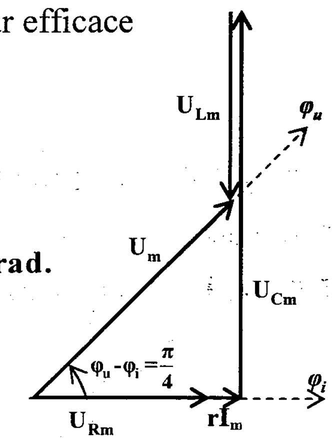
4°)

a - $U_m = 7V \rightarrow 7cm$;

$U_{Rm} = 4V \rightarrow 4cm$ et $\varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{4}$ rad.

$U_{Cm} = \frac{Im}{C\omega} = 6{,}37V \rightarrow 6{,}37cm$

(diagramme à l'échelle 1/2).



b- $rI_m = 1V \Rightarrow r = \frac{1}{0{,}04} = 25\Omega ; L\omega I_m = 11{,}4V \Rightarrow L = 0{,}181H$

5°)

$$U_{bm} = Z_b I_m = I_m\sqrt{r^2 + L^2\omega^2} = 11{,}4V \text{ et } tg(\varphi_{u_b} - \varphi_i) = \frac{L\omega}{r} = 11{,}4$$

$$\Rightarrow \varphi_{u_b} - \varphi_i = 1{,}48\text{rad}$$

D'où

$$\varphi_{u_b} = 1{,}48 - \frac{\pi}{4} = 0{,}7\text{rad donc } u_b(t) = 11{,}4\sin(500\pi t + 0{,}7)$$

6°) $W = P.\Delta t = (R+r)^2 I^2 = 125.(2{,}83.10^{-2})^2.60 = 6J.$

II-

1°) les tensions visualisées sont

- **$u(t) = u_{AM}$ sur la voie 1**
- **$u_b(t) = u_{BM}$ sur la voie 2**

2°)

a- Pour identifier **$u(t)$** et **$u_b(t)$.** on compare les phases ;

cherchons le signe de $\varphi_u - \varphi_{u_b}$ sachant $\left(-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_i < \frac{\pi}{2}\right)$

On a $u_b = L.\frac{di}{dt} \Rightarrow \varphi_{u_b} = \varphi_i + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_i = \varphi_{u_b} - \frac{\pi}{2}$

d'où $\left(-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_{u_b} + \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow -\pi < \varphi_u - \varphi_{u_b} < 0$

$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_{u_b} < 0$

Donc **$u(t)$** est toujours en retard de phase par rapport à **$u_b(t)$.**
Conclusion : la courbe **(1)** est celle de **$u(t)$**

b-

$\varphi_{u_b} - \varphi_u = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}$ rad. D'où $\varphi_i + \frac{\pi}{2} - \varphi_u = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_i - \varphi_u = 0$

$\Rightarrow$ ***le circuit est résistif (en résonance d'intensité).***

c- $I_m = \frac{U_m}{Z} = \frac{U_m}{R} = \frac{5}{100} = 5.10^{-2}$ A

d- $u_c(t) = \frac{1}{C}\int i dt = U_{Cm}\sin\left(\omega t + \varphi_{u_C}\right)$ **avec** $U_{Cm} = U_{bm} = 15V$

$\left(\text{car } L\omega = \frac{1}{C\omega}\right)$ **et** $\varphi_{u_C} = \varphi_i - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$ **rad** $\left(\text{car } \varphi_u = \varphi_i = 0\right)$

aussi $U_{Cm} = \frac{I_m}{C\omega} \Rightarrow \omega = \frac{I_m}{CU_{Cm}} = \frac{10^4}{12} 833 \text{rad.s}^{-1}$

donc $u_C = 15\sin\left(833t - \frac{\pi}{2}\right)$

e- $N = \frac{\omega}{2\pi} = 133$ **Hz. C'est larésonance :** $L = \frac{1}{C\omega} = 0,36$ **H**

3°)

$\varphi_{u_b} - \varphi_u > \frac{\pi}{2} (\text{car}\Delta t > \frac{T}{4}) \Rightarrow \varphi_i + \frac{\pi}{2} - \varphi_u > \frac{\pi}{2}$ Þ $\varphi_u - \varphi_i < 0$

$\Rightarrow$ **lecircuit devient capacitif. On a donc augmenté** $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$,

c'est à dire on a diminué C.

$U_{bm} = L\omega I_m$ **n'a pas changé (15V)** $\Rightarrow$ I_m **a resté constante**

$\Rightarrow Z = \frac{U_m}{I_m}$ **a resté constante (car** $U_m = 5V =$ **constante)**

$\Rightarrow R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 = Constante$

Or $\left(\frac{1}{C\omega} - L\omega\right)^2$ **a augmenté (C a diminué). Donc on a diminué R**

Exercice N° 4 :

1°)

a- I prend sa valeur max

$\rightarrow$Résonnance d'intensité

$\rightarrow$Circuit résistif

$\rightarrow Z_1 + r_0 + R + 20 + 10 = 30\ \Omega$

b- $\omega_1 = \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{4.10^{-2}.16.10^{-6}}} = 1250 \text{rad.s}^{-1}$

$U = Z_1 I_1 \text{ Þ } I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{12}{30} = 0{,}4A$

$I_{max} = I, \sqrt{2} = 0{,}4\sqrt{2}\ A$

c- Facteur de sur tension

$Q = \dfrac{U_C}{U} = \dfrac{Z_C.I}{Z.I} = \dfrac{1}{C\omega_0.(R+r)} = \dfrac{L\omega_0}{(R+r)}$

$Q = \dfrac{1}{16.10^{-6} \times 1250 \times 30} = 1{,}66$

$Q = \dfrac{U_C}{U} > 1 \quad \rightarrow \quad u_c > u \rightarrow$ **sur tension**

d- $u_c(t) = U_{cm} \sin(\omega t + \varphi_{uc})$

$U_{Cm} = Z_C I_m = \dfrac{I_m}{C\omega} = \dfrac{0{,}4\sqrt{2}}{16.10^{-6} \times 1250} = 28{,}28V$

$\varphi_u = \varphi_i = 0$ **(en phase)**

Or $u_c = \dfrac{q}{C} = \dfrac{1}{C} \square i.dt$ **avec** $\varphi_{u_C} = \varphi_i - \dfrac{\pi}{2}$

$u_c(t) = 28{,}28 \sin(1250t - \dfrac{\pi}{2})$ **en V**

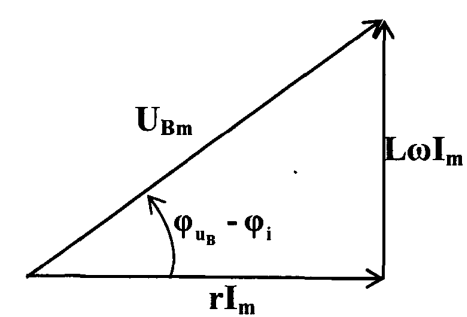
$u_B(t) = U_{Bm} \sin(\omega t + \varphi_{uB})$

$U_{Bm} = Z_B I_m$

$U_{Bm} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}.I_m = \sqrt{10^2 + (0{,}041 \times 1250)^2}.0{,}4$

$U_{Bm} = 28{,}84V$

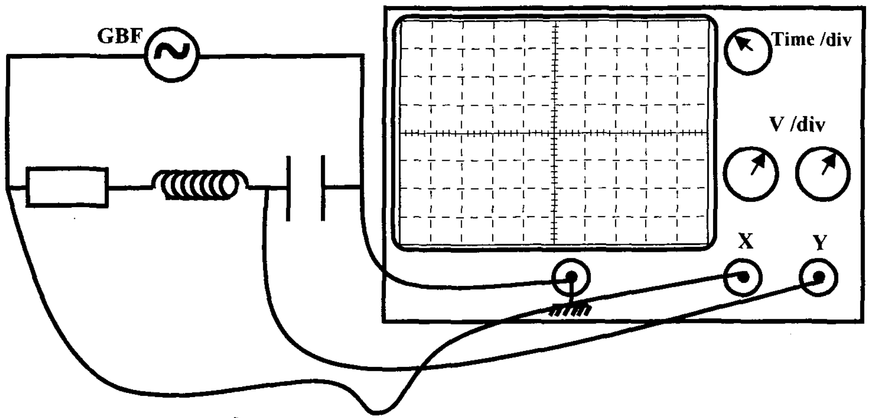
$u_B = L\dfrac{di}{dt} + ri$



$tg(\varphi_{u_B} - \varphi_i) = \dfrac{L\omega}{r} = \dfrac{0{,}04 \times 1250}{10} = 5 \Rightarrow \varphi_{u_B} - \varphi_i = 1{,}37\text{rad}$

$u_B(t) = 28{,}84 \sin(1250t + 1{,}37)$ **en V.**

e-



$$\left.\begin{array}{l}\Delta t < \dfrac{T_2}{4} \\ \Delta\varphi = \omega.\Delta t\end{array}\right\} \Rightarrow \overrightarrow{\Delta\varphi} < \omega_2.\frac{T_2}{4} \Rightarrow \Delta\varphi < \frac{2\pi}{T_2}.\frac{T_2}{4} \Rightarrow \Delta\varphi < \frac{\pi}{2}$$

u est toujours en avance de phase par rapport à u_c

$$0 < \varphi_u - \varphi_{u_C} < \frac{\pi}{2}$$

$$\text{or } \varphi_{u_C} = \varphi_i - \frac{\pi}{2} \text{ donc } \varphi_u - \left(\varphi_i - \frac{\pi}{2}\right) < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_u - \varphi_i < 0$$

u en retard % a i ⟶ circuit capacitif

b- $u = Z_2 I_2 \rightarrow Z_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{12}{0,32} = 37,5A$

$$Z_2 = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \Rightarrow Z_2^2 = (R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$$

$$\Rightarrow \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 = Z_2^2 - (R+r)^2 \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm\sqrt{Z_2^2 - (R+r)^2}$$

$$\Rightarrow L\omega_2 - \frac{1}{C\omega} = \pm\sqrt{Z_2^2 - (R_0+r)^2} \Rightarrow L\omega_2^2 - \frac{1}{C} = \pm\omega_2\sqrt{Z_2^2 - (R_0+r)^2}$$

$$\Rightarrow \underset{\underset{a}{\downarrow}}{0,04}\omega_2^2 + \omega_2\underset{\underset{b}{\downarrow}}{\sqrt{(37,5)^2 - (30)^2}} - \frac{1}{\underset{\underset{c}{\downarrow}}{16.10^{-6}}} = 0$$

$\omega_2 = 1000 rad.s^{-1}$

c- Facteur de puissance:

$$\cos(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{R_0 + r}{Z} = \frac{30}{37,5} = 0,8$$

- $u_{R_0}(t) = U_{R_0m}\sin\left(\omega_2 t + \varphi_{u_{R_0}}\right)$

$U_{R0m} = R_0.I_m = 20.0,32.\sqrt{2} = 9\ V$

- $\varphi_u - \varphi_i = \cos^{-1}(0,8)$

$\varphi_u - \varphi_i = \pm\ 0,64$ rad or circuit capacitif $\Rightarrow <0$

$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_i = -\ 0,64$ rad $\Rightarrow \varphi_i = 0,64$ rad $= \varphi_{u_{R_0}}$

$u_{R_0}(t) = 9 \sin(10^3 t + 0,64)$ en V.

d-

$$\mathscr{P} = \frac{U_m.I_m}{2}\cos(\varphi_u - \varphi_i) = U.I\cos(\varphi_u - \varphi_i)$$

$$\mathscr{P} = 12.0,32.0,8 = 3,07W$$

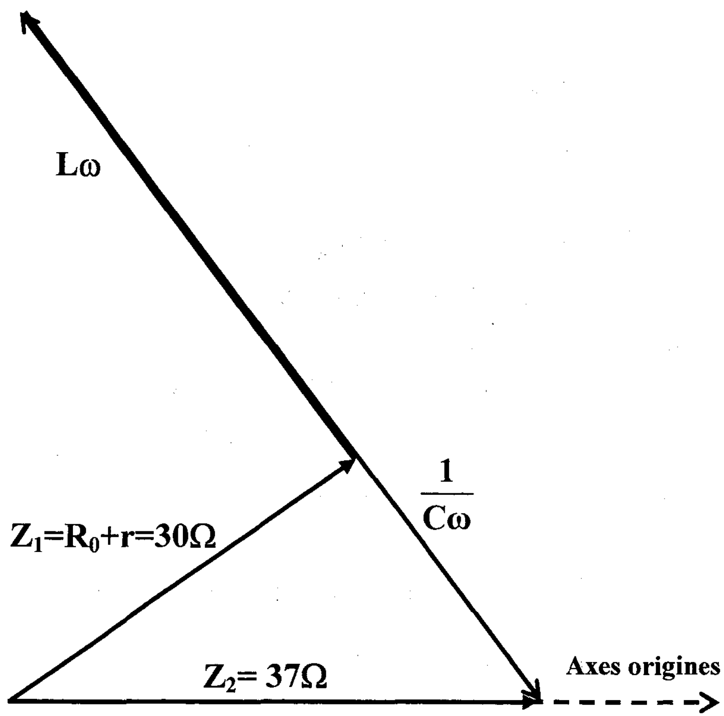
Ou bien :

$$P = (R + r)\,\frac{I^2}{2} + (R + r)\,I^2 = 30.(0,32)^2 = 3,07 \text{ watt}$$

e-

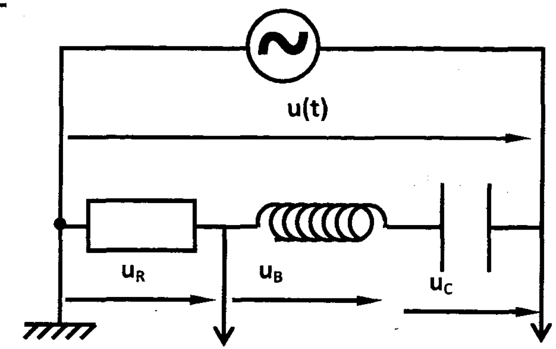
Echelle : $1\text{cm} \longrightarrow 5\Omega$

$L\omega = 40\Omega \longrightarrow 8\text{cm}$



Exercice N° 5 :

1°)



2°)

a- $T = 6 \text{ ms} = 6.10^{-3}.s$

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{6.10^{-3}} = 166,66\text{Hz}$$

b- $\Delta t = 1\text{ms} = \frac{T}{6}$

$$|\Delta\varphi| = \omega.\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}\text{rad}$$

u_R en avance % a u $\Rightarrow \varphi_{u_R} - \varphi_i = \frac{\pi}{3}$

or $u_R = R.i \Rightarrow \varphi_{u_R} = \varphi_i$ donc $\varphi_i - \varphi_u = \frac{\pi}{3}$ $\Rightarrow$ le circuit est capacitif

3°)

• $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$

$U_m = 4$ V

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{3}\,10^3 \text{ rad} = 1024 \text{ rad.s}^{-1}$$

$t = 0 \quad \left.\begin{array}{r} u(0) = U_m \sin(\varphi_u) = 0 \\ \cos(\varphi_u) < 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \varphi_u = \pi$

$u(t) = 4 \sin(1024t + \pi)$ en V

• $i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$

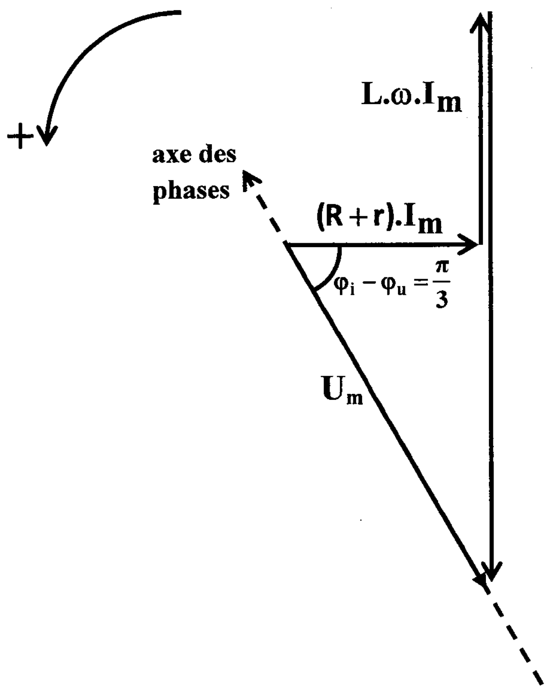
$I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{1}{10} = 0,1$ A

$\varphi_i - \varphi_u = \frac{\pi}{3}$

$I(t) = 0,1 \sin(1024t + \frac{4\pi}{3})$ en A.

4°)

a-



b- $\cos(\frac{\pi}{3}) = \frac{(R+r)I_m}{U_m} \Rightarrow r = \frac{U_m \cos(\frac{\pi}{3})}{I_m} - R = \frac{4.\cos(60)}{0,1} = 10\Omega$

$r = 10\ \Omega$

$tg(\frac{\pi}{3}) = \frac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R+r} \Rightarrow \frac{1}{C\omega} - L\omega = (R+r).tg(\frac{\pi}{3}) \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = L\omega + (R+r).tg(\frac{\pi}{3})$

$\Rightarrow \frac{1}{C} = L\omega^2 + (R+r).\omega).\omega\frac{\pi}{3}) \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2 + \omega.(R+r).tg(\frac{\pi}{3})}$

$C = \frac{1}{0,6.(1024)^2 + (20.1024.tg(60)} = 1,5.10^{-6}F$

5°) $U_m = 4V \left\{ \begin{array}{l} U_{Am} = U_{Rm} = 2v \\ U_{MB_m} = 2v \end{array} \right.$

a- On remarque que:

$U_m = U_{Rm} + U_{MB_{mA}}$

$ZI_m = RI_m + Z_{MB}\, I_m$

$Z^2 = R^2 + Z_{MB}^2 + 2\, RZ_{MB}$

$(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{a})^2 = R^2 + r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 + 2RZ_{MB}$

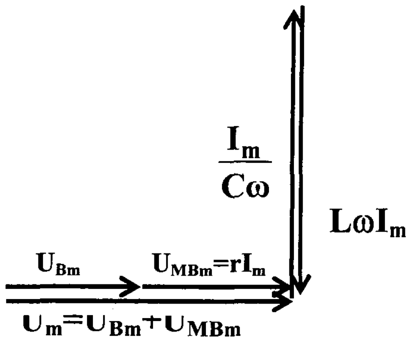
$2Rr + 2RZ_{MB}$

$r = Z_{MB}$

$r^2 = Z_{MB}^2 \quad \Rightarrow \quad r^2 = r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 \Rightarrow L\omega - \frac{1}{\omega} = 0$

$\Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \quad \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{LC} = \omega_0^2$

$\Rightarrow \quad \omega = \omega_0$ resonance d'intensité



Circuit resistant: $Z = (R + r)$

$U_m = (R + r)\, I_n = 4$ v

$U_{Rm} = RI_m = 2$ V $\Rightarrow$ $I_m = \frac{0,2}{10} = 0,2$ A

$U_{MB_m} = rI_n = 2$ V

b- $i(t) = I_m \text{ si } (\omega t + \varphi_i) = 0,2 \sin(\omega_0 t + \varphi_u)$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,6.1,5.10^{-6}}} = 1054 \text{ rad.s}^{-1}$$

$\varphi_i = \varphi_u = \pi$

$i(t) = 0,2 \text{ si } (1054t + \pi)$

c- $E_{\text{consommée}} = \mathscr{P}.T = (R + r).\frac{I_m^2}{2}.\frac{2\pi}{\omega_0}$

$$E_{\text{consommée}} = 20.\frac{(0,2)^2}{2}.\frac{2\pi}{1054} = 2,38.10^{-3} \text{ J}$$

d- $E = Ec + E_L$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = \frac{1}{2C}(2\,qi) + \frac{1}{2}L\left(2\frac{di}{dt}\right) = \frac{q}{C}i + L\,i\frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = i\left(\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt}\right)$$

Loi des mailles :

$u_B + u_R + u_c = u$

$$\Rightarrow L\frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{q}{C} = c \Rightarrow L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = u - (R+r)i$$

$$\text{donc } \frac{dE}{dt} = i(u - (R+r)i)$$

$$\begin{cases} u = U_n \sin(\omega_0 t + \varphi_u) \\ (R + r) = (R + r)\, I_m \sin(\omega_0 t + \varphi_i) \\ \omega = \omega_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_m = (r + R)\, I_m \\ \varphi_a = \varphi_i \end{cases}$$

$\rightarrow u - (R + r)\, i = 0$

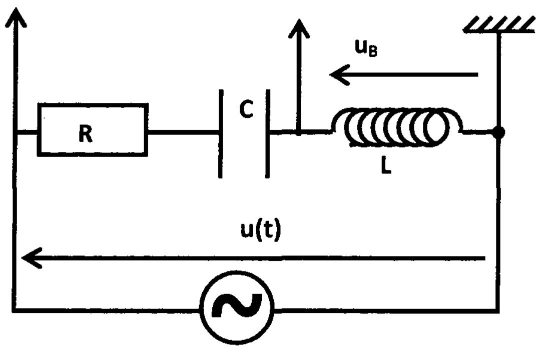
$$\rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \rightarrow E = \text{constante}$$

$$E = \frac{1}{2}L\,I_m^2 = \frac{1}{2}.0,6.(0,2)^2$$

$$E = 0,012\text{J}$$

Exercice N° 6 :

1°)



2°) On a $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$

Or $u_B = L\frac{di}{dt} \Rightarrow \varphi_{u_B} = \varphi_i + \frac{\pi}{2}$

Donc $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - (\varphi_{u_B} - \frac{\pi}{2}) < \frac{\pi}{2}$

$-\pi < \varphi_u - \varphi_{u_B} < 0$

u_B est toujours en avance % à **u(t)**

Donc la courbe **(1)** est $u_B(t)$ et la courbe **(2)** est **u(t)**

3°)

a- $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{10.10^{-3}} = 100$ Hz

b- $U_m = 6$ V

$U_{Bm} = 10$ V

4°)

• $U_{Bm} = L\,\omega\, I_m \Rightarrow I_m = \frac{U_{Bm}}{L\omega} = \frac{10}{5.10 - 2.(200\pi.} = 0{,}318A$

$I_m = 0{,}318$ A

• $Z = \frac{U_m}{I_m} = 18{,}85\Omega$

• $\Delta t = \frac{T}{6}$

• $|\Delta\varphi| = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}$

$\varphi_{u_B} - \varphi_u = \frac{\pi}{3}$ Donc $\varphi_u - \varphi_{u_B} = -\frac{\pi}{3}$

5°)

a- $\varphi_i = \varphi_{u_B} - \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \varphi_i - \varphi_{u_B} = -\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_{uB} = \varphi_u - (\varphi_i + \frac{\pi}{2}) = \varphi_u - \varphi_i - \frac{\pi}{2}$

Donc $\varphi_u - \varphi_i = (\varphi_u - \varphi_{u_B}) + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}$

b- $\varphi_u - \varphi_i > 0$ u(t) en avance par rapport à i(t) donc le circuit est inductif.

c- $\cos(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{R}{Z} \Rightarrow R = Z\cos(\varphi_u - \varphi_i)$

$\Rightarrow R = 18{,}85\cos(\frac{\pi}{6})$

$R \simeq 16\,\Omega$

d- $\operatorname{tg}(\varphi_u - \varphi_i) = \dfrac{L\omega - \dfrac{1}{C\omega}}{R}$

$\Rightarrow L\omega - \dfrac{1}{c\omega} = R\operatorname{tg}\left(\dfrac{\pi}{6}\right)$

$\Rightarrow \dfrac{1}{c\omega} = L\omega - R\operatorname{tg}\left(\dfrac{\pi}{6}\right)$

$\Rightarrow C = \dfrac{1}{L\omega^2 - R\omega\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{6}\right)} = 7.10^{-5}$ F

6°)

a- résonnance d'intensité:

$\omega = \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi N_0$

$N = N_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{5.10^{-2}\,7.10^{-5}}} = 85$ Hz

b- u et i en phase

$\varphi_u - \varphi_i = 0$

Or $\varphi_i = \varphi_{uB} - \dfrac{\pi}{2}$

Donc $\varphi_u - \left(\varphi_{uB} - \dfrac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow \varphi_u - \varphi_{uB} = -\dfrac{\pi}{2}$

Donc u(t) est en quadrature retard par rapport $U_B(t)$

c- $U_m = Z_0 I_m$ avec $Z_0 = R$

$U_m = RI_m$

$I_m = \dfrac{U_m}{R} = \dfrac{6}{16} = 0{,}375$A

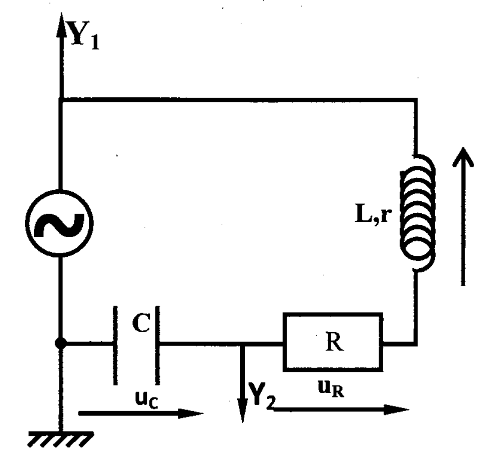
$I = \dfrac{I_m}{\sqrt{2}} = 0{,}265$A

- le voltmètre indique zéro car:

$U' = Z' I$ avec $Z' = \sqrt{\left(L\omega - \dfrac{1}{C\omega}\right)^2} = 0$

Exercice N° 7 :

1°)



2°) $N = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{10^{-2}.2} = 50$ Hz

- $U_m = U_{cm} = 8$ V
- u(t) est toujours en avance % à $u_c(t)$

la courbe (2)→ u(t)

la courbe (1)→$u_c(t)$

Justification :

$-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$

Or $u_c = \frac{1}{c}\int i\,dt$ d'ou $\varphi_{uc} = \varphi_i - \frac{\pi}{2}$

$\varphi_i = \varphi_{uc} + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_u - \varphi_{uc} - \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2} \Rightarrow 0 < \varphi_u - \varphi_{uc} < \pi$

$\varphi_u - \varphi_{uc}$ toujours positif : **u(t)** est en avance de phase par rapport à $u_C(t)$

3°)

a-

$\Delta t \rightarrow 1{,}6$ div
$T \rightarrow 10$ div

$\Delta t = \frac{1{,}6}{10}T = 0{,}16T$

$|\Delta\varphi| = \omega.\Delta t = \frac{2\pi}{T}.0{,}16T = 0{,}32\pi = \frac{\pi}{3}$

$\varphi_{uc} - \varphi_u = \frac{\pi}{3}$

b- $\varphi_{uc} - \varphi_i - \frac{\pi}{3}$

$\varphi_u - \varphi_{uc} = \varphi_u - \varphi_i + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{6}$

c- $\varphi_u - \varphi_q < 0$:le circuit est capacitif

d- $U_{cm} = \frac{I_m}{C\omega}$

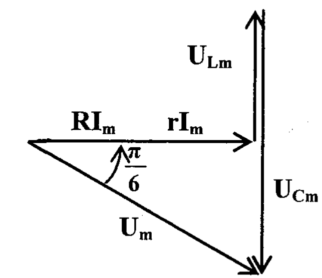
$I_m = U_{cm}.C.\omega = 42{,}5.10^{-6}.2\pi.50.8 = 0{,}1A$

$I_m = 0{,}1$ A

$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{8}{0{,}1} = 80\Omega$

$Z = 80\Omega$

4°) $L\frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{1}{c}\int i\,dt = u$



$\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{R+r}{Z}$

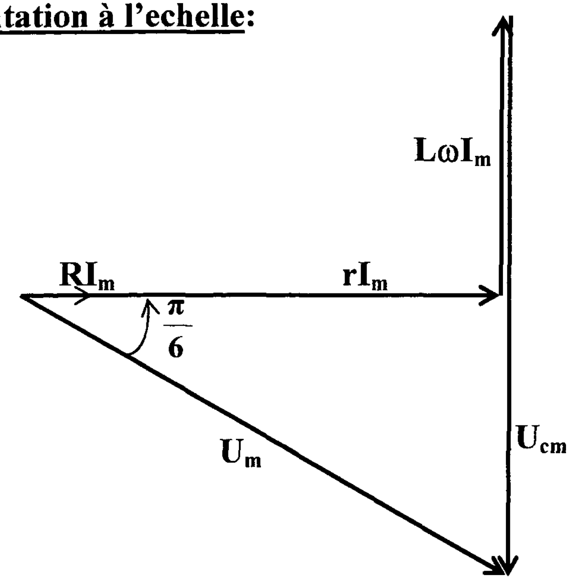
$r = Z\cos\frac{\pi}{6} - R = 80\cos\frac{\pi}{6} - 10$

$r = 60\ \Omega$

$tg\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\frac{1}{C.\omega} - L\omega}{R+r}$

$L = \frac{1}{C\omega^2} - \frac{(R+r)}{\omega}\,tg\,\frac{\pi}{6} = 0{,}13$ H

Repésentation à l'echelle:

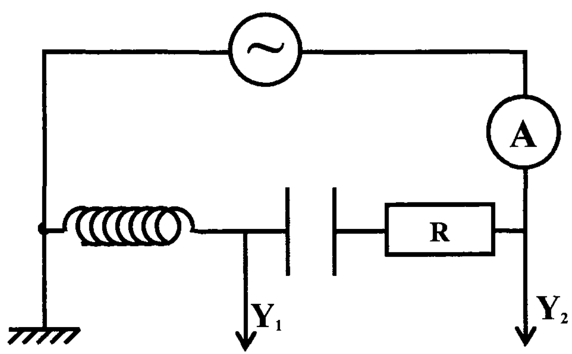


5°) Le circuit est capacitif ; $N < N_0$

Pour atteindre le résonnance, il faut augmenter la fréquence.

Exercice N° 8 :

1°)



Remarque : (u_1 , u_R) $U_m > U_{Rm}$

$$-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_{uR} < \frac{\pi}{2}$$

(u, u_c) u_c est toujours en retard % à u :

$$0 < \varphi_u - \varphi_{u_C} < \pi$$

(u, u_B) u_B est toujours en avance % à u :

$$0 < \varphi_{u_B} - \varphi_u < \pi$$

2°)

a- $$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20.10^{-3}} = 100\,\pi \text{ rad s}^{-1}$$

$$\begin{cases} \Delta t \rightarrow 4 \text{ div} \\ T \rightarrow 10 \text{ div} \end{cases}$$

$$\Delta t = 4\,\frac{T}{10} = 0{,}4\,T$$

$$|\Delta\varphi| = \omega\,\Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot 0{,}4\,T = 0{,}8\,\pi.$$

u_c est toujours en avance par rapport à **u(t).**

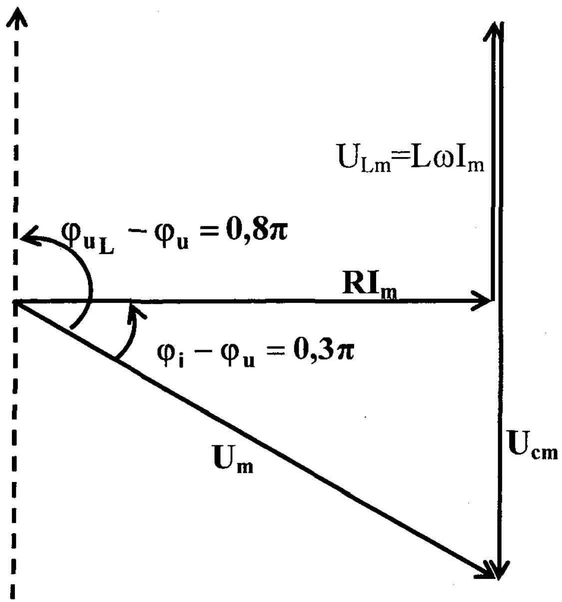
$$\varphi_{uc} - \varphi_u = 0{,}8\,\pi$$

b- loi des mailles :

$$u_c + u_R + u_c = u$$

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{c}\int i\,dt = u$$

c-



$\varphi_{u_B}-\varphi_u = 0,8\,\pi$

C_1 est en avance % à C_2

$C_1 \rightarrow\ u_L(t)$

$C_2 \rightarrow\ u(t)$

d-

$$\cos(0,3\,\pi) = \frac{RI_m}{U_m} \Rightarrow R = \frac{U_m.\cos(0,3\pi)}{I_m}$$

$$R = \frac{100}{0,652}\cos(0,3\,\pi) = 69\Omega$$

R= 69 Ω

• $U_{Lm} = L\,\omega\, I_m$

$$L = \frac{130}{100\,\pi.0,6\,52} = 0,48H$$

L = 0,48 H

• $$tg\,(0,3\,\pi) = \frac{\frac{1}{C\omega} - L\,\omega}{R}$$

$$\frac{1}{C\,\omega} - L\,\omega = R\ tg\,(0,3\,\pi)$$

$$\frac{1}{C\,\omega} = L\,\omega + R\ tg\,(0,3\,\pi)$$

$$C = \frac{1}{L\,\omega^2 + R\,\omega\ tg\,(0,3\,\pi)}$$

$$C = 12.10^{-6}\ F$$

$u_L(t) = 130\sin(100\,\pi t + \frac{\pi}{2})$. (v)

$u(t) = 100\sin(100\,\pi t - 0,3\,\pi)$.(v)

$u_c(t) = U_{cm}\sin(100\,\pi t - \frac{\pi}{2})$. (v)

$$U_{cm} = \frac{I_m}{C\omega} = \frac{0,652}{12.10^{-6}.100\,\pi} = 225\ V$$

Si on fait varier ω , **U_m et φ_u** ne change pas

3°)

a- u_L en quadrature de phase % à U : $\varphi_{uL} - \varphi_u = \frac{\pi}{2}$ or

$\varphi_{u_L} = \varphi_i + \frac{\pi}{2}$

$\varphi_u = \varphi_i \rightarrow$ circuit résistif

b- $\omega_1 = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}48.12.10^{-6}}} = 416{,}666 \text{ rad s}^{-1}$

$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{100}{69{,}2} = 1{,}44A$

$i(t) = 1{,}44 \sin(416{,}666t - 0{,}3\,\pi)$

Exercice N° 9 :

1°)

a- $U_m = Z.I_m$ et $U_{Rm} = R.I_m$

or $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

alors $Z > R$

d'où $U_m > U_{Rm}$

la courbe ayant l'amplitude la plus faible est $u_R(t)$ d'où la courbe $u_R(t)$ et la courbe 2.

b- u(t) est en avance de phase par rapport à $u_R(t)$ donc le circuit est inductif. D'où **D** est une bobine

c- Remarque :

Puissance : $\mathcal{P}_{moy} = \frac{U_m . I_m}{2} \cos(\varphi_{uD} - \varphi_i)$

$\Rightarrow \mathcal{P}_{moy} = U_D . I.\cos(\varphi_{u_D} - \varphi_i)$

facteur de puissance : $\cos(\varphi_{u_D} - \varphi_i) = Z_D.I \times I. \frac{R_D}{Z_D}$

$\mathcal{P}_{moy\ dipôle} = R_D.I^2$

- $\mathcal{P}_{condensateur} = 0$
- $\mathcal{P}_{bobine} = rI^2$
- $\mathcal{P}_{résistor} = R.I^2$
- $\mathcal{P}_{circuit} = (R+r).I^2$

d-

- $\mathcal{P} = r.I^2 \Rightarrow \mathcal{P} = r.(\frac{U_{Rm}^2}{R^2}) \Rightarrow r = \mathcal{P}.\frac{R^2}{U_{Rm}^2} = 2x\,(\frac{20}{10})^2 = 8\ \Omega$

$r = 8\ \Omega$

- $Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{28}{0{,}5\sqrt{2}} \simeq 40\ \Omega$

$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

$\Rightarrow Z^2 = (R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$

$\Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm\sqrt{Z^2 - (R+r)^2}$

Or le circuit est inductif : $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ d'ou

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \sqrt{Z^2 - (R+r)^2}$

$L\omega = \sqrt{Z^2 - (R+r)^2} + \frac{1}{C\omega}$

$L = -\frac{1}{\omega}\sqrt{Z^2 - (R+r)^2} + \frac{1}{C\omega^2}$

Or $\omega = \frac{2\pi}{2.10^{-2}} = 100\,\pi \text{ rd.s}^{-1}$

Alors $L = \frac{1}{100\pi} \times \sqrt{(40)^2 - (28)^2} + \frac{1}{50.10^{-6} \times 100\pi}$

$L = 0{,}29\ H$

2°)

a- $u(t) = 28 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})$. (en v)

$i(t) = 0{,}5\sqrt{2}.\sin(100\pi t + \varphi_i)$

or $|\Delta\varphi| = \omega.\Delta t \Rightarrow |\Delta\varphi| = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{8} = \frac{\pi}{4}$

u est en avance par rapport à $\mathbf{u_R}$ donc $\varphi_u - \varphi_{u_R} = \frac{\pi}{4}$

$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{4}$ car $\varphi_{u_R} = \varphi_i$

Ou bien : $u_R(0) = 10\sqrt{2}.\sin(\varphi_{u_R}) = 10V$

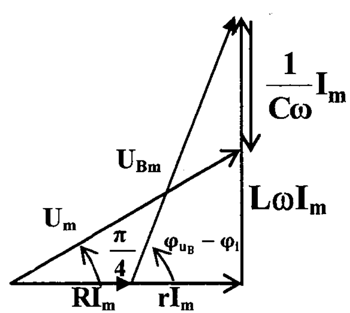
Donc $\sin(\varphi_{u_R}) = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\cos(\varphi_{u_R}) > 0$

Alors $\varphi_{u_R} = \frac{\pi}{4}$ **rad**

$i(t) = 0{,}5\sqrt{2}. \sin(100\pi.t + \frac{\pi}{4})$ (en A)

b-



c- $u_B(t) = U_{Bm}.\sin(\omega t + \varphi_{uB})$

or $U_{Bm} = Z_B . I_m = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} . I_m$

$U_{Bm} = \sqrt{8^2 + (0{,}29 \times 100\pi)^2} \times 0{,}5.\sqrt{2}$

$U_{Bm} = 46\sqrt{2}$ v

• $tg(\varphi_{uB} - \varphi_i) = \frac{L\omega}{r} = \frac{0{,}29.100\pi}{8} = 11{,}38.$

Donc $\varphi_{uB} - \varphi_i = 1{,}48$ rd

D'où : $\varphi_{uB} = 1{,}48 + \frac{\pi}{4} = 2{,}26$ rd.

$u_B(t) = 46\sqrt{2}. \sin(100\pi t + 2{,}26)$ (en v)

3°)

a- pour $L = L_2$:

$U_2 = 0 \Rightarrow Z_2.I = 0 \Rightarrow \sqrt{(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = 0$

$\Rightarrow L_2\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow L_2\omega = \frac{1}{C\omega}$

Donc le circuit est résistif ; est en éat de résonnance d'intensité.

$L_2 = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{50.10^{-6}.(100\pi)^2} = 0{,}2$ H

• on observe 2 courbes en phase de la même amlitude →c'est la courbe 1 (elle ne change pas)

b- $L = L_1$

$u_1 = u_2 \Rightarrow Z_1.I = Z_2 . I$

$R = \sqrt{(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \Rightarrow R^2 = (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$

$\Rightarrow L\,\omega - \dfrac{1}{C\,\omega} = IR$

On a: $L_1 < L_2$

$L_1\,\omega < L_2\,\omega = \dfrac{1}{C\,\omega} \Rightarrow L_1\,\omega < \dfrac{1}{C\omega}$

Donc le circuit est capacitif

$L_1\,\omega - \dfrac{1}{C\omega} = -R \Rightarrow L_1\,\omega = -R + \dfrac{1}{C\omega}$

$\Rightarrow L_1 + \dfrac{-R}{\omega} + \dfrac{1}{C\,\omega^2} \Rightarrow L_1 = \dfrac{-20}{400\,\pi}$

$L_1 = 0{,}13$ H

Exercice N° 10 :

1°)

a- $U_{DM_{max}} = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}\,.I_m$ et

$U_{NMmax} = RI_{max}$

Comme $\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2} > R \Rightarrow U_{DM_{max}} > U_{NM_{max}}$

$\Rightarrow$ l'oscillogramme (s) qui possède l'amplitude la plus élevée correspond à la tension **u(t)**

l'oscillogramme (s') correspond donc à la tension **$u_{NM}(t)$;** il permet aussi de déterminer $i(t) = \dfrac{u_{NM}(t)}{R}$

b- $U_{NM}(t) = R.i(t) \Rightarrow i(t)$ est en phase avec $u_{NM}(t)$. $|\Delta\varphi| = |\varphi_u - \varphi_i| = \omega.\Delta t = \dfrac{2\pi}{T}.\dfrac{T}{12} = \dfrac{\pi}{6}$ **rad** (**Δt** est le décalage horaire entre **u** et ***i*** qu'on lit sur les courbes)

u(t) atteint son maximum avant **$u_{NM}(t)$**.

u(t) est en avance de phase par rapport à **i(t)**

$\Rightarrow \Delta\varphi > 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = +\dfrac{\pi}{6}$

Le circuit est inductif

c- amplitude de **u(t) :** $U_{max} = U_{DM}\sqrt{2} = 17{,}32.\sqrt{2}$ **V**

phase de **u(t) :** à t=0s u(t)=0 et croissant $\Rightarrow \varphi_u = 0$

amplitude de i(t) : $I_{max} = I_e\sqrt{2} = \dfrac{U_{NMmax}}{R} = \dfrac{10\sqrt{2}}{80}$

$\Rightarrow I_{max} = I_e\sqrt{2} = 0{,}125\sqrt{2}A$

phase de **i(t) :** $\varphi_u - \Delta\varphi = -\dfrac{\pi}{6}$ **rad**

d'où les expressions **: u(t)= $17{,}32.\sqrt{2}\sin(100\pi t)$**

i(t)= $0{,}125\sqrt{2}\ \sin(100\pi t - \dfrac{\pi}{6})$

2°)

a- Le circuit étant inductif **u(t) =u_{DM}(t)** en avance sur **i(t)** de phase c'et à dire sur **u_{NM}(t)** , la construction de Fresnel de la figure (3-a-) convient.

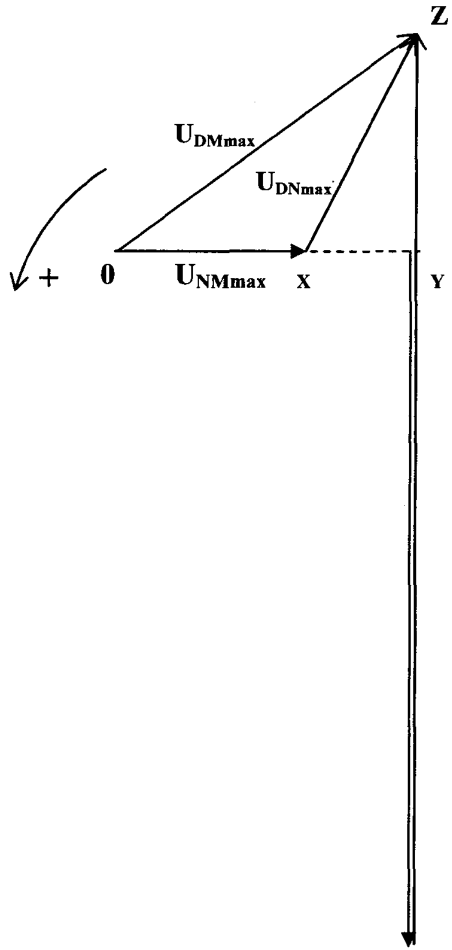
b-

- **r.*i*(t)** est representer par le vecteur $\overrightarrow{XY}$ sa longueur est **1,5cm, $rI_{max} = r.I_e.\sqrt{2} = 5.\sqrt{2}$**

- $\dfrac{1}{C}\int idt$ est representer par le vecteur $\overrightarrow{YA}$. Comme

$\dfrac{I_{max}}{C\omega} = \dfrac{I_e\sqrt{2}}{C\omega} = 34{,}6\sqrt{2}V$ $\overrightarrow{YA}$ a une longueur est **10,4cm.**

• $L\frac{di}{dt}$ est representer par le vecteur $\overrightarrow{AZ}$ de longueur **13cm**, soit $L\omega I_{max} = L.\omega.\alpha_e.\sqrt{2} = 43{,}3.\sqrt{2}$



c- $rI_{max} = r.I_e.\sqrt{2} = 5.\sqrt{2} \Rightarrow r = \frac{5.\sqrt{2}}{I_e.\sqrt{2}} = \frac{5}{I_e} = 40\Omega$

$r = 40\ \Omega$

$L\omega\ I_{max} = L\ \omega\ I_e\ \sqrt{2} = 43{,}3\ \sqrt{2}$ v

$L = 1{,}1$ H

La tension $u_{DN}(t)$ est représentée par le vecteur de Fresnel $\overrightarrow{XZ}$ de longueur 3 cm.

$U_{DNmax} = U_{DN}\sqrt{2}$ puisque $\|\overrightarrow{OX}\| = \|\overrightarrow{XZ}\|$. La phase initiale de $u_{DN}(t)$ qui est donnée par l'ongle $(\overrightarrow{OZ}, \overrightarrow{XZ})$ est égale à $+\frac{\pi}{6}$ rad

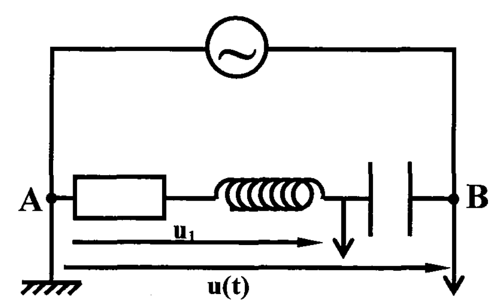
$$u_{DN}(t) = 10\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})$$

3°) $$I_{max} = \frac{U_{DMmax}}{\sqrt{(R+r)^2 + (2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC})^2}}$$

$$Q_{max} = \frac{U_{DMmax}}{\sqrt{[(2\pi Nf(R+r)^2])^2\left[(L(2\pi N)^2 - \frac{1}{C}\right]^2}}$$

Exercice N° 11 :

1°)



2°)

a- $U_{1m} = 25$ V

$U_m = 25$ V

b- $T = 40.0,2\,\pi\,10^{-3} = 8\,\pi.10^{-3}$s

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 250$ rad s^{-1}

c- $\Delta t = \frac{T}{4}$ $\qquad |\Delta\varphi| = \frac{\pi}{2}$

u_1 en avance % à u(t) $\qquad \varphi_{u1} - \varphi_u = \frac{\pi}{2}$

d- $\varphi_{u1} = \varphi_u + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{4}$

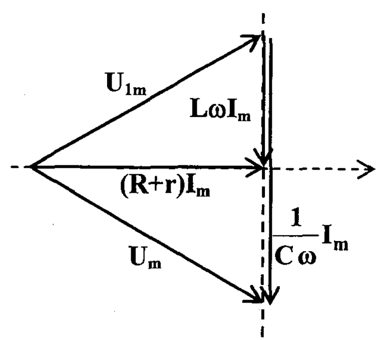
3°)

a- Loi des mailles :

$$u_B(t) + u_R(t) + u_c(t) = u(t)$$

$$L\frac{di}{dt} + (R + r)i + \frac{1}{c}\square\, i\, dt = u(t)$$

b-



c- $(R + r)I_m$ represente dans **2,5cm** comme $L\omega I_m$ donc $L\omega = (R + r)$

d- $\begin{cases} (R + r) = L\omega \\ R + r = 250\ \Omega \end{cases}$

Ou bien $tg\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{L\omega}{R+r} = 1 \rightarrow L\omega = R + r$

$$U_{1m} = Z_1 I_m = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$$

$$= \sqrt{2\,(L\omega)^2}\, I_m$$

$$U_{1m} = L\omega\sqrt{2}\, I_m$$

$$I_m = \frac{U_{1m}}{L\omega\sqrt{2}} = \frac{25}{250\sqrt{2}} = 0{,}07A$$

$$tg\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\frac{1}{c\omega} - L\omega}{(R+r)}$$

$$\frac{1}{c\omega} - L\omega = (R + r)\, tg\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$\frac{1}{c\omega} = L\omega + (R + r)\, tg\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$C = \frac{1}{L\omega^2 + \omega\,(R+r)\,tg\left(\frac{\pi}{4}\right)} = 8.10^{-6}\ F$$

B- Chimie

Thème -1- Cinétique chimique.

Exercice N°1 :

L'acide chlorhydrique réagi avec le zinc en donnant du dihydrogène et une solution aqueuse de chlorure de zinc.

$$2\,H_3O^+ + 2\,Cl^- + Zn \longrightarrow H_2 + (Zn^{2+} + 2\,Cl^-) + 2\,H_2O$$

A la date **t=0s,** on introduit une masse m=1,0g de zinc en poudre dans un ballon contenant **v= 40mL** d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire **C_a=0,50 mol.L^{-1}**. On recueille le gaz dihydrogène formé au cours du temps et on en mesure son volume V.

1°) Dresser le tableau d'avancement et en déduire l'avancement maximal

2°) Le volume molaire du gaz lors de l'expérience étant V_m=24L.mol^{-1}, déterminer la concentration C de la solution en ion Zn^{2+} lorsque le volume de gaz est **V=0,103L.**

3°)Déterminer la concentration finale des ions Zn^{2+} en fin de la réaction et calculer la masse du zinc restant.

On donne : **M(Zn)= 65,4g.mol^{-1}**

Exercice N°2 :

On étudie la cinétique de l'oxydation des ions iodure par les ions péroxodisulfate suivant l'équation :

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

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 $S_2O_8^{2-}$ qui réagissent avec le diiode au fur et à mesure de sa formation suivant l'équation :

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

La transformation associée et totale et très rapide, elle régénère les ions I^-.

On réalise l'expérience suivante :

Dans un bécher, on verse :

- Un volume V_T= 1mL d'une solution aqueuse (T) de thiosulfate de potassium de concentration **C=1mol.L^{-1}** ;
- Deux gouttes d'empois d'amidon ;
- Une solution aqueuse d'iodure de potassium (apportant des ions iodures en excès) pour obtenir en tout **160mL** de solution.

A la date **t=0s**, on ajoute **40mL** de solution de péroxodisulfate de sodium de concentration égale à **0,1mol.L^{-1}**. Le volume de solution totale est alors de **200mL.**

A la date **t_1=52s**, l'empois d'amidon se colore en bleu, instantanément, on ajoute à nouveau un volume **V_T=1mL** de la solution (T). La coloration bleue disparaît alors et à la date **t_2=115s**, elle réapparaît.

1°) La réaction **(1)** démarre à **t=0s**, pourquoi la teinte bleue ne se manifeste-t-elle qu'à **t_1** ?

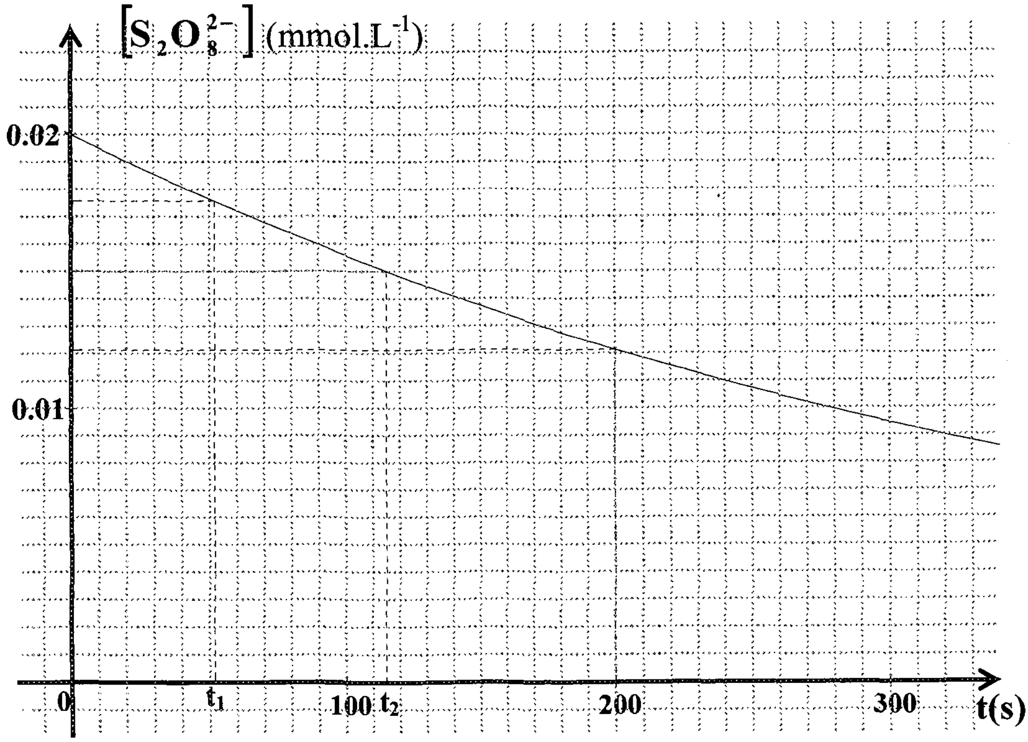
2°) Construire le tableau descriptif de l'évolution du système chimique.

3°) La courbe donnée ci-après représente la concentration molaire en ions péroxodisulfate en fonction du temps.

a- Retrouver à l'aide des données numériques de l'énoncé la valeur de la concentration molaire de $S_2O_8^{2-}$ aux instants **t=0s**, t_1 et t_2.

b- Déterminer la valeur de l'avancement maximale.

c- Déterminer le temps de demi-réaction.



Exercice N°3:

A l'instant t=0s, on réalise le mélange M formé d'un volume **V= 100mL** de solution **(S)** de péroxodifulfate d'ammonium (**C=0,12mol.L^{-1}**) et d'un volume **V'=100mL** de solution **(S')** d'iodure de potassium (**C'=0,2mol.L^{-1}**). Une oxydation lente de I^- par $S_2O_8^{2-}$ se produit.

1°)

a- Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction correspondantes et l'équation de la réaction.

b- Déterminer les quantités de matière des espèces chimiques présentes à l'état initial.

En déduire, à la date t=0s, la concentration molaire en ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ notée $[S_2O_8^{2-}]_0$ et en ion iodure I^- notée $[I^-]_0$

c- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système. déduire l'avancement final de la réaction.

2°) On prélève, à différentes dates t, des volumes **V_1=10mL** du mélange **M** que l'on refroidit dans l'eau glacée. On dose le diiode I_2 formé par une solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) de concentration molaire C_2**=0,1mol.L^{-1}** en présence d'empois d'amidon.

a- Préciser le rôle de l'empois d'amidon.

b- Ecrire l'équation de la réaction qui modélise la réaction de titrage.

c- Dans le tableau ci-dessous, on a noté les différentes valeurs V_2 du volume de thiosulfate de sodium nécessaire au dosage des différents prélèvements.

t(min)	**0**	**4,5**	**8**	**16**	**20**	**25**	**30**	**36**	**44**	**54**	**69**
V_2(mL)	**0**	**1,8**	**2,4**	**4**	**4,8**	**5,6**	**6,1**	**6,9**	**7,4**	**8,4**	**9,2**
$[I_2]$(mmol.L^{-1})	**0**										

-Etablir l'expression de l'avancement volumique suivante $[I_2]=\frac{x}{V_1}=\frac{C_2.V_2}{2V_1}$.

-Compléter le tableau.

-Tracer la courbe $[I_2]=f(t)$.

Peut-on dire qu'à la date **t = 69 min** la réaction est pratiquement terminée ?

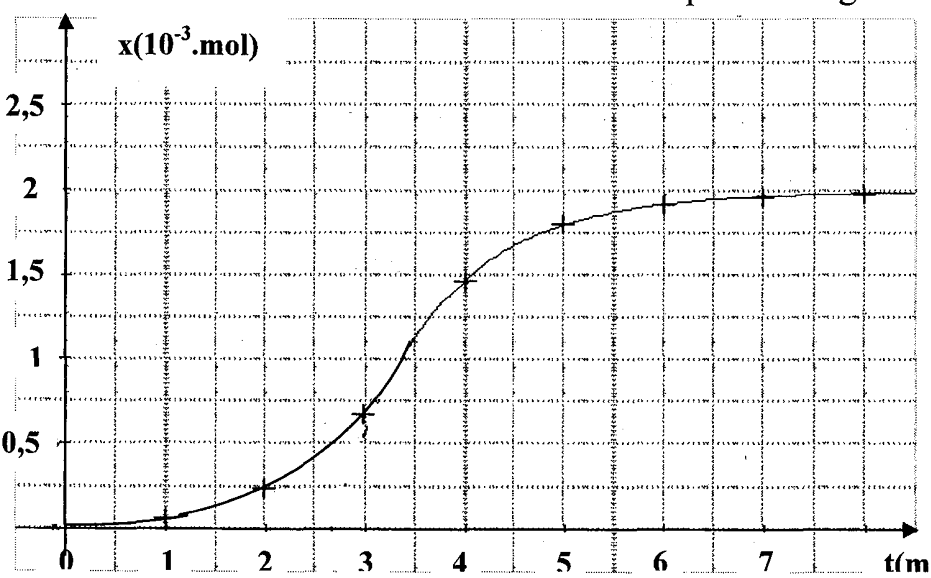
3°)Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$, le déterminer graphiquement ?

Exercice N°4 :

On considère la réduction des ions permanganate MnO_4^-(aq) par les ions oxalate $C_2O_4^{2-}$(aq). On peut proposer l'équation chimique suivante :

$$2MnO_4^-(aq) + 5C_2O_4^{2-}(aq) + 16\ H_3O^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 24H_2O$$

Dans les conditions d'études, la transformation est lente. On donne la courbe d'évolution de l'avancement de la réaction au cours du temps sur la figure suivante :



1°)La courbe présentée est différente de l'allure généralement obtenue pour l'évolution de l'avancement au cours du temps. Indiquer quelles sont les différences.

2°)L'ion permanganate est le réactif limitant. Construire le tableau descriptif de l'évolution du système chimique.

3°)

a- En utilisant la courbe précédente, déterminer la valeur de l'avancement maximal.

b- En déduire la quantité de matière initiale d'ions permanganate.

4°)A quelle date la quantité de matière d'ions permanganate est-elle égale à **$4{,}8.10^{-4}$ mol** ?

5°)Le volume total du mélange réactionnel est égal à **40mL.** A quelle date la concentration en ion manganèse **Mn^{2+} (aq)** est–elle égale à **7.10^{-2}mol.L^{-1}** ?

6°)Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire des gaz est **V_m= 24L.mol^{-1}**. A quelle date le volume de dioxyde de carbone produit est-il égal à **192mL** ?

Exercice N°5 :

Les ions iodure I^- sont lentement oxydés par les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ selon l'équation-bilan : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2.SO_4^{2-}$ **(1)**

1°)

a- Quelle est la couleur du mélange réactionnel après quelques instant de réaction.

b- En ajoutant quelques gouttes d'empois d'amidon initialement incolore au mélange réactionnel, celui-ci prend une teinte bleue. Quelle espèce chimique a été mis en évidence par l'empois d'amidon ?

c- Le thiosulfate de sodium **$Na_2S_2O_3$** réagit avec le diiode selon la réaction rapide et totale modélisée par l'équation :

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

Quelle est la couleur du mélange réactionnel obtenu, si l'on verse à l'avance un excès de thiosulfate de sodium et quelques gouttes d'empois d'amidon ?

2°)On peut déterminer en utilisant le principe des réactions décrit ci-dessus, le temps nécessaire pour qu'il se forme n moles de diiode dans la réaction **(1).**

On prépare pour cela une solution contenant :

- **10mL** de solution d'iodure de potassium de concentration molaire **0,1mol.L^{-1}**.
- **2mL** de thiosulfate de sodium de même concentration molaire que la solution d'iodure de potassium.
- Quelques gouttes d'empois d'amidon.

A l'instant de date **t_0=0s**, on ajoute **2mL** de péroxodisulfate à **0,5mol.L^{-1}**, à l'instant de date **t_1=46s** apparaît une coloration bleue. On ajoute alors **2mL** de thiosulfate qui fait disparaître la coloration bleue ; elle apparaît à la date **t_2=128s**. on ajoute alors **2mL** de solution de thiosulfate etc…

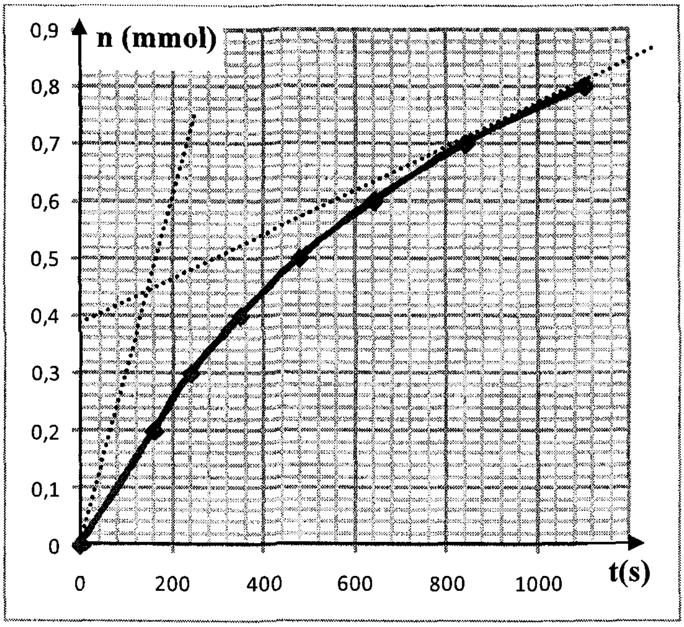
a- Expliquer comment cette méthode permet d'obtenir le nombre n.

b- Calculer le nombre n obtenu entre les instants t_0 et t_1.

c- Vérifier qu'entre deux ajouts de la solution de thiosulfate la variation de n est la même.

d- Dresser le tableau d'avancement. Montre que les ions $S_2O_8^{2-}$ limitent la réaction.

3°) Les résultats des mesures de la deuxième question sont consignés dans le graphe de la courbe suivante :



a- Définir la vitesse de réaction et préciser son unité dans le système international des mesures.

b- Exprimer la vitesse de réaction en fonction de n et calculer sa valeur aux dates t_0=0s et t_1=1000s.

c- Comment varie la vitesse ? Quel est le facteur cinétique responsable de cette variation ?

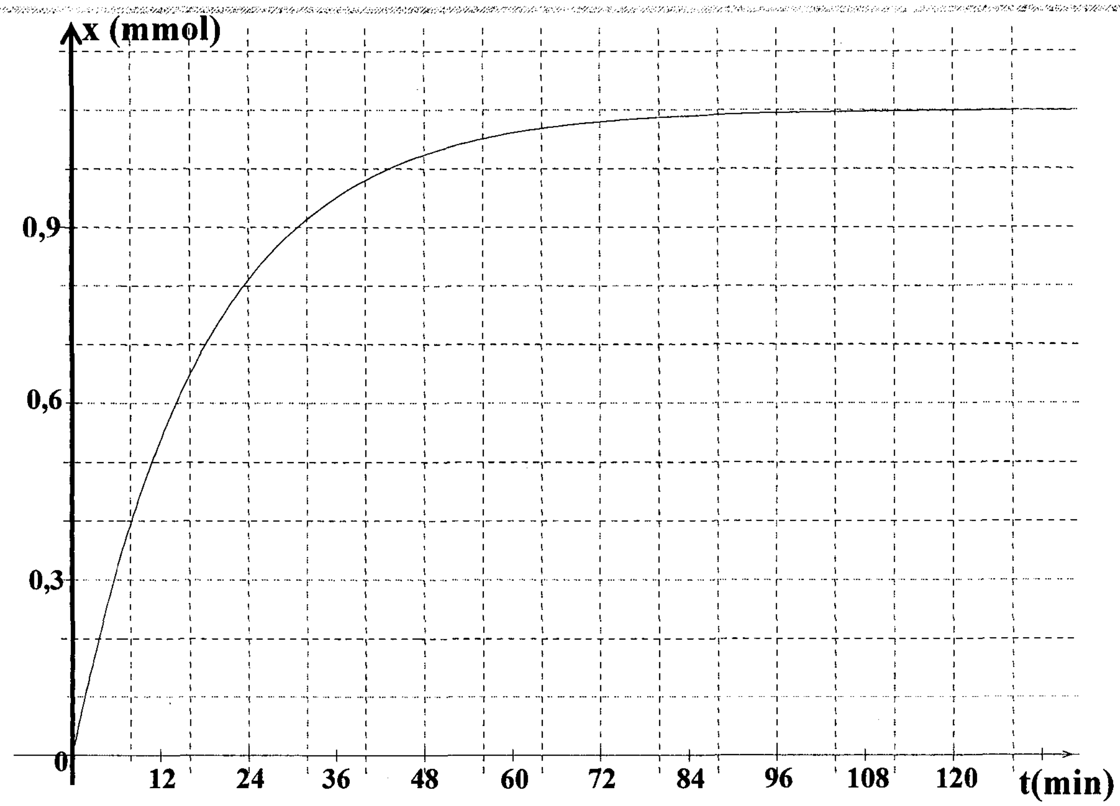
Exercice N°6 :

A une température fixe **θ,** on réalise l'oxydation des ions iodure I^- par les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$;

Il s'agit d'une transformation chimique totale modélisée par l'équation :

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

A **t=0s**, on mélange un volume V_1**=0,1L** d'une solution d'iodure de potassium de concentration $C_1=5.10^{-2}mol.L^{-1}$ avec V_2**=0,01L** de solution de péroxodisulfate de potassium de concentration C_2. après homogénéisation du mélange, on suit expérimentalement l'évolution au cours du temps de l'avancement **x** de cette réaction. On donne le graphe suivant :



1°) Définir puis déterminer à partir du graphe :

a- La vitesse initiale de la réaction à t=0s.

b- Le temps de demi-réaction $\mathbf{t}_{1/2}$

c- La vitesse de la réaction à $\mathbf{t}_{1/2}$.

d- Justifier l'évolution de la réaction au cours du temps.

2°) L'ion péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ étant le réactif limitant, déterminer sa concentration initiale C_2 ainsi que celle dans le mélange réactionnel à t=0s: $[S_2O_8^{2-}]_0$ (utiliser un tableau descriptif d'évolution).

3°) Calculer la concentration dans le mélange réactionnel des ions iodure en fin de réaction.

4°) On réalise le même mélange que précédemment et on lui ajoute quelques gouttes d'une solution de sulfate de fer II. On maintient la température à la valeur $\boldsymbol{\theta}$. Dans ce cadre de cette expérience, il est question de tracer la courbe ζ_2 illustrant l'évolution de l'avancement $\mathbf{x}$ de la réaction entre les ions iodures et les ions péroxodisulfate ; pour cela il est demandé :

a- De comparer, en le justifiant, les vitesses initiales de la réaction dans les deux expériences.

b- D'en déduire un tracé approximatif, de la tangente à la courbe ζ_2 à la date t=0s.

c- De donner un tracer approximatif de la courbe.

Exercice N°7

On fait l'étude cinétique de la réaction lente et totale d'équation :

$$2I^- + H_2O_2 + 2\,H_3O^+ \longrightarrow I_2 + 4H_2O$$

Pour déterminer la durée t nécessaire à la formation de n mol de I_2, on ajoute à l'avance dans le milieu réactionnel un volume V d'une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire C.

L'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ réagit instantanément avec I_2 formé (de couleur jaune) pour régénérer l'ion I^- incolore. A près une durée t, la couleur jaune de I_2 apparaît.

1°) Ecrire l'équation de la réaction de dosage entre $S_2O_3^{2-}$ et I_2. Calculer la quantité n de I_2 formé pendant la durée t, par la réaction, sachant que **V=2mL** et **C=1mol.L^{-1}**.

2°) On prépare un mélange contenant : **10mL** d'une solution de **KI (1M)**, **2mL** d'une solution de $Na_2S_2O_3$ **(1M)** et un excès d'une solution acide.

- A l'instant **t=0s,** on ajoute 1mL d'une solution de H_2O_2 à **9,88mol.L^{-1}**.
- A l'instant **t_1=86s**, la couleur de I_2 apparaît. On ajoute **2mL** de $Na_2S_2O_3$ qui fait disparaître la couleur. Celle-ci réapparaît à l'instant **t_2=183s**. on ajoute alors 2mL de $Na_2S_2O_3$, etc….On obtient le tableau suivant :

t(s)	86	183	293	419	570	755	996	1341	1955
n (10^{-3}mol)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

a- Tracer, sur papier millimétré, la courbe n=f(t).

b-

- Calculer l'avancement x et la vitesse de la réaction étudiée à la date **t=500s.**
- Comment varie cette vitesse au cours du temps ? Quel est le facteur cinétique qui la fait varier ?

Exercice N°8

On prend plusieurs tubes chacun contenant 10mL d'une solution d'eau oxygénées H_2O_2 et environ 1mL d'une solution concentrée de sulfate de **fer III**. Il se passe la réaction de décomposition suivante :

$$2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$

A l'instant t=0s, la solution contient **8.10^{-4} mol** de H_2O_2. A l'instant t, on prend l'un des tubes et on dose H_2O_2 restant en milieu acide et en présence d'eau glacée, avec une solution de **$KMnO_4$** de concentration C.

La réaction du dosage est :

Soit V le volume de la solution de **$KMnO_4$** nécessaire pour doser la quantité de H_2O_2 restant à l'instant t.

1°) Quel est le rôle des ions $\mathbf{Fe^{2+}}$ dans cette réaction ? Pourquoi a-t-on utilisé l'eau glacée ?

2°)

t(min)	**0**	**5**	**10**	**20**	**40**
V(mL)	**16**	**12,9**	**10,4**	**6,9**	**2,9**
n($\mathbf{H_2O_2}$) en 10^{-4} mol	**8**				

a- Calculer C ;

b- Compléter le tableau

c- tracer la courbe $\mathbf{n(H_2O_2)= f(t)}$.

3°) Calculer la vitesse moyenne de la réaction entre $\mathbf{t_1=0s}$ et $\mathbf{t_2=10min}$.

4°) Déterminer la vitesse de la réaction à $\mathbf{t_3=15min}$. Comment varie-t-elle au cours du temps ?

5°) A quel instant se sont-ils décomposés les $\frac{3}{4}$ de $\mathbf{H_2O_2}$ **?** Quelle est alors la quantité de $\mathbf{O_2}$ dégagée ?

6°) Déterminer l'instant $\mathbf{t_4}$ pour laquelle la vitesse instantanée de la réaction est égale à la vitesse moyenne calculée dans la question 3-.

7°) Déterminer graphiquement l'instant t_5 pour lequel la vitesse instantanée de la réaction vaut $\mathbf{0,3.10^{-4}mol.min^{-1}}$.

<u>Exercice N°9 :</u>

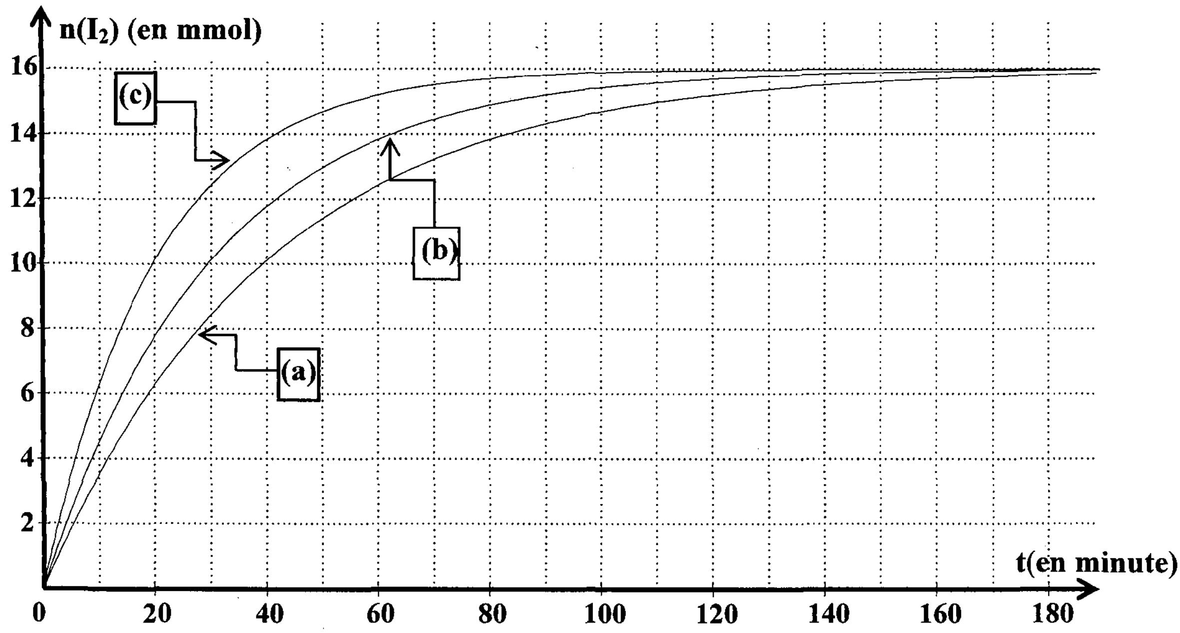
On réalise l'oxydation des ions iodures $\mathbf{I^-}$ par l'eau oxygénée $\mathbf{H_2O_2}$ en milieu acide selon la réaction totale d'équation :

$$\mathbf{2\,I^- + H_2O_2 + 2\,H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4\,H_2O}$$

Trois expériences sont réalisées suivant les différentes conditions expérimentales précisées dans le tableau :

Numéro de l'expérience	(1)	(2)	(3)
Quantité initiale de $\mathbf{H_2O_2}$ en $\mathbf{10^{-3}}$ **mol.**	$\mathbf{n_0}$	n_0	n_0
Quantité initiale de $\mathbf{I^-}$ en $\mathbf{10^{-3}}$ **mol.**	40	80	80
Quantité initiale de $\mathbf{H_3O^+}$	En excès	En excès	En excès
Température du milieu réactionnel en °C	20	40	20

A l'aide de moyens appropriés, on suit la variation du nombre de moles de diiode formé $\mathbf{n(I_2)}$ en fonction du temps **t** au cours de chacune des trois expériences réalisées. Les résultats obtenus sont représentés par le graphe de la figure-1.



1°) Dire, en le justifiant, si H_3O^+ joue le rôle de catalyseur ou de réactif dans chacune des trois expériences.

2°) Préciser, en le justifiant, la nature du réactif en défaut ; en déduire la valeur de n_0.

3°)

a- Déterminer, à partir du graphe, la vitesse moyenne d'apparition du diiode entre les instants $t_1 = 0$ **min** et $t_2 = 30$ **min** à partir de chacune des trois courbes **(a)**, **(b)** et **(c)**.

b- Attribuer, en le justifiant, la case qui convient à chacune des lettres **a**, **b** et **c** dans le tableau suivant pour désigner la courbe correspondant à chacune des trois expériences :

Numéro de l'expérience	**1**	**2**	**3**
La courbe correspondante			

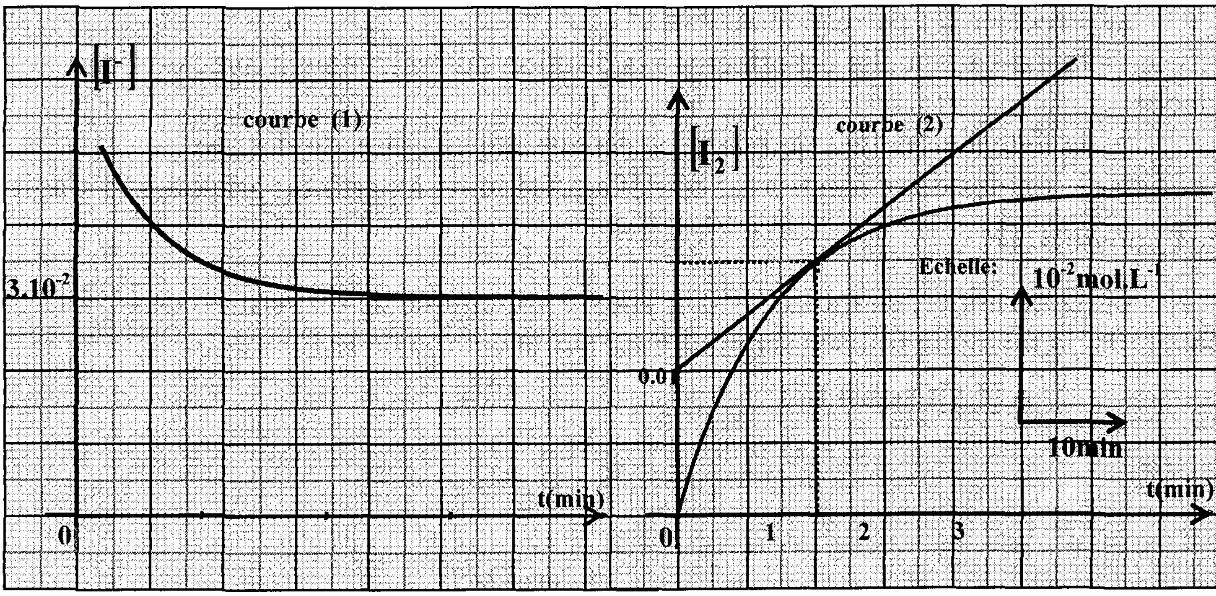
4°) En se plaçant dans les conditions de l'expérience où la réaction est la plus rapide, déterminer la vitesse de disparition des ions iodures à la date $t_3 = 40$ **min.**

Exercice N°10:

La réaction supposée totale, entre les ions iodures et l'eau oxygénée en présence d'un excès d'ions H_3O^+ est caractérisé par l'équation :

$$2\,I^- + H_2O_2 + 2H_3O^+ \longrightarrow 4\,H_2O + I_2$$

On mélange à t=0s, 100cm^3 d'une solution d'iodure de potassium de concentration molaire C_1 et 100cm^3 d'une solution d'eau oxygénée H_2O_2 de concentration molaire C_2. les courbes ci-dessous représentent les variations en fonction du temps des concentrations en ions iodure I^- et en molécule I_2.



1°)

a- Définir la vitesse instantanée de la réaction.

b- Calculer cette vitesse à l'instant t=0min et t=15min. interpréter.

2°) Préciser le réactif utilisé en excès. Justifier.

3°)Déterminer les concentrations molaires C_1 et C_2.

4°) Trouver les concentrations molaires en $\mathbf{I_2}$ et $\mathbf{H_2O_2}$ à l'instant t= 40min.

Exercice N°11:

L'oxydation des ions $\mathbf{I^-}$ par les ions péroxodisulfate $\mathbf{S_2O_8^{2-}}$ est une réaction totale est lente d'équation bilan : $\mathbf{S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \longrightarrow 2\,SO_4^{2-} + I_2 \quad (1)}$

Le diiode I_2 est de couleur jaune-brunâtre.

Expérience N°1 :

On dispose de deux béchers (A) et (B) correspondant à la description de figure -1- :

A une date **t=0s** on mélange les contenus des deux bécher.

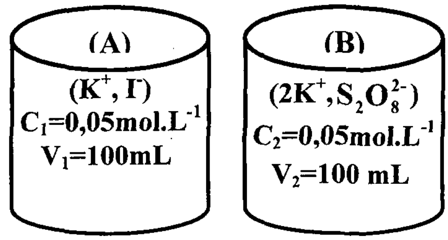


Figure -1-

1°) Le mélange réactionnel prend une coloration jaune brunâtre qui devient de plus en plus foncée au cours du temps.

Préciser, en le justifiant, lequel des deux caractères de la réaction **(1),** lente ou totale, est confirmée par cette observation ?

2°)Détermination de la quantité de diiode formée à différentes dates t :

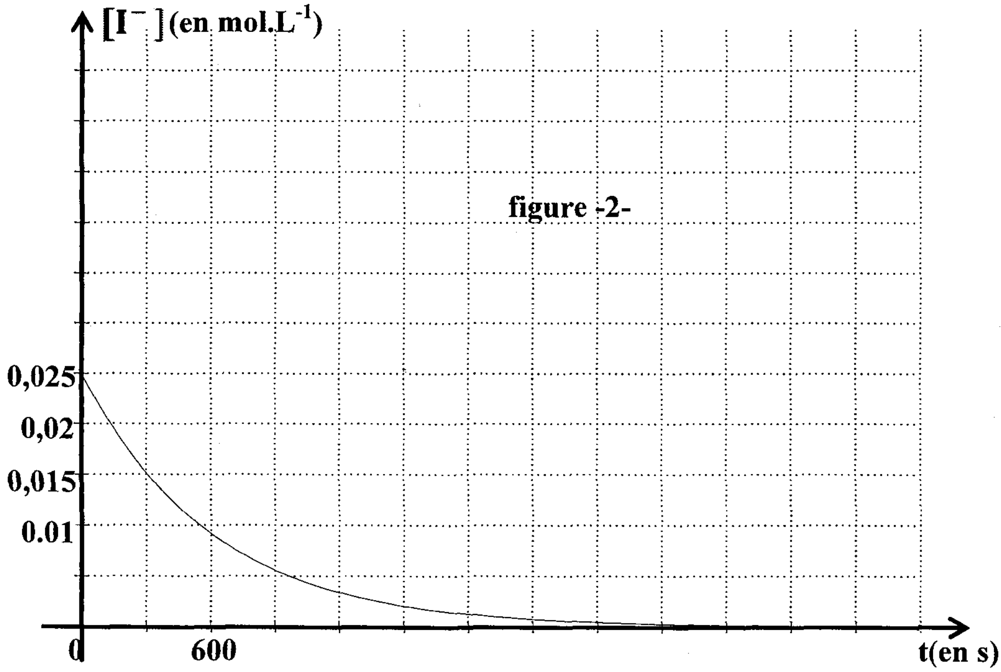
On effectue régulièrement, à partir du mélange réactionnel, un prélèvement de **10mL** auquel on ajoute de l'eau glacée puis on y déterminer la quantité de diiode formée à l'aide d'un dosage approprié. Ceci permet de tracer la courbe $[\mathrm{I^-}] = \mathbf{f(t)}$ représentée sur la figure -2-.

a- Préciser si t correspond à :

- la date à laquelle est effectuée la dilution du prélèvement avec de l'eau glacée.
- la date à laquelle l'équivalence est atteinte au cours du dosage.

b- L'un des deux réactifs est en défaut. Déduire, à partir du graphe, s'il s'agit de I^- ou de $S_2O_8^{2-}$.

c- Déterminer, en $mol.L^{-1}.s^{-1}$, la vitesse volumique de disparition de I^- à la date t=0s. la méthode utilisée sera indiquée sur la courbe de la figure-2-.



Expérience N°2 :

On refait l'expérience précédente en procédant de la manière suivante :

Au contenu du bêcher (A), on commence par ajouter 1,652g de cristaux d'iodure de potassium **KI** que l'on dissout jusqu'à obtenir une solution limpide et homogène ; et à une date t=0s, on mélange les contenus des deux bêchers.

On suppose que la dissolution des cristaux n'a pas entrainé un changement du volume dans le bêcher (A) qui reste égal à 100mL

3°) Dans le cadre de **l'expérience N°2**, il est question de tracer la courbe $[I^-]=f(t)$ sur la figure -2-. Pour cela il est demandé :

- D'effectuer les calculs nécessaires ;
- De comparer, en le justifiant, les vitesses initiales de disparition des ions iodures dans les deux expériences et d'en déduire un tracé approximatif de la tangente (T_2) à la courbe $[I^-]= f(t)$ à la date t=0s ;
- De tracer la courbe.

On donne les masses molaires atomiques suivantes :
$M(K)=39,1g.mol^{-1}$; $M(I)=126,1g.mol^{-1}$

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique
Chapitre 1 : Loi d'action de masse
Estérification.

Exercice N°1 :

Masse volumique du propan-1-ol : **$0,8g.cm^{-3}$**

On étudie la cinétique de formation d'un ester à partir d'acide méthanoïque et de propan-1-ol. On maintient à une température constante, 7 erlenmeyers numérotés 1, 2, 3, …, 7 contenant chacun un mélange de 0,5 mol d'acide éthanoïque et de 0,5 mol de propan-1-ol. Ces erlenmeyers sont tous préparés à l'instant t=0s et on dose d'heure en heure l'acide restant dans le mélange ; on peut en déduire la quantité d'ester restant dans le mélange. A t= 1 heure, dosage de l'erlenmeyer n°1 ; à t=2heurs, dosage de l'erlenmeyer n°2 :…

1°) <u>La réaction d'estérification :</u>

a- En utilisant les formules semi développées, écrire l'équation de la réaction d'estérification et nommer l'ester formé.

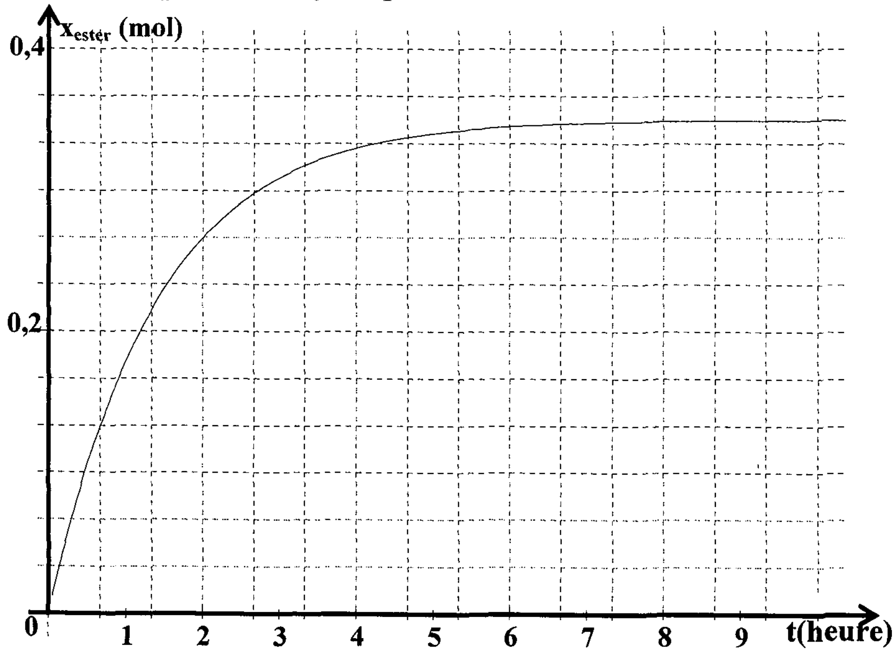
b- On dispose d'un flacon de propan-1-ol pur. Quel volume de cet alcool doit-on verser dans chacun des sept erlenmeyers ?

c- Exprimer la quantité de matière d'ester formé dans un erlenmeyer à une date t en fonction de la quantité de matière d'acide restant.

2°)Titrage de l'acide restant : A la date **t** considérée, le contenu de l'erlenmeyer est versé dans une fiole jaugée puis dilué avec de l'eau distillée pour obtenir **100mL** de solution. On en prélève **5mL** que l'on verse dans un bêcher. On titre cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration **C_B=1mol.L^{-1}**. on en déduit la quantité de matière d'acide restant dans le bêcher puis dans les **100mL** de départ.

Pour l'erlenmeyer **n°1**, le volume de la solution de soude versé pour atteindre l'équivalence est de **14,2mL**. En déduire la quantité de matière d'acide restant dans l'erlenmeyer et la quantité de matière d'ester formé.

3°)<u>Cinétique de la réaction d'estérification :</u> le titrage des solutions contenues dans les sept erlenmeyers permis de tracer la courbe suivante :



L'avancement de la réaction est défini par la quantité de matière **x** d'ester formé.

a- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.

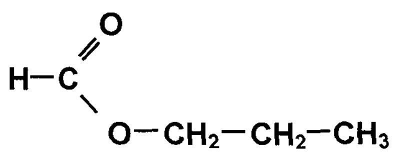
b- Déterminer l'avancement maximal x_m ainsi que l'avancement à l'équilibre $x_{éq}$.

c- Comparer ces deux valeurs et déterminer le taux d'avancement de la réaction.

d- Rappeler l'expression de la vitesse volumique v d'une réaction. Quelle interprétation géométrique ou graphique peut-on en donner ? comment cette vitesse évolue-t-elle au cours de la transformation ?

Exercice N°2 :

On considère la réaction d'hydrolyse du méthanoate de propyle



1°) Ecrire l'équation de la réaction d'hydrolyse et donner les fonctions chimiques des produits obtenus.

2°) On dissout 0,1 mol de méthanoate de propyle dans l'eau afin d'obtenir 0,1L de solution. Cette solution est répartie à des volumes égaux à **10mL** dans **10** tubes placés à t=0s dans une enceinte et maintenus à 100°C.

On prélève à des intervalles de temps réguliers un tube que l'on refroidit brusquement et l'on dose l'acide formé par une solution de soude de concentration $\mathbf{C_B=0,2mol.L^{-1}}$. on obtient le tableau de mesures suivant :

$\mathbf{V_B}$ est le volume de soude versé pour réaliser le dosage.

t(heures)	**0**	**4**	**10**	**20**	**40**	**70**	**100**	**120**	**150**	**160**
$\mathbf{V_B}$ **(mL)**	**0**	**7,5**	**12,5**	**16,5**	**21**	**23,5**	**24,2**	**24,5**	**25**	**25**
$\mathbf{C_A}$ $\mathbf{(mol.L^{-1})}$										
C $\mathbf{(mol.L^{-1})}$										

Déterminer à chaque instant la concentration $\mathbf{C_A}$ de l'acide formé en déduire la concentration **C** de l'ester restant.

3°)

a- Vers quelle valeur tend la vitesse de la réaction ?

b- La valeur de la concentration C tend-elle vers une limite ?

c- Interpréter ce résultat.

4°)

a- Calculer le taux d'avancement final τ_f de la réaction.

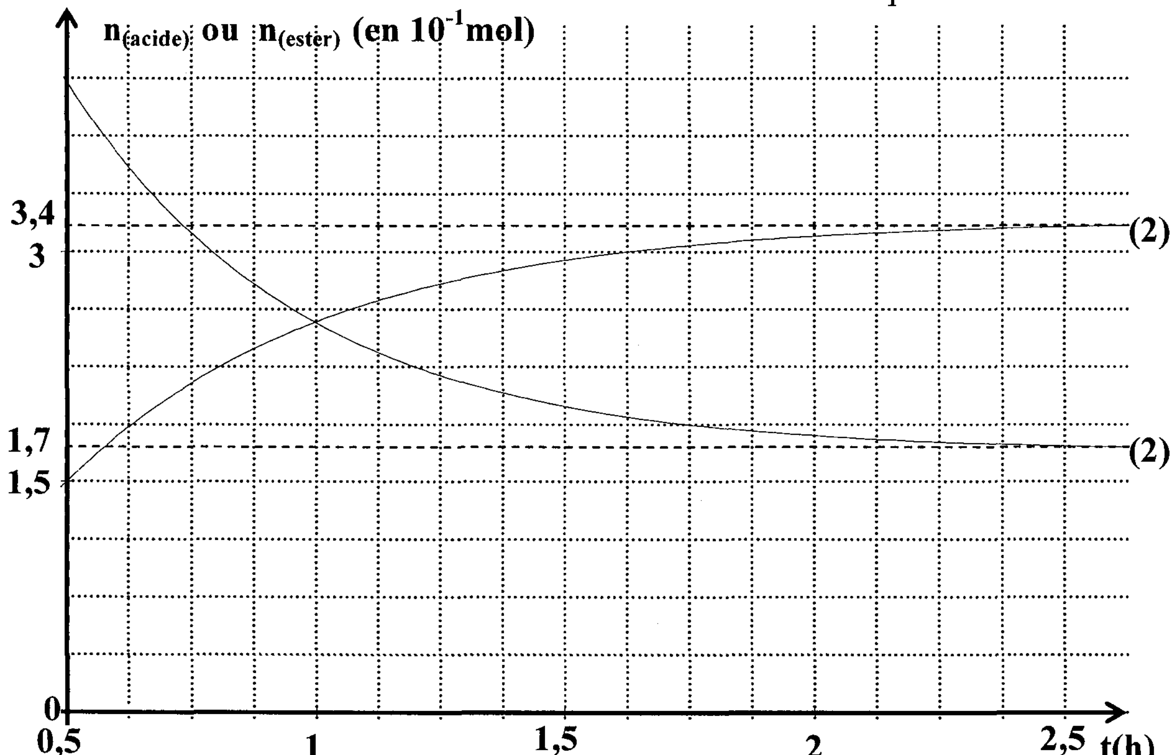
b- Pour augmenter ce taux, faut-il :

- augmenter la température ?
- ajouter un catalyseur ?
- ajouter de l'eau ?

Exercice N°3 :

On réalise l'estérification d'un mélange équimolaire contenant à **t=0s** du méthanol et de l'acide éthanoïque à la température de **100°C.**

On donne ci-après le graphique représentant la courbe de la variation du nombre de moles d'acide restant en fonction du temps et la courbe représentant la variation du nombre de moles d'ester formé en fonction du temps.



1°) Ecrire l'équation de la réaction (en formules brutes).

2°) Identifier les courbes (1) et (2) en indiquant celle qui représente **$n_{ester\ formé}$= f(t)** et celle qui représente **$n_{acide\ restant}$= f(t)**

a- Déterminer en utilisant le graphique ci-dessus la composition du mélange à t=1h.

b- Déterminer en utilisant le même graphique la vitesse de la réaction à t= 1h.

3°)

a- Préciser l'état du mélange à **t > 2,5h.**

b- Définir l'équilibre dynamique.

c- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

d- Déterminer la constante d'équilibre K.

4°)

a- Déterminer la composition initiale à t=0s.

b- Déterminer le pourcentage d'acide estérifié.

5°) Le mélange étant à l'équilibre on enlève **0,13mol** d'eau.

a- Calculer la fonction des concentrations **Π**. Conclure.

b- Calculer la composition finale du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre s'établit.

6°) On reprend l'expérience en partant d'une mole d'alcool, d'une mole d'acide et de trois moles d'ester. Le système est-il en équilibre ? Si non préciser dans quel sens peut-il évoluer spontanément.

Exercice N°4 :

On réalise l'estérification du méthanol par l'acide propanoïque.

1°) Ecrire l'équation de la réaction d'estérification et donner sa fonction **Π** des concentrations.

2°) On mélange **0,6 mol** de l'acide (de densité d_1**=1,05**) et **0,6** mol de l'alcool (de densité d_2**=0,8**) en présence d'acide sulfurique. Quel volume de chacun des réactifs doit-on prendre ?

On donne (en $g.mol^{-1}$) : **H=1 ; C=12 ; O=16**.

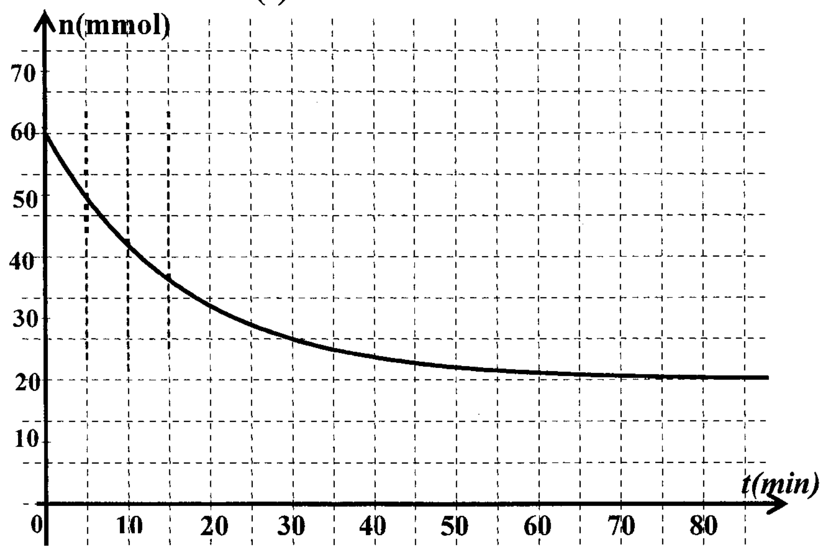
3°) On divise ce mélange en plusieurs prélèvements identiques dans des tubes à essai qu'on fait sceller, puis placer, à une date t_0= 0s, dans un bain bouillant. Après un temps t, on prend l'un des tubes, on lui ajoute de l'eau glacée et 2 gouttes de phénolphtaléine, puis on dose l'acide restant par une solution de soude de concentration C_B.

Soit V_B le volume de soude ajouté à l'équivalence.

a- Préciser le rôle de l'acide sulfurique, de l'eau glacée et de la phénolphtaléine.

b- Soit V_{B0} le volume de soude ajouté pour le dosage fait à **t=0s**. Exprimer la quantité n_{acide} d'acide restant et le nombre n_{ester} d'ester former à la date t, en fonction de C_B, V_B, **et** V_{B0}.

4°) On donne la courbe **n=f(t).**



a- Quels caractères de l'estérification sont mis en évidence par cette courbe ? Expliquer.

b- Déterminer les quantités initiales des réactifs.

Dresser le tableau d'évolution du système.

c- Calculer le taux d'avancement final de la réaction.

d- Calculer la constante d'équilibre K de l'estérification.

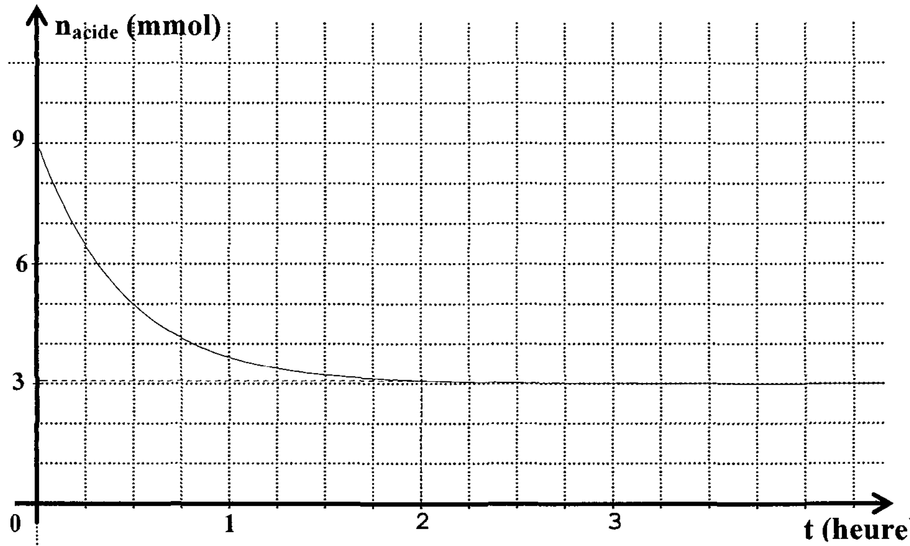
5°) On mélange, dans une **2ème** expérience, **0,5mol** d'acide et **0,3 mol** d'alcool. Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

6°) On nélange n_0 mol d'acide avec **0,3 mol** d'alcool. Calculer n_0 pour avoir τ_f**=0,95.**

Exercice N°5 :

On fait réagir $\mathbf{9.10^{-3}mol}$ d'acide éthanoïque avec $\mathbf{9.10^{-3}mol}$ de méthanol à une température $\mathbf{\theta_1=60°C}$ et en présence de quelques gouttes d'une solution d'acide sulfurique concentré.

La courbe ci-dessous représente la quantité de matière d'acide restant en fonction du temps.



1°) Ecrire l'équation de la réaction et donner ses caractères. Parmi ces caractères lesquels qu'on peut mettre en évidence permettant à partir de la courbe ? Expliquer.

2°)Décrire l'expérience permettant de suivre l'évolution de cette réaction.

3°)

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

b- Quelle est la composition du mélange à l'équilibre ?

c- En déduire le taux d'avancement final τ_f de la réaction.

d- Montrer que la constante d'équilibre relative à cette réaction est :

$K=\dfrac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$. Calculer sa valeur.

4°) Reproduire la courbe et donner sur le même graphique l'allure de la représentation graphique $\mathbf{n_{acide} = f(t)}$ si on opère à $\mathbf{\theta_2=70°C}$. justifier.

5°) On fait réagir 1mol de méthanol avec **(n_0)** mol d'acide éthanoïque **($n_0>0$)**. Déterminer **(n_0)** pour que le taux d'avancement final de cette réaction vaut **0,90.**

Exercice N°6 :

I- Le taux d'avancement d'une réaction est le rapport $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$.

On donne ce taux d'avancement dans le cas d'un mélange équimolaire d'alcool et d'acide :

- pour les alcools primaires **τ=67%**
- pour les alcools secondaires **τ=60%**

En appliquant la loi d'action de masse, dans le cas d'un mélange équimolaire, montrer que la constante d'équilibre s'écrit sous la forme $K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$

Calculer pour chaque classe d'alcool la constante d'équilibre K relative à la réaction d'estérification.

II-

1°) On réalise une réaction d'estérification en mélangeant à t= 0 un volume V_1=14,3mL d'acide éthanoïque **$C_2H_4O_2$** de densité **d_1=1,05** et un volume **V_2=19,2**mL d'alcool, de densité **d_2=0,785** et de formule **C_3H_8O.**

a- Quelle est la composition du mélange initial.

On donne : **M_C=12 g.mol^{-1} ; M_O=16 g.mol^{-1} ; M_H=1 g.mol^{-1}.**

b- Calculer la concentration initiale d'acide et d'alcool dans le mélange.

2°) On prépare 10 tubes à essai propres et secs à l'aide d'une pipette graduée on verse **3,35mL** du mélange obtenue dans chacun d'eux puis on les place dans un bain marie. Pour déterminer la composition du mélange à **t=t_1**, on retire un tube, on le refroidit avec l'eau glacée et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium 1M, on obtient l'équivalence pour un volume de soude versé **V_B=10cm^3.**

a- Déterminer le nombre de mole d'acide à l'instant t_1, en déduire le nombre d'ester formé à cet instant.

b- Calculer à t=t_1, le taux d'avancement de la réaction.

c- Le système a-t-il atteint l'équilibre ? discuter selon la classe de l'alcool.

Exercice N°7 :

La constante d'équilibre de la réaction d'estérification d'un alcool primaire est **K=4**.

On mélange à t=0s dans un bêcher **1 mole** d'acide et **3 moles** d'alcool primaire.

1°) Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.

2°)Déterminer l'avancement final de la réaction puis calculer le taux d'avancement final.

3°) Combien faut-il ajouter d'acide à ce mélange pour avoir un taux d'avancement final égal à $\tau_f = \frac{2}{3}$. Quelle est la composition du nouvel équilibre.

4°) On ajoute simultanément 1mol d'eau et 1mol d'alcool au mélange obtenu du 2éme équilibre. Le système restera t-il en équilibre ? si non, dans quel sens va-t-il évolué.

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique

Chapitre-2 -Loi d'action de masse : Généralités

Exercice N°1 :

En solution aqueuse, les ions **fer (III)** forment un ion complexe rouge intense en présence d'ions thiocyanate **SCN^-** selon une transformation limitée. L'équation de cette réaction est :

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^-_{(aq)} \rightleftharpoons FeSCN^{2+}_{(aq)}$$

I- Dans une première expérience, on mélange un volume **$V_1 = 10mL$** de solution de nitrate de fer **III** de concentration molaire en ions **fer III** est **$[Fe^{3+}]_0 = 3.10^{-3} mol.L^{-1}$** et un volume **$V_2 = 20mL$** de solution de thiocyanate de potassium de concentration molaire en ion thiocyanate **$[SCN^-]_0 = 1,5.10^{-3} mol.L^{-1}$**. le taux d'avancement final de cette transformation est **$\tau = 0,1$**.

1°)

a- Montrer que les proportions des réactifs sont stœchiométriques.

b- Dresser le tableau descriptif relatif à cette réaction.

c- Donner la valeur de l'avancement maximal de cette réaction. En déduire son avancement final.

2°) Montrer que la constante d'équilibre relative à cette réaction vérifie la relation :

$$K = \frac{x_f}{\left([Fe^{3+}]_0 V_1 - x_f\right).\left([SCN^-]_0 V_2 - x_f\right)}.(V_1 + V_2)$$; Calculer sa valeur.

II- Dans une deuxième expérience, et à la même température on mélange **2.10^{-3} mol** d'ions Fe^{3+} , **10^{-3} mol** d'ions SCN^- et **6.10^{-3} mol d'ions $FeSCN^{2+}$.** Le volume de mélange est **$V = 0,1L$**.

1°) Calculer la fonction de concentrations π.

2°) Dans quel sens évolue le système.

3°) Sachant que le nombre de mol total obtenu à l'équilibre chimique est **$n_t = 9,643.10^{-3}$ mol**, déterminer la composition finale du mélange.

Exercice N°2 :

1°) Dans une première expérience, à la température T=25°C, on fait réagir **10^{-2} mol** d'acide ascorbique **$C_6H_8O_6$** et **10^{-2} mol** d'éthanoate de sodium **($Na^+ + CH_3CO_2^-$)**. Il s'établit l'équilibre chimique symbolisé par l'équation :

$$C_6H_8O_6\,_{(aq)} + CH_3CO_2^-\,_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_7O_6\,_{(aq)} + CH_3CO_2H_{(aq)}$$

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

b- A l'équilibre chimique, le taux d'avancement final de la réaction est **$\tau = 0,69$**. Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

c- Montrer que la constante d'équilibre K de la réaction étudiée s'écrit :

$$K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$$ .Calculer sa valeur.

2°) Dans une deuxième expérience, et la même température **T = 25°C**, on mélange 1mol d'acide ascorbique (**$C_6H_8O_6$**), **2mol** d'éthanoate de sodium (**$Na^+ + CH_3CO_2^-$**), **3mol** d'acide éthanoïque (**CH_3CO_2H**) et **4 mol** de (**$C_6H_7O_6^-$**).

a- Calculer la fonction des concentrations π à l'instant initial.

b- Le système est-en équilibre ? Si non dans quel sens va-t-il évaluer ?

c- Déterminer la nouvelle composition du mélange à l'équilibre.

Exercice N° 3 :

On se propose d'étudier une réaction de formation de l'ion thiocyanate de fer (III) de formule **$[Fe(SCN)]^{2+}$** et de couleur rouge. En solution aqueuse, des ions ferriques Fe^{3}+ réagissent avec des ions thiocyanate **SCN^-** selon l'équation :

$$Fe^{3+}{}_{(aq)} + SCN^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}{}_{(aq)}$$

A un volume **V=10mL** d'une solution aqueuse d'ions ferrique **Fe^{3+}** de concentration **$C=10^{-2}mol.L^{-1}$**, on ajoute un même volume V d'une solution aqueuse d'ions thiocyanate de même concentration.

1°) Dresser un tableau d'avancement de la réaction en fonction de l'avancement x.

2°) La concentration des ions du complexe **$X^{2+}{}_{(aq)}$** obtenu en fin de réaction est **$[X^{2+}]_f = 3,21 .10^{-3}$ mol L^{-1}.**

a- Calculer le taux d'avancement final de la réaction. Conclure.

b- Déterminer la composition molaire finale du mélange.

c- Donner l'expression de la constante d'équilibre K de la réaction en fonction des concentrations des espèces chimiques présentes dans le mélange et calculer sa valeur.

3°) A la solution obtenue à l'équilibre on ajout **3.10^{-5} mol** d'hydroxyde de sodium (soude) au mélange. Les ions **Fe^{3+}** n'ayant pas encore réagit, réagissent avec les ions hydroxyde **OH^-** selon la réaction : **$Fe^{3+} + 3\,OH^- \longrightarrow Fe(OH)_{3(sd)}$.**

On considérera que la réaction de précipitation est totale et instantanée.

a- Déterminer la nouvelle composition molaire initiale du mélange.

b- Dans quel sens va évoluer spontanément le système chimique.

Exercice N°4 :

On étudie l'équilibre chimique suivant :

$$SCN^- + Fe^{3+} \rightleftharpoons FeSCN^{2+}$$

La constante d'équilibre relative à cette équation est égale à 8.

On introduit dans un bécher :

$V_1 = 70$ cm³ d'une solution **$Fe_2(SO_4)_3$** de concentration **C_1**.

$V_2 = 30$ cm³ d'une solution de **NaSCN** de concentration **C_2.**

1°) Sachant qu'à l'équilibre, les concentrations en ions **SCN^-** et **$FeSCN^{2+}$** sont : **$[FeSCN^{2+}] = 0,1$ mol. L^{-1} et $[SCN^-] = 0,05$ mol. L^{-1}.**

Déterminer :

a- La concentration en ion Fe^{3+} : $[Fe^{3+}]$ à l'équilibre.

b- Les concentrations initiales C_1 et C_2.

2°) Du mélange précédent obtenu à l'équilibre, on prélève **V=20 cm³** qu'on dilue avec de l'eau distillée pour obtenir **100 cm³** de solution.

a-Peut- on prévoir le déplacement de l'équilibre avec la loi de modération ? Expliquer.

b- Déterminer le sens d'évolution du système.

c- En déduire la concentration en ion $FeSCN^{2+}$ à l'équilibre.

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique

Chapitre-3 -Loi de modération

Exercice N°1 :

On considère la réaction $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

1°) A la température de **40°C** et sous la pression atmosphérique on introduit **2 moles** de N_2O_4 dans un récipient de volume **V =1litre**, la quantité de NO_2 formée à l'équilibre est égale à **1,28 mole**.

a- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

b- Calculer le taux d'avancement final de la réaction τ_{f_1} .

2°) A la température de **60°C** et sous la pression d'une atmosphère, on introduit **2 moles** de N_2O_4 dans le même récipient le taux d'avancement final de la réaction devient $\tau_{f_1} = 0,53$.

a- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

b- La réaction de dissociation de N_2O_4 est elle endothermique ou exothermique ? justifier.

3°)L'équilibre entre NO_2 et N_2O_4 à **40°C** et, sous une atmosphère étant obtenu. Comment se déplace l'équilibre ?

a- Si on augmente la pression à température constante.

b- Si on ajoute un produit qui réagit seulement avec NO_2 à température et à pression constantes.

Exercice N°2 :

La réaction de réduction du dioxyde de carbone par le dihydrogène dans des conditions convenable est schématisée par l'équilibre :

$$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

La constant d'équilibre relative de la réaction directe sens(1) a pour valeur **K_1=0,137 à 550°C et K_2=0,1 à 417°C.**

1°) Déterminer le caractère énergétique de la réaction directe.

2°) Le mélange gazeux étant en équilibre à **417°C**. Quelle est l'influence sur la composition à l'équilibre est sur K :

a- Lorsqu'on augmente la pression du mélange ?

b- Lorsqu'on ajoute **a moles** de **CO** à volume constant ?

Exercice N°3 :

En solution aqueuse, les ions ferrique Fe^{3+} réagissent avec les ions thiocyanate SCN^- pour donner les ions **thiocyanate de fer III $Fe(SCN)^{2+}$** selon l'équation chimique.

$$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}$$

On prépare une solution aqueuse (S) en mélangeant V_1 = **10mL** d'une solution de (Fe^{3+}, $3Cl^-$) de molarité $C_1 = 10^{-2}$**mol.L**$^{-1}$ et un volume V_2 = **10mL** d'une solution (K^+, SCN^-) de molarité $C_2 = 10^{-2}$**mol.L**$^{-1}$.

A l'équilibre la molarité de **$Fe(SCN)^{2+}$** est égale à **$3,2.10^{-3}$mol.L^{-1}**.

1°) Calculer l'avancement final de la réaction.

2°) Calculer la constante d'équilibre **K**.

3°) A l'équilibre précédent on ajoute **6.10^{-5}mol** de **NaOH** sans changement appréciable du volume et de la température du système, le système obtenu est **(S')**.

c- Dans quel sans évolue le système **(S')** ?

d- Déterminer la composition molaire à l'équilibre de **(S')**.

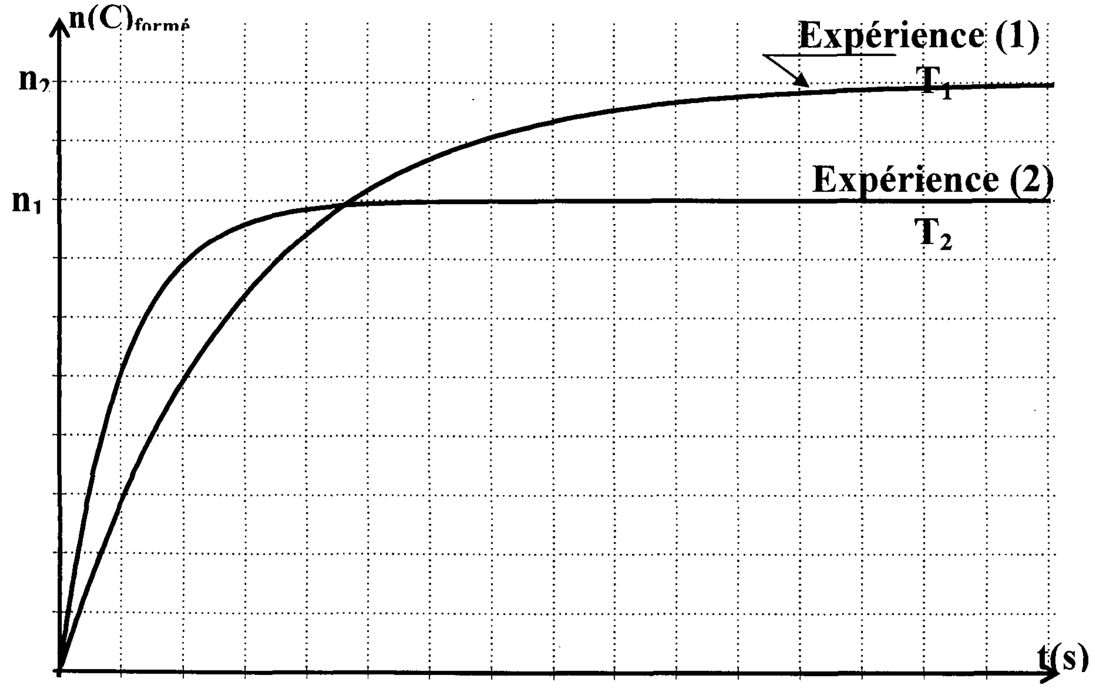
4°) Au mélange précédent **(S)** on ajoute 10ml de la solution **Fe^{3+}** de molarité **$C'_1 = 10^{-3}$ mol.L^{-1}**. Déterminer la nouvelle molarité de **$Fe(SCN)^{2+}$** à l'équilibre.

Exercice N°4 :

On considère la réaction :

$$A_{gaz} \rightleftharpoons 2B_{gaz} + C_{gaz}$$

On trace la courbe de $n(C)_{formé}$ pour 2 températures différents **T_1** et **T_2**.



1°)

a- Comparer **T_1 et T_2**.

b- Quel est le caractère énergétique de la réaction.

2°) Pour augmenter le **n(C)** formé faut-il augmenter ou diminuer.

a- La température

b- La pression

c- la [A]

B-Chimie

Thème -3- Réaction acide-base

Chapitre1 : Loi d'action de masse : Cas des acides et des bases

Exercice N°1

I – Pour un couple acide-base **AH/A^-** correspond deux constantes d'équilibre K_a et K_b

1°) Qu'appelle- t- on chacune de ces constantes ?

2°) Etablir les expressions de ces deux constantes en fonction des concentrations.

3°) Etablir la relation liant K_a, K_b et K_e (produit ionique de l'eau).

II- On considère la réaction suivante :

$$HNO_2 + HCO_2^- \rightleftharpoons NO_2^- + HCO_2H$$

Acide 1 **Acide 2**

1°) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acide- base.

2°) Quels sont les couples acide-base mis en jeu au cours de la réaction ?

3°)

a- Exprimer la constante d'équilibre K de la réaction en fonction de K_{a1} et K_{a2}

b- On donne : **HNO_2/NO_2^- : pK_{a1}= 3.3 ; HCO_2H/HCO_2^- : pK_{b2}=10.25** et **pK_e= 14**. Déterminer la valeur de K

c- Comparer les forces des acides et celles des bases des couples mis en jeu dans la réaction.

4°) On considère un système chimique contenant : 0.1 mol de **HNO_2** , 0.2 mol de **HCO_2H**, 0.5 mol de **HCO_2^-** et 0.4 mol de **NO_2^-**.

Le système est-il en équilibre ? Si non dans quel sens évolue –t- il ? Justifier.

Exercice N°2 :

On donne : $K_e = 10^{-14}$ **à 25°C**

On considère les couples acide/base suivants : (**A_1/CH_3NH_2**) de pK_{a1}**= 10.7** et (**C_5H_5OH/B_2**) de pK_{a2}**= 10.**

1°) Donner les formules de **A_1** et **B_2** et comparer les forces des acides des deux couples.

2°) Ecrire l'équation de la réaction de la méthylamine **CH_3NH_2** avec l'eau. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K_1 de cette réaction.

3°)

a- Calculer la constante d'équilibre K de la réaction entre **CH_3NH_2** et **C_5H_5OH**.

b- On mélange, en solution aqueuse, **0.1 mol** de chacune des entités des deux couples. Calculer les quantités de **CH_3NH_2** et de **A_1** à l'équilibre chimique.

c- Déduire la molarité de **H_3O^+** dans la solution obtenue.

4°) La réaction entre $\mathbf{CH_3NH_2}$ et l'acide $\mathbf{NH_4^+}$ a une constante d'équilibre $\mathbf{K_2 = 31,6}$. Comparer les forces des acides $\mathbf{C_5H_5OH}$ et $\mathbf{NH_4^+}$.

5°) On mélange **0.1 mol** de $\mathbf{C_5H_5OH}$, **0.2 mol** de NH_3, **0.2 mol** de $\mathbf{C_5H_5O^-}$ et **0.1 mol** de $\mathbf{NH_4^+}$. Dans quel sens le système évolue –il spontanément ?

Exercice N°3 :

On considère les couples acide/base à **25°C** ($\mathbf{K_e = 10^{-14}}$) $\mathbf{CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2}$ de $\mathbf{pK_{a1} = 10.6}$ et $\mathbf{HClO/ClO^-}$ de pKb_2**= 6.5**

1°)

a- Comparer les forces des deux acides et des deux bases conjuguées.

b- Donner les expressions de $\mathbf{Kb_1}$ et $\mathbf{Kb_2}$. Constante de basicité des 2 couples.

2°)

a- Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide le plus fort et la base la plus forte.

b- Exprimer la constante d'équilibre de cette réaction en fonction de $\mathbf{Kb_1}$et$\mathbf{Kb_2}$.

c- Calculer **K** et comparer de nouveau les forces des deux acides.

Exercice N°4 :

1°) Etablir la relation entre $\mathbf{K_a}$, $\mathbf{K_b}$ **et** $\mathbf{K_e}$ d'un couple **AH/A⁻**.

2°) On considère les couples acide-base suivants :

HCOOH/........... $\mathbf{Ka_1 = 1,8.\ 10^{-4}}$

................/$\mathbf{NH_3}$ $\mathbf{pKa_2 = 9.2}$

$\mathbf{C_6H_5COOH}$ **/.........** $\mathbf{pKb_3 = 10}$

Remplir les pointillés et classer les trois couples par force croissante de leur acide

3°) On fait réagir $\mathbf{NH_3}$ sur **HCOOH**

a- Ecrire l'équation de la réaction.

b- Calculer la constante **K** de l'équilibre.

Exercice N°5 :

On prépare trois solutions aqueuses d'acides, de même concentration molaire $\mathbf{C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}}$

- La première solution, $\mathbf{S_1}$ est celle d'un acide fort **H A** ;
- La deuxième solution, $\mathbf{S_2}$ est une solution d'acide méthanoïque **HCOOH.**
- La troisième solution, $\mathbf{S_3}$ est une solution d'acide éthanoïque $\mathbf{CH_3COOH}$.

1°)

a- Ecrire l'équation de réaction de **H A** avec l'eau.

b-La concentration molaire [HA] de l'acide présent en solution dansS_1, est-elle C ou nulle ? Justifier la réponse.

2°) Le pH de la solution $\mathbf{S_2}$ est inférieur à celui de la solutionS_3. Quel est de ces deux acides (**HCOOH** et **CH_3COOH**) celui qui a l'acide le plus fort ?

3°) Le **pH** de la solution S_2 est égal à **2.9** ; celui de la solution S_3 est égal à **4.**

a- Montrer que les acides **HCOOH** et **CH_3COOH** sont des acides faibles.

b- Ecrire les équations de leur réaction avec l'eau et préciser les couples acide-base mis en jeu.

4°) La constante d'acidité de l'acide **HCOOH** est égale à **$1{,}6.10^{-4}$** Celle de l'acide **CH_3COOH** est égale à **$1{,}6.10^{-5}$**

a- Calculer leurs pK_a respectifs.

b- En adoptant comme critère les valeurs des pK_a, comparer les forces des acides **HCOOH** et **CH_3COOH** et les forces de leurs bases conjuguées.

Ces résultats sont-ils conformes à ceux de la question 2°).

5°) Une solution aqueuse de méthanoate de sodium (**HCOONa**) et une solution d'éthanoate de sodium (**CH_3COONa**) de même concentration molaire n'ont pas le même **pH**. Quelle est de ces deux solutions, celle qui est la plus basique ? Comparer leurs **pH** respectifs.

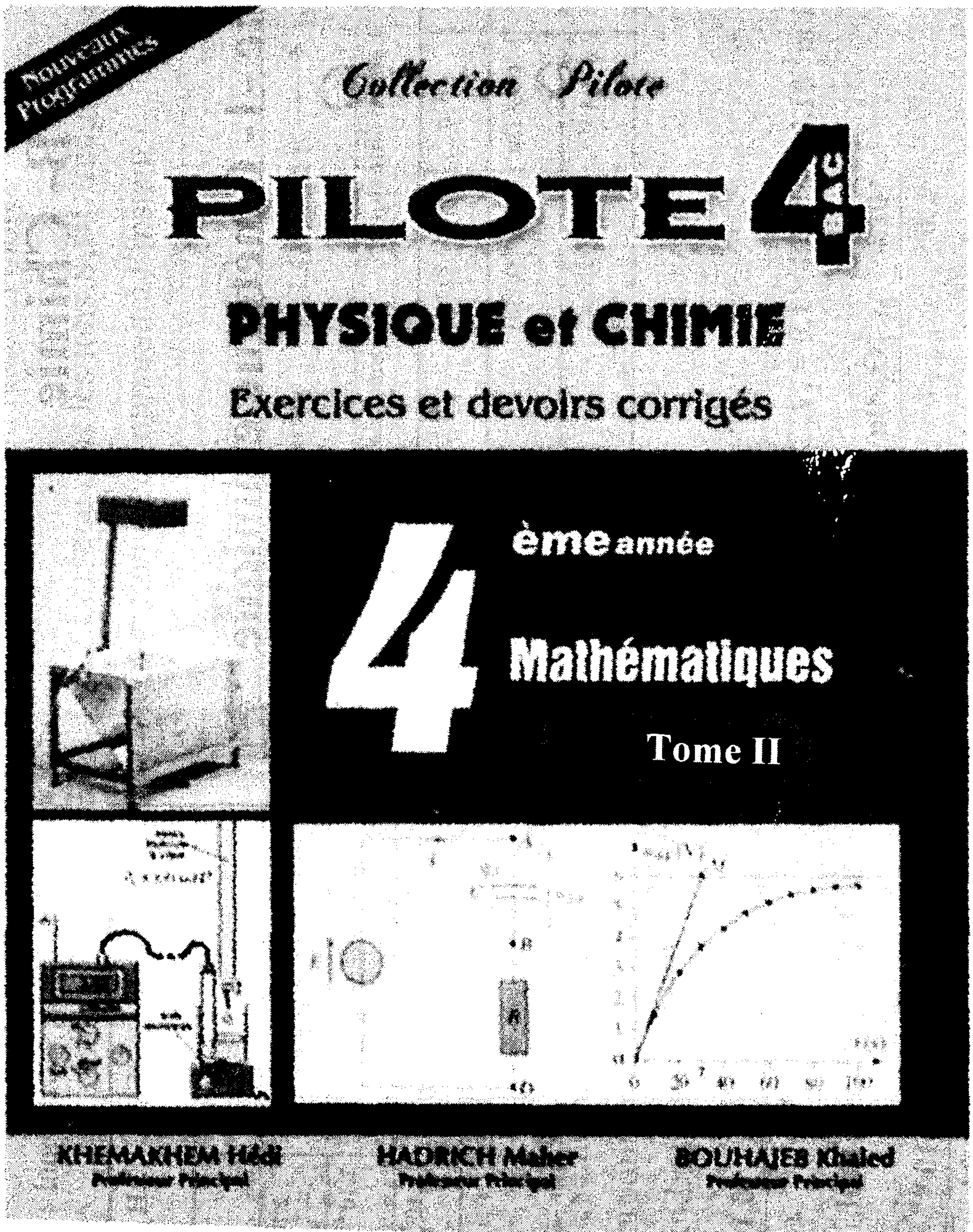
N.B l'ion sodium **Na^+** est en milieu acide indifférent par rapport à l'eau.

6°) Sachant que la dissolution de l'acide éthanoïque est endothermique.

a- Quel est l'effet d'une élévation de température sur le **pH** de la solution S_3.

b- On ajoute de l'eau à la solution S_3. Quel est l'effet de la dilution de la solution S_3 sur l'ionisation de l'acide éthanoïque ?

c- On ajoute un peu de la solution S_1 sur la solution S_3. Quel est l'effet de cette addition sur l'ionisation de l'acide éthanoïque.


Nouveaux Programmes
Collection Pilote
PILOTE 4 BAC
PHYSIQUE et CHIMIE
Exercices et devoirs corrigés
4ème année
Mathématiques
Tome II
KHEMAKHEM Hédi
Professeur Principal
HADRICH Maher
Professeur Principal
BOUHAJEB Khaled
Professeur Principal

Correction

B- Chimie

Thème -1- Cinétique chimique

Exercice N°1:

1°)

$$n_{acide})_0 = C_a.V_a = 2.10^{-2} mol \;;\; n(Zn)_0 = \frac{m(Zn)_0}{M(Zn)} = 1,5.10^{-2} mol$$

Équation de la réaction		$2.H_3O^+ + Zn \longrightarrow H_2 + Zn^{2+} + H_2O$				
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)				
Initial (t=0s)	0	2.10^{-2}	$1,5.10^{-2}$	0	0	-
Intermédiaire (t)	x	$2.10^{-2}-2x$	$1,5.10^{-2}-x$	x	x	-
final	x_f	$2.10^{-2}-2x_f$	$1,5.10^{-2}-x_f$	x_f	x_f	-

$$\left.\frac{n_{AC}}{2}\right)_0 = 0,01 < n(Zn)_0 \Rightarrow \text{est le réactif limitant}$$

$x_f = 0,01$ mol $= x_{max}$

$$2°)\; x = n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_m} = \frac{0,103}{24} = 0,004 mol$$

$n(Zn^{2+}) = x = 4.10^{-3}$mol.

$$C = [Zn^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{4.10^{-3}}{0,04} = 0,1 mol.L^{-1}$$

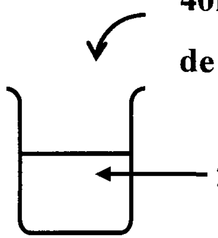
3°) $n(Zn^{2+})_f = x_f = 0{,}01\,mol.$

$$[Zn^{2+}] = \frac{x_f}{V} = \frac{0{,}01}{0{,}04} = 0{,}25\,mol.L^{-1}$$

$$n(Zn)_{final} = 5.10^{-3}\,mol$$

$$m(Zn)_f = 325.10^{-3}\,g$$

Exercice N°2:



$40\,mL$ de $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$

de concentration $C_2 = 0{,}1\,mol.L^{-1}$

160mL
- Quelque goutte d'empois d'amidon
- $S_2O_3^{2-}$ $(C = 1\,mol.L^{-1} ; V_T = 1\,mL)$
- Solution de $(K^+ + I^-)$ en excès

1°) I^- et $S_2O_3^{2-}$ ne réagissent pas.

Une réaction lente se produit entre les ions iodures I^- et les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$:

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

Le diiode réagit, au fur et à mesure de sa formation, avec les ions $S_2O_3^{2-}$:

$$I_2 + 2\,S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2\,I^- + S_4O_6^{2-}$$

=>la solution reste incolore.

Lorsque tous les ions $S_2O_3^{2-}$ réagissent une coloration bleue apparaît à l'instant t_1

2°)

Équation de la réaction		$S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \longrightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-}$			
Etat du système	avancement	quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	$n(S_2O_8^{2-})_0$	$n(I^-)_0$	0	0
Intermédiaire(t)	x	$n(S_2O_8^{2-})_0 - x$	$n(I^-)_0 - 2x$	x	2x
final	x_f	$n(S_2O_8^{2-})_0 - x_f$	$n(I^-)_0 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

3°)

a-

- À t=0s

$$n_{(S_2O_8^{2-})_0} = C_2V_2 = 0{,}1 \times 40.10^{-3} = 4.10^{-3}\,mol$$

$$[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{n(S_2O_8^{2-})_0}{V_{Total}} = \frac{4.10^{-3}}{0{,}2}$$

$$\Rightarrow [S_2O_8^{2-}] = 2.10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

• **À t_1=52s :** d'après l'équation de la réaction de titrage :

$$x = n_{I_2} = \frac{1}{2} n_{S_2O_3^{2-}} = \frac{C \times V_T}{2}$$

$$\Leftrightarrow x = n_{I_2} = \frac{1.10^{-3}}{2} = 5.10^{-4}\,mol$$

$$\Rightarrow n_{(S_2O_8^{2-})} = n_{(S_2O_8^{2-})_0} - x = 4.10^{-3} - 5.10^{-4} = 3{,}5.10^{-4}\,mol$$

$$\text{donc} \left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{n_{(S_2O_8^{2-})}}{V_{Total}} = \frac{3{,}5.10^{-4}}{0{,}2} = 1{,}75.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

• **À t_2=115s :**

$$\Leftrightarrow x = n_{I_2} = \frac{1}{2} n_{(S_2O_3^{2-})} = \frac{1}{2}.2.C.V_T \text{(on a ajouté 2 fois le thiosulfate)}$$

$$x = C.V_T = 10^{-3}\,mol$$

$$\left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{n_{S_2O_8^{2-}}}{V_{Total}} = \frac{3.10^{-3}}{201.10^{-3}}$$

$$\Leftrightarrow \left[S_2O_8^{2-}\right] = 1{,}49.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

b- Avancement maximal $x_{max} = x_f = n_{(S_2O_8^{2-})_0}$

$\Leftrightarrow x_f = 4.10^{-3}\,mol$ ($S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant)

c- Le temps de demie réaction c'est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur maximal

$$x = \frac{x_{max}}{2} = 2.10^{-3}\,mol.$$

d'ou $\quad n(S_2O_8^{2-}) = n_0 - x = 2.10^{-3}\,mol$

est par suite $\left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{n}{V_{Total}} = \frac{2.10^{-3}}{0{,}2} = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$

D'après la courbe $t_{\frac{1}{2}} = 280s$

Exercice N°3 :

1°)

a- I_2/I^- ; $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$

$$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$$

$$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow SO_4^{2-}$$

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

b- Àt = 0s

$$S:(S_2O_8^{2-})\begin{cases} C = 0{,}12\,mol.L^{-1} \\ V = 100\,mL \end{cases} + \; S':(I^-)\begin{cases} C' = 0{,}20\,mol.L^{-1} \\ V' = 100\,mL \end{cases}$$

$n(I^-)_0 = C'V' = 0,2 \times 0,1 = 0,02 mol.$

$n(S_2O_8^{2-})_0 = C \times V = 0,12 \times 0,1 = 0,012 mol.$

on a $\frac{n(I^-)_0}{2} \prec n(S_2O_8^{2-})_0 \Rightarrow I^-$ est le réactif

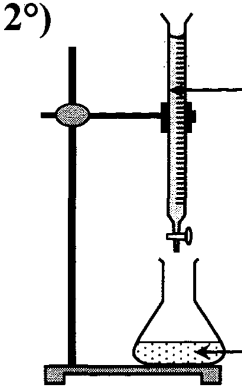
- $[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{n(S_2O_8^{2-})_0}{V+V'} = \frac{12.10^{-3}}{200.10^{-3}} = 6.10^{-2} mol.L^{-1}.$
- $[I^-]_0 = \frac{n(I^-)}{V+V'} = \frac{2.10^{-2}}{0,2} = 0,1 mol.L^{-1}.$

c-

Équation de la réaction		$2I^- + S_2O_8^{2-} \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	$n(I^-)_0$	$n(S_2O_8^{2-})_0$	0	0
Intermédiaire(t)	x	$n(I^-)_0-2x$	$n(S_2O_8^{2-})_0-x$	x	2x
Final (t_{final})	x_f	$n(I^-)_0-2x_f$	$n(S_2O_8^{2-})_0-x_f$	x_f	$2x_f$

$x_f = \frac{n(I^-)_0}{2} = 0,01 mol = x_{max}$

2°)



a-L'empois d'amidon est un indicateur d'I_2 (bleu noir)

b- I_2/I^- ; $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$

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

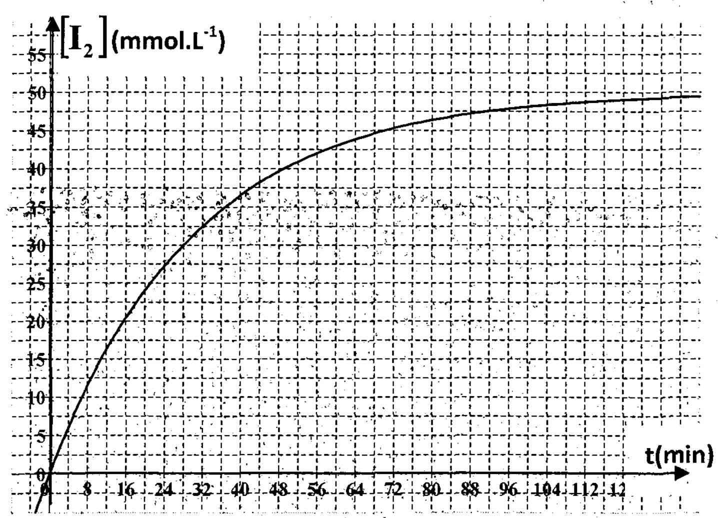
c- <u>A l'équivalence :</u>

$x = n(I_2) = \frac{1}{2}n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{2}C_2V_2$

$$\text{or } [I_2] = \frac{x}{V_1} \Rightarrow [I_2] = \frac{\frac{1}{2}C_2V_2}{V_1} = \frac{C_2V_2}{2V_1}$$

$$\Rightarrow [I_2] = \frac{0{,}1V_2}{2.10} = 5.10^{-3}.V_2 \text{ (avec } V_2 \text{ en mL)}$$

t(min)	0	4,5	8	16	20	25	30	36	44	54	69
V_2(mL)	0	1,8	2,4	4	4,8	5,6	6,1	6,9	7,4	8,4	9,2
$[I_2]$ (mmol.L^{-1})	0	9	12	20	24	28	30,5	34,5	37	42	47



t = 69s

1^{er} methode :

$x = [I_2] \times V_{Total} = 46.10^{-3}.0{,}2 = 9{,}2.10^{-3}$ mol

or $x_{max} = 10.10^{-3}$ mol $\succ x$

Alors la réaction n'est pas encore terminée.

$2^{éme}$ Méthode :

$$[I_2]_{max} = \frac{x_{max}}{V_{total}} = \frac{10^{-2}}{0{,}2} = 50.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow [I_2]_{max} \succ 46.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

D'où la réaction n'est pas encore terminée.

3°)Le temps de demie réaction c'est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur maximal

$$\text{Pour : } [I_2] = \frac{[I_2]_{max}}{2} = 25.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$t = 21\text{min} = t_{\frac{1}{2}}$$

Exercice N°4 :

1°)Au début de la réaction est lent puis devient rapide =>l'un des produits joue le rôle d'un catalyseur qui accélère la réaction au fur et à mesure qu'il se forme (c'est un autocatalyse).

2°) MnO_4^- est le réactif limitant.

Équation de la réaction		$2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 10CO_2 + 24H_2O$					
Etat du système	avancement	Quantité de matière en (mol)					
Initial (t=0s)	0	n_1	n_2	n_3	0	0	-
Intermédiaire(t)	x	n_1-2x	n_2-5x	n_3-16x	2x	10x	-
Final (tfinal)	xf	$n_1-2x_f=0$	n2-5xf	n_3-16x_f	2xf	$10x_f$	-

3°)

a- D'après la courbe $x_{max} = 2.10^{-3}$ **mol.**

b-

$$MnO_4^- \text{ réactif limitant} \Rightarrow x_f = \frac{n_1}{2} = x_{max}$$

$$\Rightarrow n_1 = 2.x_{max} = 2.2.10^{-3} = 4.10^{-3} mol$$

4°)

$$n_{MnO_4^-} = n_{(MnO_4^-)_0} - 2x$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{1}{2}(n_{(MnO_4^-)_0} - n_{MnO_4^-})$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{1}{2}(4.10^{-3} - 4{,}8.10^{-3})$$

$$\Leftrightarrow x = 1{,}76.10^{-3} mol$$

$\Rightarrow$D'après la courbe **t=5min**

5°)

$$\left[Mn^{2+}\right] = 7.10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$n_{Mn^{2+}} = \left[Mn^{2+}\right].V = 7.10^{-3} \times 40.10^{-3} = 2{,}8.10^{-3} mol = 2x$$

$$\Rightarrow x = 1{,}4.10^{-3} mol$$

D'après la courbe **t=4min**

6°)

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m} = \frac{192.10^{-3}}{24} = 8.10^{-3} = 10x$$

$$\Rightarrow x = 0{,}8.10^{-3} mol$$

D'après la courbe **t=3,4 min**

Exercice N°5 :

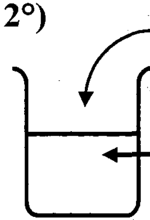
1°)

a- La couleur du mélange est jaune brun qui devient de plus en plus foncé due à la formation de I_2.

b- L'empois d'amidon est un indicateur de diiode I_2.

c- Le mélange est incolore car I_2 formé réagit avec $S_2O_3^{2-}$

2°)



à t=0s $S_2O_8^{2-}$ (C_2=0,5mol.L^{-1} ; V_2=2mL)

- **Quelque goutte d'empois d'amidon**
- $S_2O_3^{2-}$ **(C_0 = 1mol.L^{-1}; V_0 = 2mL)**
- I^- **(C_1=0,1mol.L^{-1} ; V_1=10mL) excès**

a- Entre t_0=0s et t_1, le I_2 formé réagit avec $S_2O_3^{2-}$ la couleur bleu n'apparaît pas.

A l'instant t_1=45s, la couleur bleu apparaît c.à.d. $S_2O_3^{2-}$ a réagit totalement d'où $n_1 = n(I_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C_0V_0}{2}$

A l'instant t_1 on ajoute un volume V_0=2mL de $S_2O_3^{2-}$.

A l'instant t_2=128s, la couleur bleu réapparaît ⇒

$$n_2 = n(I_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C_0 \times 2V_0}{2}$$

Après p ajout de $S_2O_3^{2-}$ on aura

$$n_p = n(I_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C_0 \times pV_0}{2}$$

b- Entre t_0 et t_1=46s : $n_1 = n(I_2) = \frac{C_0V_0}{2} = 10^{-4}$ **mol**

c-

$$\Delta n = n_p - n_{p-1} = \frac{p \times C_0 \times V_0}{2} - \frac{(p-1) \times C_0 \times V_0}{2} = \frac{C_0 \times V_0}{2} = 10^{-4}\ \text{mol}$$

d-

Équation de la réaction		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	$C_1.V_1=10^{-3}$	$C_2.V_2=10^{-3}$	0	0
Intermédiaire(t)	x	$10^{-3}-2x$	$10^{-3}-x$	x	2x
Final (t_{final})	x_f	$10^{-3}-2x_f$	$10^{-3}-x_f$	x_f	$2x_f$

I^- ne peut pas être le réactif limitant car il sera régénéré par la réaction du dosage

$n(I^-) = 10^{-3}$mol ⇒ reste constant

le réactif limitant est $S_2O_8^{2-}$ ⇒ $x_f = n(I_2)_f = 10^{-3}$**mol.**

3°)

a $v = \frac{dx}{dt}$ s'exprime en **mol.s**$^{-1}$.

La vitesse est le taux d'accroissement instantané de l'avancement

b- $n(I_2) = n = x$

$\Rightarrow v = \frac{dx}{dt}$ = **pente de la droite tangente à la courbe à l'instant t**

• À t = 0s $v = \frac{0{,}6.10^{-3}}{200} = 3.10^{-6}$ **mol.s**$^{-1}$

• À t=1000s $v = \frac{(0{,}75-0{,}4).10^{-3}}{1000} = 0{,}35.10^{-6}$ **mol.s**$^{-1}$

la vitesse diminue au cours du temps : cela est dû à la diminution de la concentration.

Exercice N°6 :

1°)

a- La vitesse instantanée de la vitesse de la réaction à un instant de date t_1 est la limite vers laquelle tend la V_{moy} entre t_1 et t_2 lorsque $t_1 \rightarrow t_2$

À t = 0s :

$$v(t_0) = \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0}$$ **: pente de la droite tangente à la courbe à t = 0**

$$v = \frac{0,6.10^{-3} - 0}{10 - 0} \Rightarrow v(0) = 6.10^{-3}\,mol.min^{-1}$$

b- $t_{\frac{1}{2}}$: durée au bout de laquelle l'avancement x atteint la moitié de sa valeur finale de la réaction.

à t_f : $x = 1,1.10^{-3}\,mol$

$$\Rightarrow x_{\frac{1}{2}} = 0,55.10^{-3}\,mol \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 15min$$

c- $$V_{\frac{1}{2}} = \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t_{\frac{1}{2}}} = \left(\frac{0,55.10^{-3} - 0,210^{-3}}{15 - 0}\right) = 2,4.10^{-5}\,mol.min^{-1}$$

d- La vitesse de la réaction décroît au cours du temps ($V_{(0)} > V_{(1/2)}$) car les concentrations des réactifs, qui sont des facteurs cinétiques de la réaction, diminue au cours du temps.

2°)

Équation de la réaction		$2\,I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-}$			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	0	0
Intermédiaire(t)	x	$C_1.V_1-2x$	$C_2.V_2-x$	x	2x
Final (t_{final})	x_f	$C_1.V_1-2x_f$	$C_2.V_2-x_f$	x_f	$2x_f$

$S_2O_8^{2-}$ réactif limitant

$$\Rightarrow C_2.V_2 - x_f = 0 \Rightarrow C_2.V_2 = x_f = 1,1.10^{-3}\,mol$$

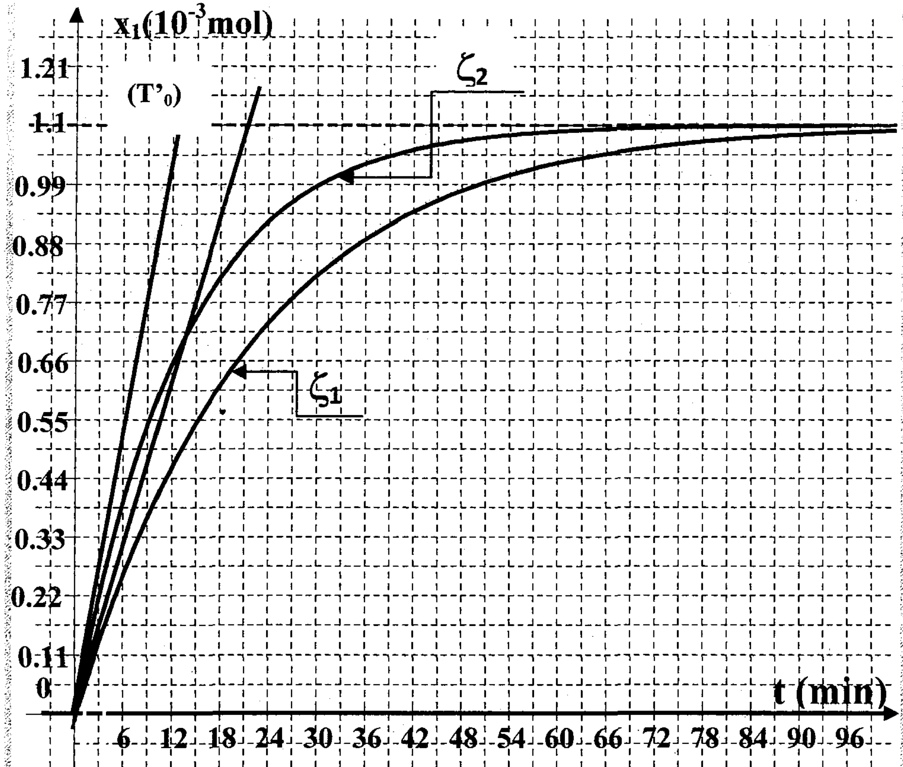
- Avant le mélange : $C_2 = \frac{x_f}{V_2} = \frac{1,1.10^{-3}}{0,01} = 0,11\,mol.L^{-1}$.
- Dans le mélange : $[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{x_f}{V_1 + V_2} = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

3°) $[I^-]_f = \frac{C_1.V_1 - 2x_f}{V_1 + V_2} \Rightarrow [I^-]_f = 2,54.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

4°)

a- En présence des ions Fe^{2+}, la vitesse de la réaction au moment du mélange, à t=0s, des réactifs et du catalyseur est plus grande que celle observée sans catalyseur.

b- La pente de la tangente T_0' à la courbe ζ_2 à **t=0s** va être plus grande alors que x_f ne va pas être modifiée.



Exercice N°7 :

Etude cinétique de la réaction :

$2\,I^- + H_2O_2 + 2\,H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4\,H_2O$

1°) Equation de la réaction du dosage :

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2\,I^- + S_4O_6^{2-}.$$

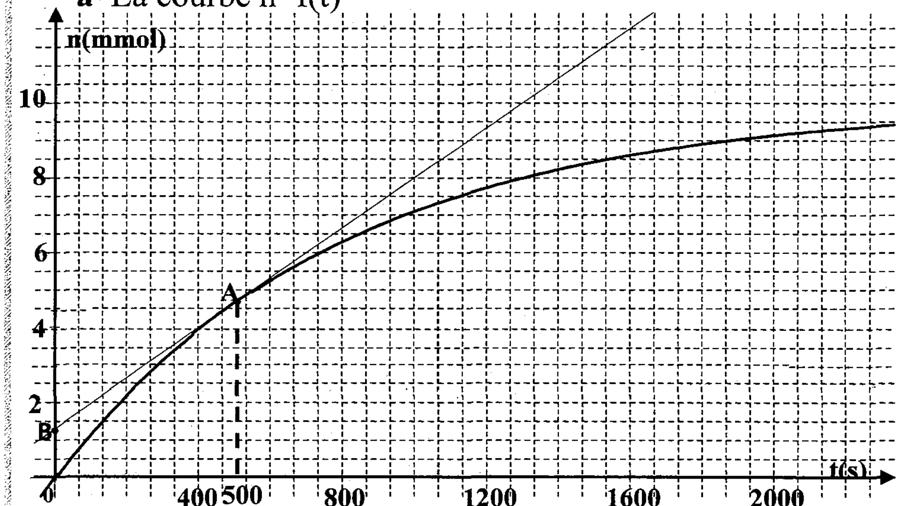
à une date $\leq$ t, tout I_2 formé réagit avec $S_2O_3^{2-}$ et la couleur de I_2 n'apparaît pas.

à une date $\geq$ t, la couleur de I_2 apparaît car tous les ions $S_2O_3^{2-}$ ont réagit avec I_2 formé pendant la durée t.

$$n(I_2)_{dosé} = \frac{1}{2}n(S_2O_3^{2-}) \Rightarrow n = \frac{1}{2}CV \Rightarrow n = 10^{-3}\,mol$$

2°)

a- La courbe n=f(t)



b- Tableau d'évolution de la réaction :

Équation de la réaction		$2\,I^-$	H_2O_2	$2\,H_3O^+$	I_2	$4\,H_2O$
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)				
Initial (t=0s)	0	n_{0_1}	n_{0_2}	n_{0_3}	0	0
Intermédiaire(t>0)	x	n_{0_1} -2x	n_{0_2} -x	n_{0_3} -2x	x	4x

Avec : $n_{0_1} = C_1.V_1 = 10^{-2}$mol et $n_{0_2} = C_2.V_2 = 9{,}88.10^{-3}$mol.

On constate que l'avancement est **$x = n(I_2) = n$;**

Donc à t=500s : x=4,6mmol.

$$\bullet V = \frac{dx}{dt} = \frac{dn}{dt} = \frac{n_A - n_B}{t_A - t_B} = \frac{4,6-1,2}{500-0} = 6,8.10^{-3}\,\text{mmol.s}^{-1}$$

•La vitesse **v** diminue au cours du temps .Le facteur cinétique qui fait diminuer **v** est la concentration initiales des réactifs.

Au cours du temps, la concentration des réactifs diminue, ce qui entraine la diminution de la vitesse.

c- La réaction est totale $\Rightarrow$À la fin de la réaction, le réactif limitant **H_2O_2** réagit totalement (**H_3O^+ en excès et I^- réagit puis se régénère, donc ne finit pas)**

$$\Rightarrow n_{O_2} - x_f = 0 \Rightarrow x_f = 9,88.10^{-3}\,\text{mol.}$$

Exercice N°8

$$2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$

1°)

•**Fe^{3+}** a pour rôle de catalyser la réaction ;

•On utilise l'eau glacée pour bloquer la réaction

2°) Dosage à **t=0s,** on a :

a- $n(H_2O_2)_0 = 8.10^{-4}\,\text{mol}$

A l'équivalence :

$$\frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)_0}{5} \Rightarrow \frac{C.V}{2} = \frac{n(H_2O_2)_0}{5}$$

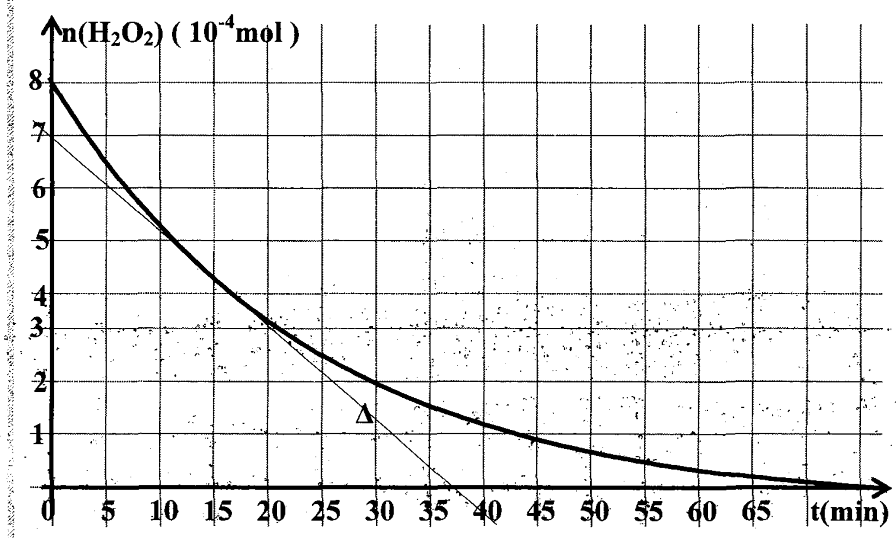
$$\Rightarrow C = \frac{2\times n(H_2O_2)_0}{5\times V} = \frac{2\times 8.10^{-4}}{5\times 16.10^{-3}} = 2.10^{-2}\,\text{mol.L}^{-1}.$$

b- à t quelconque :

$$\frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5} \Leftrightarrow n(H_2O_2) = \frac{5}{2}n(MnO_4^-)$$

$$\Leftrightarrow n(H_2O_2) = \frac{5}{2}C.V = 5.10^{-2}.V$$

t(min)	0	5	10	20	40
V(mL)	16	12,9	10,4	6,9	2,9
$n(H_2O_2)$ (10^{-4} mol)	8	6,45	5,2	3,45	1,45



3°) $V_{moy}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=\dfrac{-1}{2}.\dfrac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}$

Remarque : $n(H_2O_2)=n(H_2O_2)_0-2x$

D'où

$$x=\frac{1}{2}.(n(H_2O_2)_0-n(H_2O_2))\Rightarrow \Delta x=\frac{-1}{2}.\Delta n(H_2O_2)$$

AN : $V_{moy}=0{,}14mol.min^{-1}$

4°)

$$v=\frac{dx}{dt}=\frac{-1}{2}.\frac{dn_{(H_2O_2)}}{dt}$$

$$=\frac{-1}{2}(\text{pente de la droite tangente à la courbe au point d'abscisse } t_3=15min)$$

$$=\frac{-1}{2}.\left(\frac{(4{,}1-7).10^{-4}}{15-0}\right)=0{,}96.10^{-5}=9{,}6.10^{-6}mol.min^{-1}$$

Exercise N°9 :

$$2\,I^- + H_2O_2 + 2\,H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4\,H_2O$$

1°) H_3O^+ est un réactif car il apparaît dans l'équation de la réaction.

2°) D'après les trois courbes :

$$n(I_2)_{fin}=16.10^{-3}\prec\frac{n(I^-)}{2} \text{ dans les 3 expériences}$$

Donc I^- ne réagit pas totalement d'où H_2O_2 est le réactif limitant

$\Rightarrow n(I_2)_{fin}=n(H_2O_2)_0=n_0$

$\Leftrightarrow n_0=16.10^{-3}mol$

3°) $V_{moy}(t_1;t_2)=\dfrac{n(I_2)_{t_2}-n(I_2)_{t_1}}{t_2-t_1}=\dfrac{n(I_2)_{t_2}}{t_2}=\dfrac{n(I_2)_{t_2}}{40}$

C(a) : $V_{moy}==\dfrac{12.10^{-3}}{40}=3.10^{-4}mol.min^{-1}$.

C(b) : $V_{moy}==\dfrac{13.10^{-3}}{40}=3{,}25.10^{-4}mol.min^{-1}$.

C(c) : $V_{moy}==\dfrac{15.10^{-3}}{40}=3{,}75.10^{-4}mol.min^{-1}$.

•La réaction la plus rapide correspond à l'expérience N°2(température la plus élevé et la concentration la plus élevé) $\Rightarrow$**courbe (c).**

•La réaction la plus lente correspond à l'expérience N°1(température et la concentration les plus faibles) $\Rightarrow$**courbe (a).**

•Donc l'expérience N°3correspond à **la courbe (b)**

4°) $V_{(t=40min)}==\dfrac{15.10^{-3}-10.10^{-3}}{40-0}=10^{-4}mol.min^{-1}$

Exercice N°10 :

1°)

a-C'est la dérivée de l'avancement par rapport au temps.

b-

•À t =0min :

$$V_{(t=0)} = \frac{dx}{dt} \text{ or } x = n_{I_2} = [I_2]\times(V_1+V_2)$$

$$\Leftrightarrow V = \frac{d[I_2]\times(V_1+V_2)}{dt} = (V_1+V_2)\times\frac{d[I_2]}{dt}$$

$$= (V_1+V_2)\times \text{pente de la tg à la courbe } [I_2]=f(t) \text{ à } t=0$$

$$= 0{,}2\times\frac{2{,}5.10^{-2}}{10} = 5.10^{-4}\,mol.min^{-1}$$

•À t =15min :

$$V_{(t=15min)} = 0{,}2\times\frac{(1{,}35-0{,}75).10^{-2}}{15} = 8.10^{-5}\,mol.min^{-1}.$$

2°)I^- en excès d'après la courbe (1)

$$[I_2]_f = 3.10^{-2}\,mol.L^{-1} \neq 0$$

3°)

Équation de la réaction		$2I^-$ + H_2O_2 + $2H_3O^+$ → I_2 + H_2O				
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)				
Initial (t=0s)	0	$n(I^-)_0$	$n(H_2O_2)_0$	-	0	0
Intermédiaire(t>0)	x	$n(I^-)_0-2x$	$n(H_2O_2)_0-x$	-	x	4x
Final	x_f	$n(I^-)_0-2x_f$	$n(H_2O_2)_0-x_f$	-	x_f	$4x_f$

$$\bullet\ C_2 = \frac{n(H_2O_2)}{V_2} = \frac{4{,}5.10^{-3}}{100.10^{-3}} = 4{,}5.10^{-2}\,mol.L^{-1}.$$

$$\bullet\ n(I^-) = n(I^-)_0 - 2n(H_2O_2)_0 = [I^-]_f\times(V_1+V_2)$$

$$\Leftrightarrow n(I^-)_0 = [I^-]_f\times(V_1+V_2) + 2n(H_2O_2)_0$$

$$\Leftrightarrow C_1 = \frac{n(I^-)_0}{V_1} = \frac{[I^-]_f\times(V_1+V_2)+2n(H_2O_2)_0}{V_1}$$

$$\Leftrightarrow C_1 = \frac{3.10^{-3}\times0{,}2+2\times4{,}5.10^{-3}}{0{,}1} = 15.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

4°)à t=40min

$$\bullet\ [I_2] = 2.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$\bullet\ n(H_2O_2) = n(H_2O_2)_0 - n(I_2)$$

$$\bullet\ [H_2O_2] = [H_2O_2]_0 - [I_2]$$

$$\Leftrightarrow [H_2O_2] = \frac{4{,}5.10^{-3}}{200.10^{-3}} - 2.10^{-2}$$

$$\Leftrightarrow [H_2O_2] = 2{,}5.10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

Exercice N°11 :

Expérience 1:

1°) La coloration jaune brunâtre qui devient de plus en plus foncée au cours du temps confirme le caractère lent de la réaction **(1).**

2°)

a- t correspond à la date a laquelle est effectuée la dilution du prélèvement avec de l'eau glacée.

b- Le réactif en défaut est I^-. en effet d'après la courbe $[I^-]=f(t)$, le réactif I^- est totalement consommé enfin de réaction.

c-

Équation de la réaction		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow$		I_2 +	$2SO_4^{2-}$
Etat du système	vancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	$n_0(I^-)=5.10^{-3}$	$n_0(S_2O_8^{2-})=4.10^{-3}$	0	0
Intermédiaire(t)	x	$5.10^{-3}-2x$	$4.10^{-3}-x$	x	2x
Final (t_{final})	x_f	0	$1,5.10^{-3}$	$2,5.10^{-3}$	5.10^{-3}

d-

On a $v=\frac{1}{V}\cdot\frac{dx}{dt}$ ou $\frac{dx}{dt}$ est la pente de la tangente à la courbe $x=f(t)$à la date t considérée

$$v=\frac{1}{V}\cdot\frac{dx}{dt}=-\frac{1}{2V}\cdot\frac{dn(I^-)}{dt}=-\frac{1}{2V}\cdot\frac{dV[I^-]}{dt}=-\frac{1}{2}\frac{d[I^-]}{dt}$$

e- $-\frac{d[I^-]}{dt}$ représente l'opposé de la pente de la tangente à la courbe $[I^-]=f(t)$ à la date considéré.

à t=0s : $\left.\frac{d[I^-]}{dt}\right)_{t=0} = -4,17.10^{-5}\,mol.L^{-1}$

donc à t=0s : $v_0=2,085.10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}$

Expérience 2 :

Les concentrations initiales des réactifs dans le mélange réactionnel sont:

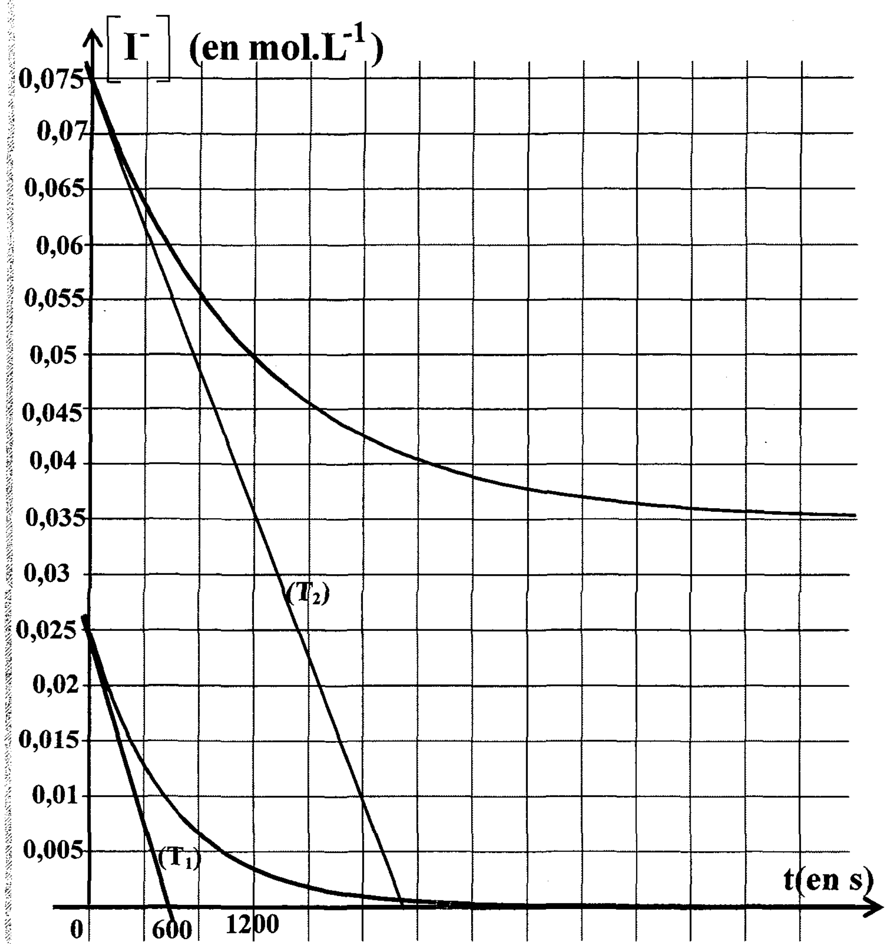
$[I^-]_{0_2} = 7,5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$

$[S_2O_8^{2-}]_{0_2} = 2.10^{-2}\,mol.L^{-1}$

• $[I^-]_{0_2} \succ [I^-]_{0_1} \Rightarrow$ en comparaison avec l'expérience N°1 la vitesse initiale de la réaction est plus importante dans le mélange réactionnel correspondant à l'expérience N°2 (T_2) est plus proche de l'axe des concentrations que (T_1)

•• $[I^-]_{0_2} \succ 2[S_2O_8^{2-}]_{0_2} \Rightarrow S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant

••• $[I^-]_{final} = [I^-]_{0_2} - 2[S_2O_8^{2-}]_{0_2} = 3,5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$


[I⁻] (en mol.L-1)
0,075
0,07
0,065
0,06
0,055
0,05
0,045
0,04
0,035
0,03
0,025
0,02
0,015
0,01
0,005
0
600
1200
t(en s)
(T2)
(T1)

Correction

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique

Chapitre 1 : Loi d'action de masse

Estérification.

Exercice N°1 :

1°)

a-

Acide méthanoïque + propane-1-ol $\rightleftharpoons$ méthanoate de propyl +eau

$$O=CH-OH+CH_3-CH_2-CH_2-OH \rightleftharpoons CH_3-CH_2-CH_2-O-CH=O+H_2O$$

b- Alcool : $\begin{cases} n(\text{alcool}) = 0,5\text{mol} \\ V_{al} = ? \end{cases}$

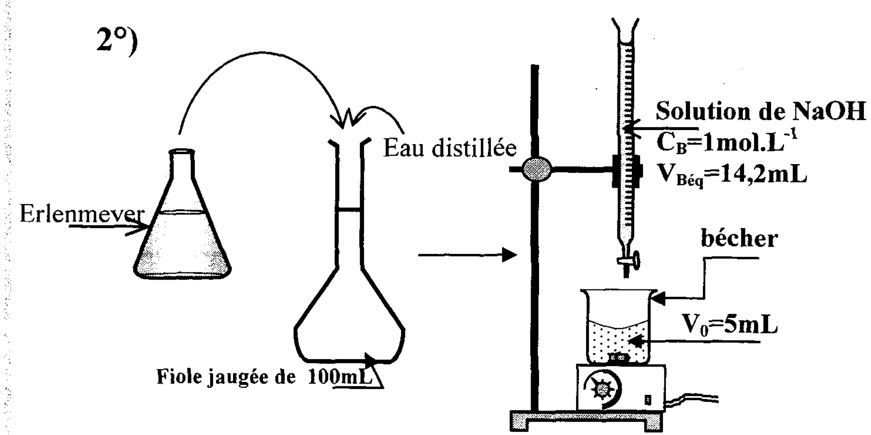
On a $n_{al} = \dfrac{m}{M} = \dfrac{\rho \times v_{al}}{M} \Rightarrow v_{al} = \dfrac{n_{al} \times M}{\rho_{al}}$

$$\Rightarrow v_{al} = \frac{0,5 \times 60}{0,8} = 37,5\text{mL}$$

c- $n_{ac} = 0,5 - n_{ester}$

$\Leftrightarrow n_{ester} = 0,5 - n_{ac} = 0,5 - C_B V_B$

2°)



On a : $n_{ac} = C_B V_{B_E} = 14{,}2.10^{-3}$ mol $= n_{ac}$ **dans le bécher**

$\Rightarrow$ **$14{,}2.10^{-3}$ mol $\rightarrow$ 5mL**

x $\rightarrow$ 100mL

donc $n_{(ac)fin} = \dfrac{14{,}2.10^{-3} \times 100}{5} = 0{,}284$ **moL**

d'ou $n_{ester)\,formé} = 0{,}5 - 0{,}284 = 0{,}216$ **mol**

3°)

a-

Équation de la réaction		Acide	+ alcool $\rightleftharpoons$	ester	+ eau
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	0,5	0,5	0	0
Intermédiaire(t)	x	0,5 - x	0,5 - x	x	x
Final(t_{final}) (équilibre)	x_f	$0{,}5 - x_{éq}$	$0{,}5 - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

b-

• Avancement maximal : x_{max}**=0,5mol** $\rightarrow n_{initial}$ du réactif limitant

• Avancement final : $x_{éq}$**=0,34mol** (d'après la courbe)

c-

• $x_{éq} < x_{max} \Rightarrow$ la réaction est limitée

• rendement= taux avancement final : $\rho = \tau_f = \dfrac{x_{éq}}{x_{max}} = 0{,}68 \Rightarrow 68\%$

d-

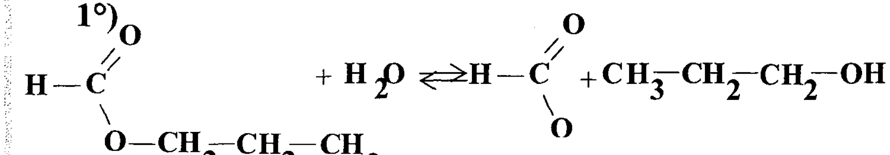
$$V_v = \frac{1}{v}\frac{dx}{dt}$$

$\Leftrightarrow V_v = \dfrac{1}{v}$ **(pente de la droite tangente à la courbe à l'instant t)**

• **V_v diminu au cours du temps**

Exercice N°2 :

1°)



Acide carboxilique **alcool**

2°)

$$C_A.V_A = C_B.V_B$$

$$\Rightarrow C_A = \frac{C_B.V_B}{V_A} = \frac{0{,}2 \times V_B}{10} \Rightarrow C_A = 0{,}02 \times V_B$$

	Ester +	eau $\rightleftharpoons$	acide +	alcool
à t=0s	C_0=1mol.L^{-1}		0	0
à t	C_0 - y		y = C_A	

$$[ester] = C = C_0 - C_A$$

t (heures)	0	4	10	20	40	70	100	120	150	160
V_B(mL)	0	7,5	12,5	1,5	21	23,5	24,2	24,5	25	25
C_A(mol.L^{-1})	0	0,15	0,25	0,33	0,42	0,47	0,484	0,49	0,5	0,5
C (mol.L^{-1})	1	0,85	0,75	0,67	0,58	0,53	0,516	0,51	0,5	0,5

3°)

a- A la fin de la réaction, la vitesse est égale à 0.
A l'échelle moléculaire, la vitesse ne s'annule pas car les deux réactions estérification et hydrolyse se déroulent au même instant avec les mêmes vitesses.

b- C → **$0,5 mol.L^{-1}$.**

c- La réaction n'est pas totale ($C = [ester] \neq 0$).

4°)

a- $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,5}{C_0} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \prec 1 \Rightarrow$ **la réaction n'est pas totale**

b-

• La réaction est athermique, l'augmentation de la température n'a pas d'influence sur l'équilibre : τ ne change pas.

• Le catalyseur n'a pas d'influence sur la composition à l'équilibre⇒ **τ ne change pas**

• L'addition d'eau favorise l'hydrolyse ⇒ **τ_f croît**

Exercice N°3 :

1°)

$$CH_3COOH + CH_3OH \rightleftarrows CH_3COOCH_3 + H_2O$$

2°)

$n_{(ac)}$ → courbe (2) : (acide est un réactif) $n_{(ac)}$ décroît
$n_{(ester)}$ → courbe (1) : (ester est un produit) $n_{(ac)}$ croît

3°)

a-

$$\begin{cases} n_{(ac)} = n_{(ester)} = 0,17 + \frac{0,17}{2} = 0,255 mol \\ n_{(al)} = n_{(ac)} = 0,255 mol \\ n_{(eau)} = n_{(ester)} = 0,255 mol \end{cases}$$

b-

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_{(ester)}}{dt} = \textbf{pente de la droite tg à la courbe}$$

$$= \frac{0,255 - 0,17}{1 - 0,5} = 0,17 mol.h^{-1}$$

4°)

a- $t > 2,5h$

$n_{(ac)} = n_{(al)} \neq 0$ reste constant

$n_{(ester)} = n_{(eau)} \neq 0$ reste constant

⇒ le mélange est en état d'équilibre dynamique

b- L'équilibre dynamique est un état où les réactifs et les produits sont présents dans le mélange et leurs compositions restent constant. A l'échelle moléculaire, les deux réactions directe et inverse ne s'arrêtent pas. Elles se déroulent a la même vitesse **≠ 0**

c- à l'équilibre

$$\begin{cases} n_{(eau)éq} = n_{(ester)éq} = 0,34 mol \\ n_{(al)éq} = n_{(ac)éq} = 0,17 mol \end{cases}$$

d- $k = \frac{[Ester]_{éq} \times [Eau]_{éq}}{[Acide]_{éq} \times [Alcool]_{éq}} \frac{n_{ester} \times n_{eau}}{n_{acide} \times n_{alcool}} = \frac{(0,34)^2}{(0,17)^2} = 4$

5°)

a- à t=0s

Équation de la réaction	Acide +	alcool $\rightleftharpoons$	ester +	eau	
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	n_0	n_0	0	0
Final(t_{final}) (équilibre)	x_f	$n_0 - x_{éq}=0,17$	$n_0 - x_{éq}=0,17$	$x_{éq}=0,34$	$x_{éq}=0,34$

$n(ac)_{éq}=n_0 - x_{éq} \Rightarrow n_0 = n(ac)_{éq} + x_{éq} = 0,17 + 0,34 = 0,51mol.$

$$\begin{cases} n_{ac)_0} = n_{al)_0} = 0,51mol \\ n_{est)_0} = n_{eau)_0} = 0 \end{cases}$$

b-

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_{éq}}{n_0} = \frac{0,34}{0,51} = 0,66$$

6°)

a-

	Acide + alcool $\rightleftharpoons$		ester +	eau
Etat du système	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0,17	0,17	0,34	0,34-0,13=0,21
Nouveau équilibre	0,17– x	0,17– x	0, 34+x	0,21+x

$$\Pi = \frac{n(ester) \times n(eau)}{n(acide) \times n(alcool)} = \frac{0,34 \times 0,21}{(0,17)^2} = 2,47$$

d' ou $\Pi \prec K$ puisque $K = 4$

$\Rightarrow$ le système n'est pas en équilibre il évolue dans le sens qui fait augmenté Π pour atteindre K $\rightarrow$ sens direct

b-

$$K = \frac{(0,34 + x) \times (0,21 + x)}{(0,17 - x)^2} = 4$$

$\Rightarrow x = 0,024mol$

7°)

	Acide +	alcool $\rightleftharpoons$	ester +	eau
Etat du système	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	1	1	3	0

n(eau)=0 $\Rightarrow$ le système n'est pas en équilibre, il évolue dans le sens de la formation d'eau

<u>Exercice N°4 :</u>

1°)

$$CH_3-OH + CH_3-CH_2-COOH \rightleftharpoons CH_3-CH_2-COOCH_3 + H_2O$$

2°)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \times V}{M} \Rightarrow V_{al} = \frac{n \times M}{\rho_{eau} \times d}$$

AN: $V_{al} = \frac{n_{al} \times M_{al}}{\rho_{eau} \times d_{al}} \Rightarrow V_{al} = \frac{0,6 \times 32}{1000 \times 0,8} = 0,024L$

$$V_{ac} = \frac{n_{ac} \times M_{ac}}{\rho_{eau} \times d_{ac}} \Rightarrow V_{ac} = \frac{0,6 \times 74}{1000 \times 1,05} = 0,042L$$

3°)

a- L'acide sulfurique est un catalyseur, il accélère la réaction.

Eau glacée : bloque la réaction

Phénolphtaléine : détecté le point d'équivalence.

b-

$n_{acide)\,t} = C_B V_B$

$n_{ester} = n_{acide\ réagi} = n_{acide)t=0s} - n_{acide)t}$

$\Rightarrow n_{ester} = C_B \times (V_{B_0} - V_B)$

4°)

a-

- lente :la réaction se déroule pendant 50min
- limitée : le mélange initial est équimolaire$\Rightarrow$ pas de réactif limitant n_{acide} doit s'annuler à la fin de la réaction si elle totale or $n_{(acide)_{final}} = 2.10^{-2} mol \neq 0$

b-

$$n_{(acide)_0} = n_{(alcool)_0} = \frac{0,6}{10} = 6.10^{-2} mol$$

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	6.10^{-2}	6.10^{-2}	0	0
Intermédiaire (t)	x	$6.10^{-2}- x$	$6.10^{-2}- x$	x	x
Final(t_{final})$_{équilibre}$	x_f	$6.10^{-2}- x_{éq}$	$6.10^{-2}- x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

c- $\tau_f = \frac{x_f}{x_m}$.

$$6.10^{-2} - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 6.10^{-2} mol$$

$$n_{(acide)_f} = 6.10^{-2} - x_f = 2.10^{-2} mol \Rightarrow x_f = 4.10^{-2} mol$$

$$\Rightarrow \tau_f = \frac{4.10^{-2}}{6.10^{-2}} = 0,67$$

d-

$$n_{(acide)_f} = n_{(alcool)_f} = 2.10^{-2} mol$$

$$n_{(ester)_f} = n_{(eaul)_f} = 4.10^{-2} mol$$

e- $$k = \frac{[ester]\times[eau]}{[acide]\times[alcool]} = \frac{n_{(ester)_{éq}} \times n_{(eau)_{éq}}}{n_{(acide)_{éq}} \times n_{(alcool)_{éq}}}$$

$$k = \frac{(0,4.10^{-3})^2}{(0,2.10^{-3})^2} = 4$$

5°)

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	0,5	0,3	0	0
Intermédiaire (t)	x	0,3– x	0,5– x	x	x

$$k = \frac{x_f^2}{(0,3 - x_f)\times(0,5 - x_f)} = 4 \text{ avec } x<0,3mol$$

$$\Rightarrow x_f^2 = 4\times(0,3 - x_f)\times(0,5 - x_f) = 4\times(0,15 - 0,3.x_f - 0,5.x_f + x_f^2)$$

$\Rightarrow x_f^2 = 0{,}6 - 3{,}2.x_f + 4.x_f^2 \Rightarrow 3.x_f^2 - 3{,}2x_f + 0{,}6 = 0$

$\Delta = (3{,}2)^2 - 4\times 0{,}6\times 3 = (1{,}74)^2$

$x_f' = \dfrac{3{,}2-1{,}7}{6} = 0{,}243\text{ mol}$

$x_f'' = \dfrac{3{,}2+1{,}7}{6} = 0{,}82\text{ mol} > 0{,}3$ à rejeter

$\Rightarrow x_f = 0{,}24\text{ mol}$

$n_{(acide)_f} = 0{,}5 - 0{,}243 = 0{,}257\text{mol}.$

$n_{(alcool)_f} = 0{,}3 - 0{,}243 = 0{,}057\text{mol}.$

$n_{(ester)_f} = n_{(eau)_f} = 0{,}243\text{mol}.$

6°)

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester +eau			
Etat du système	avancement	uantité de m tière (mol)			
Initial (t=0s)	0	n_0	0,3	0	0
Final (t_f)	x_f	$n_0 - x_f$	$0{,}5 - x_f$	x_f	x_f

1^{er}cas : Si $n_0 \geq 0{,}3$

$\Rightarrow$ l'alcool est le réactif limitant $\Rightarrow x_m = 0{,}3\text{mol}$

or $\tau = \dfrac{x_f}{x_m} \Rightarrow x_f = \tau \times x_m$

$\Rightarrow x_f = 0{,}95\times 0{,}3 = 0{,}285\text{mol}$

$\Rightarrow n_{(acide)_f} = n_0 - 0{,}285; n_{(acide)_f} = n_{eau} = 0{,}285\text{mol}$

$n_{(acide)_f} = 0{,}3 - 0{,}285 = 0{,}015\text{ mol}$

$k = \dfrac{(0{,}285)^2}{0{,}015\times(n_0 - 0{,}285)} = 4 \Rightarrow n_0 - 0{,}285 = \dfrac{(0{,}285)^2}{0{,}015\times 4}$

$\Rightarrow n_0 = \dfrac{(0{,}285)^2}{0{,}015\times 4} + 0{,}285 = 1{,}64\text{ mol}$

$n_0 = 1{,}64\text{ mol}$

$2^{ème}$cas : Si $n_0 \leq 0{,}3$mol

$\Rightarrow$ l'acide est le réactif limitant $\Rightarrow x_m = n_0$

$\Rightarrow$ or $\tau = \dfrac{x_f}{x_m} \Rightarrow x_f = \tau\times x_m \Rightarrow x_f = \tau \times n_0.$

$k = \dfrac{x_f^2}{(n_0 - x_f)\times(0{,}3 - x_f)} = \dfrac{n_0^2\times\tau^2}{n_0(1-\tau).(0{,}3 - n_0.\tau\tau} = 4$

$\Rightarrow 0{,}95^2.n_0 = 4\times(0{,}05)\times(0{,}03 - 0{,}95n_0).$

$\Rightarrow 0{,}9025n_0 + 0{,}2.0{,}95.n_0 = 0{,}2.0{,}3 \Rightarrow n_0 = \dfrac{0{,}06}{1{,}0925} = 0{,}055\text{mol}$

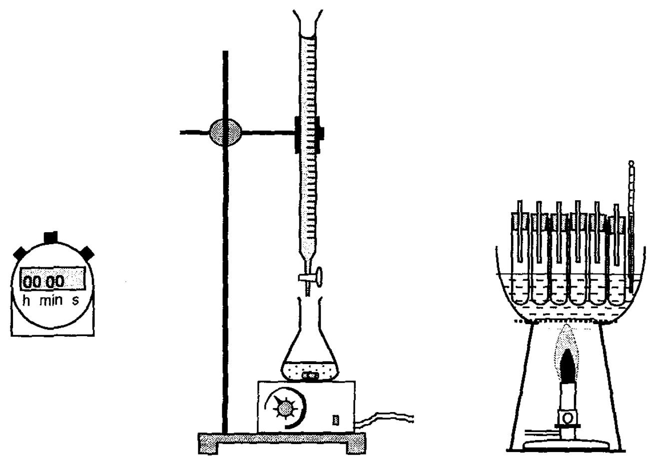
Exercice N°5 :

1°)

- $H_3C—OH + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COOCH_3 + H_2O$
- Réaction lente, limitée et athermique
- À partir de la courbe :

- Caractère lent :la réaction se déroule pendant 2h
- Caractère limitée : le mélange initial est équimolaire $\Rightarrow$ pas de réactif limitant. Si la réaction étant total alors $n_{(ac)_f} = 0$ or $n_{(ac)f} = 3mmol \neq 0$

2°)On divise le mélange en des prélèvements de même volume. Pour différents instants de dates t on dose l'acide restant par une solution de soude de concentration connue.



3°)

a-

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	9.10^{-3}	9.10^{-3}	0	0
Intermédiaire (t)	x	$9.10^{-3} - x$	$9.10^{-3} - x$	x	x
Final(t_{final})	x_f	$9.10^{-3} - x_{éq}$	$9.10^{-3} - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

b-

$n_{(acide)f} = 3.10^{-3} = 9.10^{-3} - x_{éq} \Rightarrow x_{éq} = 9.10^{-3} - 3.10^{-3} = 6.10^{-3}$ mol.

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{(acide)_{éq}} = 3.10^{-3} mol \\ n_{(alcool)_{éq}} = 3.10^{-3} mol \\ n_{(ester)_{éq}} = n_{(eau)_{éq}} = 6.10^{-3} mol. \end{cases}$$

c- $\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{max}}$

Si la réaction était totale $\Rightarrow 9.10^{-3} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 9.10^{-3}$mol

$$\tau_f = \frac{6.10^{-3}}{9.10^{-3}} \Rightarrow \tau_f = 0,67$$

d-

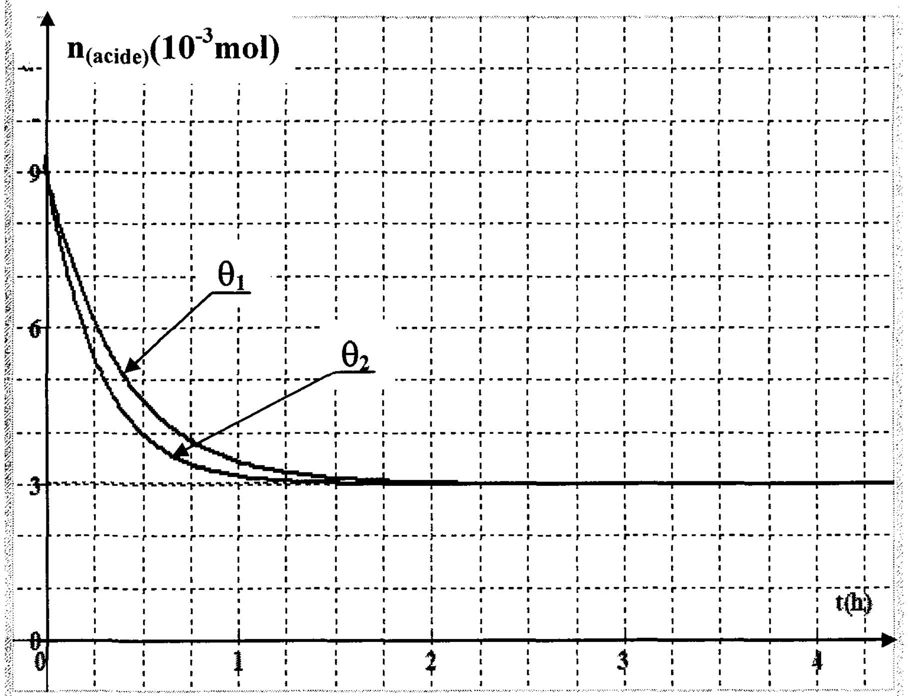
$$k = \frac{[ester]\times[eau]}{[acide]\times[alcool]} = \frac{n_{(ester)_{éq}} \times n_{(eau)_{éq}}}{n_{(acide)_{éq}} \times n_{(alcool)_{éq}}} = \frac{x_f^2}{(9.10^{-3} - x_f)^2}$$

$$\Rightarrow k = \frac{(9.10^{-3}\tau_f)^2}{(9.10^{-3})^2.(1-\tau_f)^2} \Rightarrow k = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)^2}$$

4°)

- $\theta_2 > \theta_1$: l'augmentation de la température accélère la réaction sans modifier la composition à l'équilibre car la réaction est athèrmique

-



Exercice N°6 :

I-

1°)

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat de système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	a	a	0	0
Intermédiaire (t)	x	a – x	a – x	x	x
Final(t_{final})	x_f	$a - x_{éq}$	$a - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{a} \Rightarrow x_f = a.\tau_f$$

$$K = \frac{x_f^2}{(a - x_f)^2} = \frac{a^2.\tau_f^2}{(a - a.\tau_f)^2} = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)^2}$$

2°)

A(I) $\quad \tau_f = 0,67 \Rightarrow K = \frac{(0,67)^2}{(0,33)^2} = 4,12$

A(II) $\quad \tau_f = 0,6 \Rightarrow K = \frac{(0,6)^2}{(0,4)^2} = 2,25$

II-

1°)

a- $\quad n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{d \times \rho_{eau} \times V}{M}$

$$n_{(acide)_0} = \frac{1,05 \times 1 \times 14,3}{(24 + 4 + 32)} = 0,25mol$$

$$n_{(alcool)_0} = \frac{0,785 \times 1 \times 19,2}{(36+8+16)} = 0,25mol$$

$$[acide]_0 = \frac{n}{V_T} = \frac{0,25}{(14,3+19,2).10^{-3}} = 7,46mol.L^{-1}$$

$$[acide]_0 = 7,46mol.L^{-1}$$

2°)

$$n_{(ac)_0} = [acide]_0 \times V_0 = 0,025mol = n_{(al)_0} = 0,025mol$$

a- à t_1 dosage de l'acide restant

$$n_{(ac)_{t_1}} = n(base) = C_B.V_B = 0,01mol$$

$$n_{(ester)_{t_1}} = n_{(ac)_0} - n_{(ac)_{t_1}} = 0,02 - 0,01 = 0,015mol$$

b- $\tau_{t_1} = \frac{x_{t_1}}{x_{max}} = \frac{0,015}{0,025} = 0,6.$

c-

- Si l'alcool est secondaire $\tau_f = 0,6 = \tau_{t_1} \Rightarrow$ le système **est en** équilibre
- Si l'alcool est primaire $\tau_f = 0,67 > \tau_{t_1} \Rightarrow$ le système **n'est** pas en équilibre.

Correction

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique

Chapitre 2 : Loi d'action de masse

Exercice N°1

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^-_{(aq)} \rightleftharpoons F_eSCN^{2+}(aq)$$

I-

1°)

a- $n(Fe^{3+}) - [Fe_0^{3+}]_0 V_1 = 3.10^{-3}.10.10^{-3} = 3.10^{-5}\,mol$

$n(SCN^-)_0 = [SCN^-]_0.V_2 = 1,5.10^{-3}.2.10^{-3} = 3.10^{-5}\,mol$

$$\frac{n(Fe^{3+})_0}{1} = \frac{n(SCN^-)_0}{1}$$

$\Rightarrow$ Vérifie…

b-

		$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^-_{(aq)} \rightleftharpoons F_eSCN^{2+}(aq)$		
Etat du systéme	avancement			
t=0		3.10^{-5}	3.10^{-5}	0
tqq		3.10^{-5} -x	$3.10^{-5} - x$	x
$t_{équilibre}$		$3.10^{-5} - x_{éq}$	$3.10^{-5} - x_{éq}$	$x_{éq} = x_{éq}$

c- $x_{max} = 3.10^{-5}\,mol$

$xéq = \tau_f.x_{max} = 0,1x3.10^{-5} = 3.10^{-6}$ mol

2°) $k = \dfrac{[FeSCN^2]}{[Fe^{3+}][SCN^-]} = \dfrac{n(FeSCN^{2+})V.V}{V.n(Fe^{3+})n(SCN^-)}$

$$= \frac{x_f (V_1 + V_2)}{\left(3.10^{-5} - x_f\right)\left(3.10^{-5} - x_f\right)}$$

$$= \frac{x_f (V_1 + V_2)}{\left(\left[Fe^{2+}\right]_0 V_1 - x_f\right)\left(\left[SCN^-\right]_0 V_2 - x_f\right)}$$

$$= \frac{0,3.10^{-5}.30.10^{-3}}{\left(3.10^{-5} - 0,3.10^{-5}\right)^2} = 123$$

II- $Fe^{3+}{}_{(aq)} + SCN^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons F_eSCN^{2+}(aq)$

1°) $\pi = \frac{n\left(FeSCN^{2+}\right).V}{n\left(Fe^{3+}\right).n\left(SCN^-\right)} = \frac{6.10^{-3}.0,1}{2.10^{-3}.10^{-1}} = 300$

2°) $\pi > k \Rightarrow$ le sens inverse

3°) $2.10^{-3} + x \quad 10^{-3} + x \quad 6.10^{-3} - x$???

$2.10^{-3} + x10^{-3} + 6.10^{-3} = 9{,}643.10^{-3}$

$9.10^{-3} + x = 9{,}643.10^{-3}$

$x = 0{,}643.10^{-3}\,mol$

$n\left(Fe^{3+}\right)éq = 2.10^{-3} + x = 2{,}643.10^{-3}\,mol$

$n\left(SCN^-\right)_{éq} = 10^{-3} + x = 1{,}643.10^{-3}\,mol$

$n\left(FeSCN^{2+}\right) = 6.10^{-3} - x = 5{,}357\,mol$

Exercice N°2

1°)

a-

Équation de la réaction		$C_6H_8O_6 + CH_3-CO_2^- \rightleftharpoons C_6H_7O_6 + CH_3COOCH_3$			
Etat de système	avancement	Quantité dematière (mol)			
Initial (t=0s)	0	10^{-2}	10^{-2}	0	0
Intermédiaire (t)	x	$10^{-2} - x$	$10^{-2} - x$	x	x
Final(t_{final})	x_f	$10^{-2} - x_{éq}$	$10^{-2} - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

b-

$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ avec $x_{max} = 10^{-2}\,mol$

$\Rightarrow x_f = \tau_f.\tau_{max} = 0{,}69.10^{-2}\,mol$

donc $n\left(C_6H_7O_6\right)_{éq} = n\left(CH_3CO_2H\right)_{éq} = x_f = 0{,}69.10^{-2}\,mol$

$n\left(C_6H_8O_6\right)_{éq} = n\left(CH_3CO_2^-\right)_{éq} = 10^{-2} - x_f = 0{,}31.10^{-2}\,mol$

c-

$$K = \frac{\left[C_6H_7O_6\right]_{éq}.\left[CH_3CO_2H\right]_{éq}}{\left[C_6H_8O_6\right]_{éq}.\left[CH_3CO_2^-\right]_{éq}} = \frac{n\left(C_6H_7O_6\right)_{éq}.n\left(CH_3CO_2H\right)_{éq}}{n\left(C_6H_8O_6\right)_{éq}.n\left(CH_3CO_2^-\right)_{éq}}$$

$$K = \frac{x_f^2}{\left(10^{-2} - x_f\right)^2} = \frac{\tau_f^2 x_{max}^2}{\left(10^{-2} - \tau_f x_{max}\right)^2} = \frac{\left(10^{-2}\right)^2.\tau_f^2}{\left(10^{-2}\right)^2.\left(1 - \tau_f\right)^2}$$

$$K = \frac{\tau_f^2}{\left(1-\tau_f\right)^2} = \frac{(0,69)^2}{(0,31)^2} = 4{,}95$$

2°)

a- $\Pi = \dfrac{n(C_6H_7O_6).n(CH_3CO_2H)}{n(C_6H_8O_6).n(CH_3CO_2^-)} = \dfrac{4\times 3}{2\times 1} = 6$

b- $\Pi < K \Rightarrow$ Le système n'est pas en équilibre, il évolue dans le sens qui fait augmenter **Π** pour atteindre **K** c'et à dire dans le sens direct.

Exercice N°4

1°) $SCN^-_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightleftharpoons F_eSCN^{2+}(aq)$

d- $k = \dfrac{([FeSCN^{2+}])_{éq}}{[Fe^{2+}]éq(SCN^-)éq}$

$[Fe^{3+}]éq = \dfrac{0,1}{0,05x8} = 0,25mol.L^{-1}$

e- $Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

		$SCN^-_{(aq)}$ +	$Fe^{3+}_{(aq)}$ $\rightleftharpoons$	$F_eSCN^{2+}(aq)$
Etat du systéme	avancement			
t=0		$\dfrac{C_2V_2}{V_1+V_2}$	$\dfrac{2C_1V_1}{V_1+V_2}$	0
t_f		$\dfrac{C_2V_2}{V_1+V_2} - y_{éq}$ 0,05	$\dfrac{2C_1V_1}{V_1+V_2} - y_{éq}$ $0,25molL^{-1}$	$y_{éq} = 0,1\ mol.L^{-1}$

$[Fe^{3+}]_{éq} = \dfrac{2C_1V_1}{V_1+V_2} - y_{éq} = 0,25molL^{-1} \Rightarrow C_1 = 0,25molL^{-1}$

$[SCN^-]_{éq} = \dfrac{C_2V_2}{V_1+V_2} - y_{éq} = 0,05molL^{-1} \Rightarrow C_2 = 0,5molL^{-1}$

2°)

a- On ne peut pas prévoir le déplacement à partir de la loi de modération

Les molarités de toutes les entités présentes changent

b- $\pi = \dfrac{[FeSCN^{2+}]}{[Fe^{2+}][SCN^-]} = \dfrac{\left(\dfrac{(FeSCN^{2+})_{éq}}{5}\right)}{\dfrac{(Fe^{2+})_{éq}}{5} \times \dfrac{(SCN^-)_{éq}}{5}} = 5K$

$\pi > k \Rightarrow$ la réaction évolue dans le sens inverse

c-

		$SCN^-_{(aq)}$ +	$Fe^{3+}_{(aq)}$ $\rightleftharpoons$	$F_eSCN^{2+}(aq)$
$t=0$		$\dfrac{0,05}{2}$	$\dfrac{0,25}{5}$	$\dfrac{0,1}{5}$
$t_{éq}$		$0,01+y'_{éq}$	$0,05+y'_{éq}$	$0,02 - y'_{éq}$

$k = \dfrac{0,02 - y'_{éq}}{(0,01+y'_{éq})(0,05+y'_{éq})} = 8$

$\Rightarrow 0,02 - y'_{éq} = 8(0,01+y'_{éq})(0,05+y'_{éq})$

$\Rightarrow 8y'_{éq} + 1,48y'_{éq} - 0,016 = 0$

$\Rightarrow y'_{éq} = 0,01molL^{-1}$

Correction

B- Chimie

Thème -2- Notion d'équilibre chimique

Chapitre 2 : Loi de modération

Exercice N°1

1°)

a-

Equation de la réaction		$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$	
Etat du systéme	avancement	Quantité de matière en mol	
$t = 0$	0	2	0
$t = t_{éq}$	$x_{éq}$	$2 - x_{éq} = 1{,}36mol$	$2x_{éq} = 1{,}28mol$

$x_{éq} = 0{,}64mol$

$n(N_2O_4)_{éq} = 1{,}36mol$

$n(NO_2)_{éq} = 1{,}28mol$

b- $\tau_f = \dfrac{x_{éq}}{x_{max}} = \dfrac{0{,}64}{2} = 0{,}32$

2°)

a-

Equation de la réaction		$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$	
Etat du systéme	avancement		
$t = 0$	0	2	0
$t = t_{éq}$	$x_{éq}$	$2 - x_{éq}$	$2\,x_{éq}$

$$\tau_{f_2} = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_{éq}}{2} = 0{,}53 \Rightarrow x_{éq} = 1{,}06mol$$

$$n(N_2O_4)_{éq} = 0{,}94mol$$

$$n(NO_2)_{éq} = 2{,}12mol$$

b-

* Si l'on augmente la température on remarque que τ_f augmente $\Rightarrow$ L'équilibre est déplacé dans le sens direct.

* Si l'on augmente la température d'après la loi de modération l'équilibre se déplace dans le sens endothermique.

$\Rightarrow$ Conclusion : Le sens direct est endothermique.

3°)

a- $N_2O_4 \rightleftarrows 2nNO_2$

$$\sum coef_{gauche} = 1 \rightarrow \sum coef_{droite} = 2$$

Si l'on augmente la pression, d'après la loi de modération, l'équilibre se déplace dans le sens qui fait diminue le nombre de moles total de gaz c'est-à-dire dans le sens inverse.

b- $[NO_2]$ □ $_{\textbf{diminue}}$, l'équilibre déplace d'après la loi de modération dans le sens qui fait produire NO_2 c'est-à-dire le sens direct.

Exercice n°2

1°) $CO_2 + H_2 \rightleftarrows CO + H_2O$

* Si l'on diminue la température, on remarque que K diminue l'équilibre se déplace dans le sens inverse.

* Si l'on diminue la température, l'équilibre se déplace vers exothermique.

$\Rightarrow$ Le sens inverse est exothermique.

$\Rightarrow$ La réaction est endothermique.

2°)

a- $CO_2 + H_2 \rightleftarrows CO + H_2O$

$$\sum coef)_G = 2 \qquad \sum coef)_D = 2$$

Il n'y a pas variation du nombre de notes total de gaz. Donc le pression n'a pas d'influence sur cette équilibre.

b- **[CO]** : D'après la loi de modération, l'équilibre se déplace dans le sens qui consomme **CO** c'est-à-dire dans le sens inverse $\Rightarrow \mathbf{n(CO_2)}$ et $\mathbf{n(H_2O)}$ $\mathbf{n(H_2)}$

Exercice N°3 :

1°)

		Fe^{3+} +	SCN^-	$\rightleftarrows Fe(SCN)^{2+}$
Etat du systéme	**avancement**			
$t = 0$	0	$C_1V_1 = 10.10^{-5}mol$	$C_2V_2 = 10.10^{-5}mol$	0
$t = t_{éq}$	$x_{éq}$	$10.10^{-5} - x_{éq}$ $3,6.10^{-5}$	$10.10^{-5} - x_{éq}$ $3,6.10^{-5}$	$6,4.10^{-5}$ $x_{éq}$

$$\left[Fe(SCN)^{2+}\right]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_1 + V_2} = 3,2.10^{-3}\,molL^{-1}$$

$$X_f = x_{éq} = 3,2.10^{-3}.20.10^{-3} = 6,4.10^{-5}\,mol$$

2°)

$$K=\frac{\left[Fe(SCN)^{2+}\right]_{éq}}{\left[Fe^{3+}\right]_{éq}\left[SCN^-\right]_{éq}}=\frac{n\left(Fe(SCN)^{2+}\right)_{éq}.(V_1+V_2)}{n\left(Fe^{3+}\right)_{éq}.n\left(SCN^-\right)_{éq}}$$

$$K=\frac{6,4.10^{-5}\times 20.10^{-3}}{\left(3,6.10^{-5}\right)^2}=987,65$$

3°)

	Fe^{3+} +	SCN^- $\rightleftarrows$	$Fe(SCN)^{2+}$
1^{er} équilibre	$3,6.10^{-5}$	$3,6.10^{-5}$	$6,4.10^{-5}$
2^{emme} équilibre	$3,6.10^{-5}+x$	$3,6.10^{-5}+x$	$6,4.10^{-5}-x$

$$Fe^{3+}+3OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3$$

$$n\left(Fe^{3+}\right)_{réagi}=\frac{n\left(OH^-\right)}{3}=2.10^{-5}mol$$

a- $\left[Fe^{3+}\right]$ **diminue** d'après la loi de modération le système évolue dans le sens qui fait produire Fe^{3+}, dans le sens inverse.

b- $$k=\frac{\left(6,4.10^{-5}-x\right).20.10^{-3}}{\left(1,6.10^{-5}+x\right)\left(3,6.10^{-5}\right)+x}=987,65$$

4°)

Fe^{3+} +	SCN^- $\rightleftarrows$	$Fe(SCN)^{2+}$
$3,6.10^{-5}+C_1'.V_3'=10^{-5}$	$3,6.10^{-5}$	$6,4.10^{-5}$

Si l'on ajoute une solution toutes les concentrations changent.

$$\pi=\frac{n\left(Fe(SCN)^{2+}.(V_1+V_2+V_3)\right)}{n\left(Fe^{3+}\right).n\left(SCN^-\right)}$$

$$\pi=1159>k=987,65$$

L'équilibre se déplace dans le sens inverse.

$$k=\frac{(6,4.10^{\ 5}\quad x)30.10^{\ 3}}{(4,6.10^{\ 5}+x)(3,6.10^{\ 5}+x)}=987,65$$

Exercice N°4 :

1°)

a- Dans l'expérience (2), l'équilibre est atteint plus rapidement donc $T_2>T_1$

b- Si T augmente $(n(C)_2<n(C)_1)\Rightarrow n(C)$ diminue.

Donc l'équilibre est déplacé dans le sens inverse, or d'après la loi de modération, une élévation de la température favorise la réaction endothermique donc le sens inverse est endothermique ; la réaction (sens direct) est exothermique.

2°)

a- Pour augmenter le nombre de mole de C formé, l'équilibre doit évaluer dans le sens direct (exothermique) donc d'après la loi modération, il faut diminuer la température.

b- Le sens direct correspond à une augmentation du nombre de mode de gaz, d'après la loi de modération il faut diminuer la pression.

c- Le sens direct correspond à une diminution de [A], il faut augmenter [A] (Loi de modération).

Correction
B- Chimie

Thème -3-

Chapitre1 : Loi d'action de masse : Cas des acides et des bases

Exercice N°1 :

1°) K_a : Constante d'acidité.
K_b : Constante de basicité

2°) $AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H$

$$Ka = \frac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]}$$

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons AH + OH^-$$

$$K_b = \frac{[AH].[OH^-]}{[A^-]}$$

3°) $K_a . K_b = \frac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]} . \frac{[AH].[OH^-]}{[A^-]}$

$\Rightarrow K_a . K_b = [H_3O^+] . [OH^-]$

II-

1°) $HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$

$HCO_2^- + H^+ \rightleftharpoons HCO_2H$

$\Rightarrow$ Il s'agit d'une réaction acide-base

2°) HNO_2/NO_2^- et HCO_2H/HCO_2^-

3°)

a- $K = \frac{[HCO_2H].[NO_2^-]}{[HCO_2^-].[HNO_2]} = \frac{[HCO_2H].[NO_2^-].[H_3O^+]}{[HCO_2^-].[H_3O^+].[HNO_2]}$

$\Rightarrow K = \frac{Ka_1}{Ka_2}$

b- $K = \frac{10^{-pKa_1}}{10^{-pKa_2}} = \frac{10^{-pKa_1}}{10^{-(pKe-pKb_2)}}$

$\Rightarrow K = \frac{10^{-3.3}}{10^{-3.75}} = 10^{0.45} = 2,82.$

$pKa_1 = 3,3$; $pKa_2 = 14 - 10,25 = 3,75$

$pKa_1 < pKa_2 \Rightarrow$ l'acide HNO_2 est plus fort que l'acide HCO_2H et la base HCO_2^- est plus forte que la base NO_2^- car à l'acide le plus fort correspond la base la plus faible.

4°) $\pi = \frac{[HCO_2H].[NO_2^-]}{[HCO_2^-].[HNO_2]} = \frac{0,2 \times 0,4}{0,5 \times 0,1} = 1,6$

$\pi < K \Rightarrow$ le systéme n'est pas en équilibre, il va évoluer dans le sens à augmenter $\pi \Rightarrow$ Sens direct.

Exercice N°2 :

1°) A_1 : $CH_3NH_3^+$

B_1: $C_6H_5O^-$

L'acide le plus fort possède **pKa** plus faible.

$pKa_1 < pKa_2 \Rightarrow C_6H_5O^-$ est acide plus fort que $CH_3NH_3^+$.

2°) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$

La constante K_1

$$K_1 = \frac{[CH_3NH_3^+].[OH^-]}{[CH_3NH_2^-]} = K_{b_1}.$$

$\Rightarrow K_1 = 10^{-pKb_1}$

Valeur pK_{b_1}

$pKa_1 + pKb_1 = 14 \Longrightarrow pKb_1 = 14 - pKa_1$

$pKb_1 = 14\text{-}10,7 = 3,3$

Par suite $K_1 = 10^{-3,3} = 5.10^{-4}$

3°)

a- Réaction entre CH_3NH_2 et C_6H_5OH d'équation :

$$CH_3NH_2 + C_6H_5OH \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + C_6H_5O^-$$

Loi d'action de masse :

$$K = \frac{[CH_3NH_3^+].[C_6H_5O^-]}{[CH_3NH_2].[C_6H_5OH]}$$

$$= \frac{[CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2].[H_3O^+]} \cdot \frac{[C_6H_5O^-].[H_3O^+]}{[C_6H_5OH]}$$

<u>AN :</u> $K = 10^{0,7} = 5$

b-

		$CH_3NH_2 + C_6H_5OH \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + C_6H_5O^-$			
Etat du systéme	avancement	Quantité de matière en mol			
t=0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
t éq	x	0,1-x	0,1-x	0,1+x	0,1+x

$$\pi_0 = \frac{[C_6H_5O^-].[CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2].[C_6H_5OH]} = \frac{n\,(C_6H_5O^-).n(CH_3NH_3^+)}{n\,(C_6H_5OH).n(CH_3NH_2)}$$

$$= \frac{0,1\,.0,1}{0,1\,.0,1} = 1 \Rightarrow \pi_0 < K$$

$\Rightarrow$Le systéme évolue spontanément dans le sens direct.

à L'équilibre $\mathbf{K} = \frac{(0,1+x)^2}{(0,1-x)^2} = \left(\frac{0,1+x}{0,1-x}\right)^2 ==> \frac{0,1+x}{0,1-x} = \sqrt{5}.$

$\Rightarrow 0,1 + x = (0,1 - x)\sqrt{5}$

$\Rightarrow x\,(1 + \sqrt{5}) = 0,1(-1 + \sqrt{5})$

$\Rightarrow x = \frac{0,1\,(\sqrt{5}-1)}{\sqrt{5}+1} = 3,82.10^{-2}$mol

On obtient à l'équilibre :

$n(CH_3NH_2) = 0,1 - x = 6,18.\ 10^{-2}$mol.

$n(CH_3NH_3^+) = 0,1 + x = 13,82.\ 10^{-2}$mol.

c- $Ka_1 = \frac{[CH_3NH_2].[H_3O^+]}{[CH_3NH_3^+]}$

$\Rightarrow [H_3O^+] = Ka_1.\frac{[CH_3NH_3^+]}{CH_3NH_2} = Ka_1.\frac{n(CH_3NH_3^+)}{n(CH_3NH_2)}$

<u>AN :</u> $[H_3O^+] = 10^{-10,7}.\frac{13,82.10^{-2}}{6,18.10^{-2}} = 4,46.\ 10^{-11}$mol.l^{-1}.

4°)

$$CH_3NH_2 + NH_4^+ \qquad\qquad CH_3NH_3^+ + NH_3$$

$K_2 = 31,6$

Soit Ka_1 constante d'acidité de couple NH_4^+ / NH_3

Même démarche $K_2 = \frac{Ka_3}{Ka_1}$

$$\frac{K_2}{K} = \frac{\frac{Ka_3}{Ka_1}}{\frac{Ka_2}{Ka_1}} = \frac{Ka_3}{Ka_2} = \frac{31,6}{5} = 6,32$$

$\Rightarrow Ka_3 > Ka_2$

D'où NH_4^+acide plus fort que C_6H_5OH.

La réaction de $\mathbf{NH_3}$ avec $\mathbf{C_6H_5OH}$:

$$\mathbf{NH_3 + C_6H_5OH^- \rightleftarrows NH_4^+ + C_6H_5O^-}.$$

La constante d'équilibre est :

$$K' = \frac{[C_6H_5O^-].[NH_4^+]}{[NH_3].[C_6H_5OH]} = \frac{Ka_2}{Ka_3} = \frac{1}{6{,}32} \Rightarrow \mathbf{K' = 0{,}158}$$

$$\pi = \frac{[NH_4^+].[C_6H_5O^-]}{[NH_3].[C_6H_5OH]} = \frac{n(NH_4^+).n(C_6H_5O^-)}{n(NH_3).n(C_6H_5OH)}$$

$$\Rightarrow \pi = \frac{0{,}2 \times 0{,}1}{0{,}1 \times 0{,}2} = 1$$

$\pi > K' \Rightarrow$ La réaction inverse se produit spontanément. Le systéme évolue spontanément dans le sens direct.

Exercice N°3 :

$\mathbf{CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2\ ;\ pKa_1 = 10{,}6.}$

$\mathbf{HClO / ClO^-\ ;\ pKb_2 = 6{,}5}$

1°)

a- On a : $\mathbf{pKa_1 = 14 - pKb_2 = 14 - 6{,}5 = 7{,}5.}$

$\Rightarrow \mathbf{pKa_2 < pKa_1 (=) Kb_1 > Kb_2.}$

Plus que **Ka** est grande plus que l'acide est fort plus que sa base conjuguée est faible.

$$\Rightarrow \begin{cases} \textbf{HClO est plus fort que } \mathbf{CH_3NH_3^+} \\ \mathbf{CH_3NH_2} \textbf{ est une base plus forte que } \mathbf{ClO^-} \end{cases}$$

b- $$K_{b_1} = \frac{[CH_3NH_3^+].[OH^-]}{[CH_3NH_2]}$$

$$K_{b_2} = \frac{[HClO].[OH^-]}{[ClO^-]}$$

2°)

a- $\mathbf{HClO + CH_3NH_2 \rightleftarrows ClO^- + CH_3NH_3^+}$

b- $$K = \frac{[ClO^-].[CH_3NH_3^+] \times [OH^-]}{[HClO].[CH_3NH_2] \times [OH^-]} = \frac{Kb_1}{KB_2}$$

$$= \frac{Ke.Ka_2}{Ka_1.Ke} = \frac{Ka_2}{Ka_1} = \frac{10^{-pka_2}}{10^{-pKa_1}} = 10^{pKa_1 - pKa_2}$$

$$\Rightarrow K = \mathbf{10^{10{,}6-7{,}5} = 10^{3{,}1} = 1258{,}9}$$

On a $\mathbf{K > 1}$

Les entités à gauche sont plus fortes que celles à droite.

Donc **HClO** est un acide plus fort que $\mathbf{CH_3NH_3^+}$ et $\mathbf{CH_3NH_2}$ est une base plus forte que $\mathbf{ClO^-}$.

Exercice N°4 :

1°) AH/A^-

On a $K_a = \dfrac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]}$

$K_b = \dfrac{[AH].[OH^-]}{[A]}$

$\Rightarrow K_a.K_b = [H_3O^+].[OH^-] = Ke$

2°) $HCOOH / HCOO^-$ $\longrightarrow$ $Ka_1 = 1{,}8.10^{-4}$

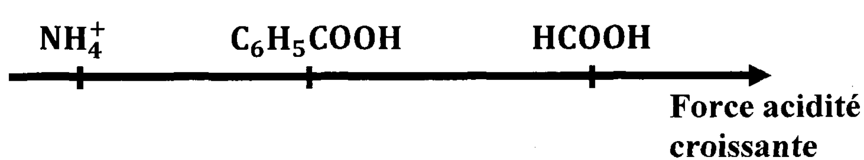
NH_4^+ / NH_3 $\longrightarrow$ $pKa_2 = 9{,}2$

$C_6H_3COOH / C_6H_3COO^-$ $\longrightarrow$ $pK_{b_3} = 10$

On a: $Ka_1 = 1{,}8.10^{-14} \longrightarrow pKa_1 = -\log(1{,}8.10^{-14}) = 3{,}74$

$pKa_2 = 9{,}2.$

$\Rightarrow pKa_3 = 14 - pKb_3 = 4.$



3°)

a- $HCOOH + NH_3 \rightleftarrows HCOO^- + NH_4^+.$

b- $K = \dfrac{[HCOO^-].[NH_4^+]}{[HCOOH].[NH_3^+]} \dfrac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \dfrac{Ka_2}{Ka_1}.$

comme $Ka_1 = \dfrac{[HCOO^-]\ [H_3O^+]}{[HCOOH]}$ et $Ka_2 = \dfrac{[NH_3^+]\ [H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

$\Leftrightarrow K = \dfrac{1{,}8.10^{-4}}{10^{-9{,}2}} = 2{,}85.10^5.$

Exercice N°5 :

1°) a- $HA + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + A^-.$

b- L'acide est fort. Son ionisation est totale. Donc $[HA] = 0$.

2°) $pH_2 < pH_3$.

Pour la même concentration plus que $[H_3O^+]$ est grande, pH est faible et plus que l'acide est fort.

D'où le **HCOOH** est plus fort que CH_3COOH.

3°)

a- $pH_2 = 2{,}9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,9} mol.l^{-1} < C = 10^{-2}\ mol.l^{-1}$

et $pH_3 = 4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4}\ mol.l^{-1} < C$. Donc les 2 acides sont faibles.

b-

$* CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

les couples sont : CH_3COOH/CH_3COO^- et H_3O^+/H_2O

$* HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$

les couples sont : $HCOOH/HCOO^-$ et H_3O^+/H_2O

4°)

a - $HCOOH/HCOO^- \rightarrow Ka_2 = 1{,}6.10^{-4}$

$CH_3COOH/CH_3COO^- \rightarrow Ka_3 = 1{,}6.10^{-5}$

$\Rightarrow pKa_2 = -\log(Ka_2) = 3{,}79$

$\Rightarrow pKa_3 = -\log(Ka_3) = 4{,}79$

b- Plus que **pKa** est faible, plus que l'acide est fort, plus que sa base conjuguée est faible.

On a : $pKa_2 < pKa_3$ donc **HCOOH** est plus fort que **CH_3COOH** et **$HCOO^-$** est une base plus faible que **CH_3COO^-**.

* Les résultas sont conformes à ceux de la question 2 .

5°)

$$(S'_2)\begin{cases} \underset{\text{solide (sel)}}{HCOONa} \rightarrow \underset{\text{base faible}}{HCOO^-} + \underset{\text{ioninerte}}{Na^+} \\ HCOO^- + H_2O \rightleftarrows HCOOH + OH^- \end{cases}$$

$$(S'_3)\begin{cases} \underset{\text{solide (sel)}}{CH_3COONa} \rightarrow \underset{\text{base faible}}{CH_3COO^-} + \underset{\text{ioninerte}}{Na^+} \\ CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^- \end{cases}$$

D'après **4°)** b- **CH_3COO^-** est une base plus forte que **$HCOO^-$**.

(S'_3) est une solution plus basique que (S'_2).

*Pour la même concentration, plus que $[OH^-]$ est grande.

*$[H_3O^+]$ faible $\longrightarrow$ pH est grande , la base est plus forte.

Donc $pH_{S'_3} > pH_{S'_2}$.

6°)

a- $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

Une augmentation de la température déplace l'équilibre dans les sens endothermique. C'est le sens direct. D'où $[H_3O^+]$ va augmenter. Ainsi pH diminue.

b-

		$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$			
Etat du système	**avancement volumique**	**En $mol.L^{-1}$**			
À t=0	**0**	**C**	**-**	**0**	**0**
À t= t_f	**Y_f**	**C- Y_f**		**Y_f**	**Y_f**

$Y_f = [H_3O^+]$

et on a : $K_a = \frac{[CH_3COO^-].[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

$\Leftrightarrow K_a = \frac{Y_f^2}{C - Y_f} = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$.

D'autre part : $\tau_f = \frac{[H_3O^+]}{C} \Leftrightarrow [H_3O^+] = C.\tau_f$

D'où : $K_a = \frac{C^2.\tau_f^2}{C - C\tau_f} = \frac{C.\tau_f^2}{1 - \tau_f}$.

Au cours de la dilution, Ka reste cste ; et C diminue ; ainsi il faut que τ_f augmente.

Donc la dilution favorise l'ionisation de l'acide.

c- L'ajout de l'acide fort (sol° S_1) fait augmenter la concntration de H_3O^+. D'après la loi de Modération, l'équilibre se déplace dans le sens à faire diminuer $[H_3O^+]$, C'est-à-dire le sens inverse.

C-Devoirs

Durée : 2 heures	Devoir de contrôle N° 1 Sciences – Physique	$4^{ème}$

Chimie : (7 pts)

On considère la réaction de l'oxydation des ions iodures **I** par les ions péroxodisulfates $S_2O_8^{2-}$ à température constante.

1°) Ecrire l'équation de la réaction.

2°) A l'instant $t_0 = 0$ s, on prélève une solution S en mélangeant :

- $V_1 = 50\ cm^3$ d'une solution de $K_2S_2O_8$ de concentration molaire C_1
- $V_2 = 100\ cm^3$ d'une solution de **KI** de concentration molaire $C_2 = 0,9\ mol.L^{-1}$.

Pour étudier la cinétique de la réaction, on opère sur des prélèvements de même volume V_p qu'on dose aux dates t avec une solution de $Na_2S_2O_3$ de concentration molaire $c = 0,3\ mol.L^{-1}$. On obtient le **graphe 3**.

a- Ecrire les expressions des quantités de matières des espèces chimiques présentes **à t = 0 s.**

b- D'après la courbe, déterminer $[S_2O_8^{2-}]_0$ et en déduire que $c_1 = 0,6\ mol.L^{-1}$.

c- Calculer $[I^-]_0$ et $[K^+]_0$

3°) Dresser le tableau descriptif d'évolution du système et en déduire le réactif limitant.

4°)

a- Quelle observation nous permet de déduire s'il s'agit d'une réaction instantanée ou lente.

b- Donner une autre confirmation.

5°)

a- Quelles précautions doit-on prendre pour effectuer correctement le dosage.

b- Ecrire l'équation de la réaction relative au dosage.

c- Donner l'expression de la vitesse volumique instantanée de la réaction.

d- Calculer sa valeur maximale.

6°) On considère le mélange à la date **t = 20 mn**.

a- déterminer à cette date $[I_2]$; $[SO_4^{2-}]$ **et** $[I^-]$.

b- Calculer le volume de la solution de $Na_2S_2O_3$ nécessaire à l'équivalence sachant que **Vp = 15mL.**

c- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{½}$.

PHYSIQUE : (13 Pts)

Exercice N° 1 :

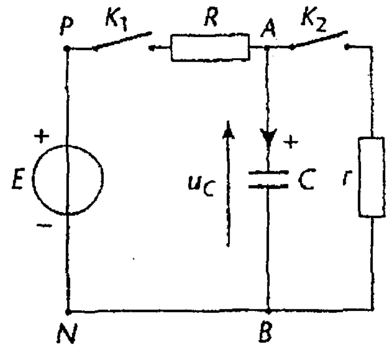
On considère le montage suivant :

On donne **$C = 100\ \mu F$**.

Le condensateur étant initialement déchargé.

I-K_2 ouvert ; on ferme K_1.

1°) expliquer, en 2 phrases, ce qui se passe pour le condensateur.



2°) Sur la voie A on veut observer **$u_R(t)$** et sur la voie B on veut observer **$u_C(t)$**.

En représentant le circuit fermé (feuille ci-jointe). Indiquer les branchements convenables à l'oscilloscope et les opérations nécessaires.

3°)

a- Établir l'équation différentielle vérifiée par **u_C**.

b- La solution de l'équation différentielle est de la forme **$u_C(t) = Ae^{-\alpha t} + B$**.

En déterminant les constantes **A, B** et **α** ; montrer que la solution correspond à : **$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$**.

4°) La visualisation à l'oscilloscope sur la voie B permet d'obtenir la courbe **(1)**.

a- Déterminer la **f.e.m E** du générateur.

b- Donner la définition de la constante de temps **τ**.

c- Montrer que **$u_C(\tau) = 0{,}63\ E$**. en déduire **τ**.

d- Vérifier la valeur de **τ** par une autre méthode.

e- Déduire une valeur approchée de **R**.

f- Déterminer l'énergie emmagasinée par le condensateur à la fin de la charge.

5°) Tracer sur le même graphe une allure de la courbe si on avait utilisé une résistance **R' □ R**. Justifier.

6°) En se servant, au moins de 3 points de la courbe **(1)** tracer sur le même graphe la courbe **$u_R(t)$**.

II- Le condensateur est complètement chargé ; on ferme **K_2** et on ouvre **K_1** on obtient la courbe **(2)**.

1°) En une phrase indiquer le phénomène observé.

2°)

a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par **u_C**.

b- Vérifier que **$u_C(t) = E\, e^{-t/\tau'}$** est une solution de l'équation différentielle avec **τ'** = r.C.

Exercice N° 2 :

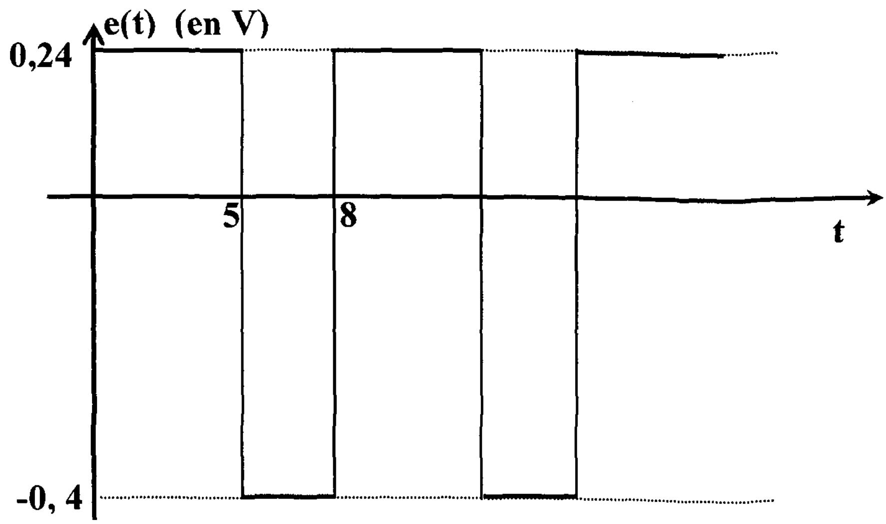
La f.e.m d'auto-induction e, crée dans une bobine d'inductance **$L = 40\ 10^{-3}$ H**, varie au cours du temps selon la loi présentée par la courbe ci-dessous.

1°) Donner l'énoncé de la loi de Lenz.

2°) Exprimer le taux de variation $\frac{di}{dt}$ en fonction de e et L.

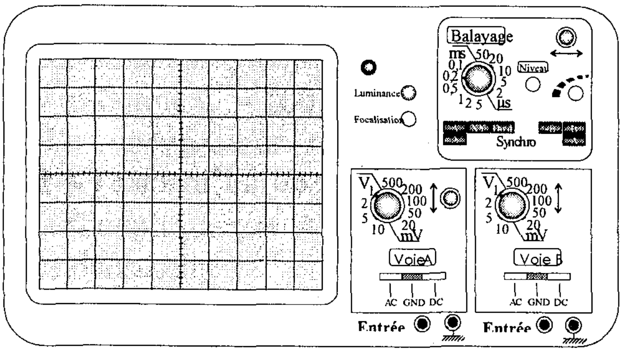
3°) Calculer $\frac{di}{dt}$ dans chacun des intervalles de temps.

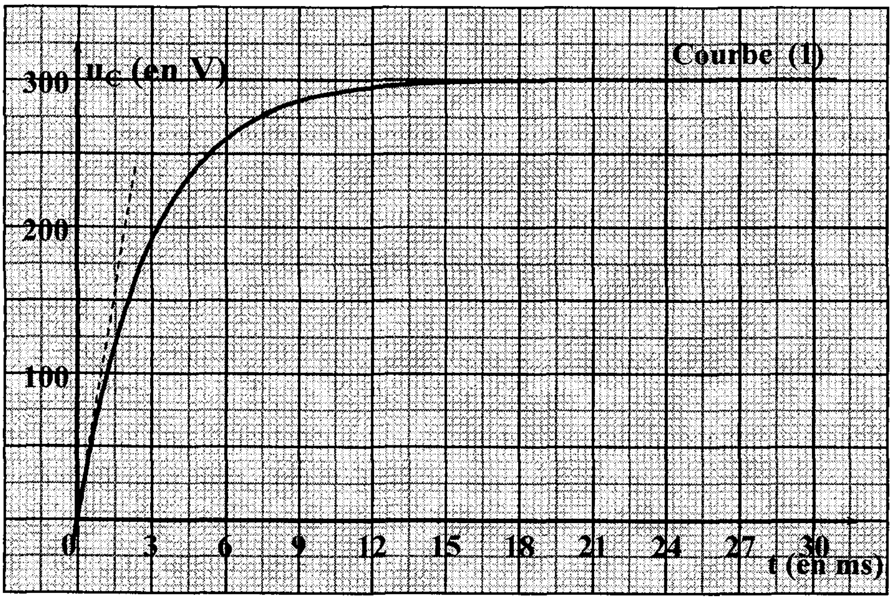
4°) Représenter graphiquement i en fonction de t sachant qu'à l'instant **t = 5 ms**, i = 0.

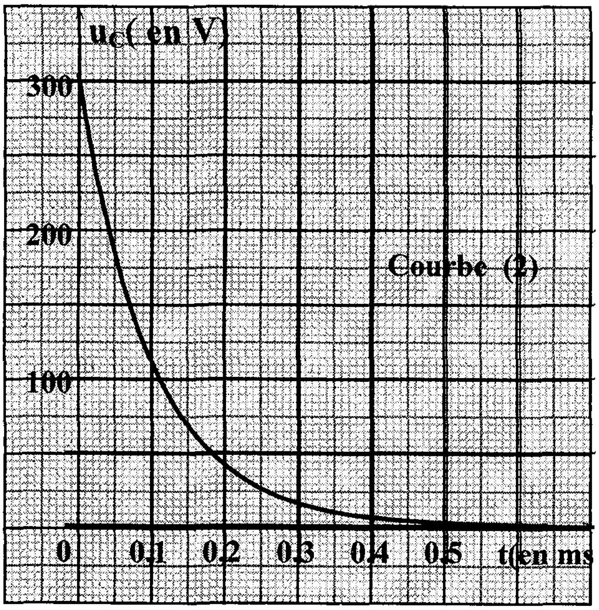


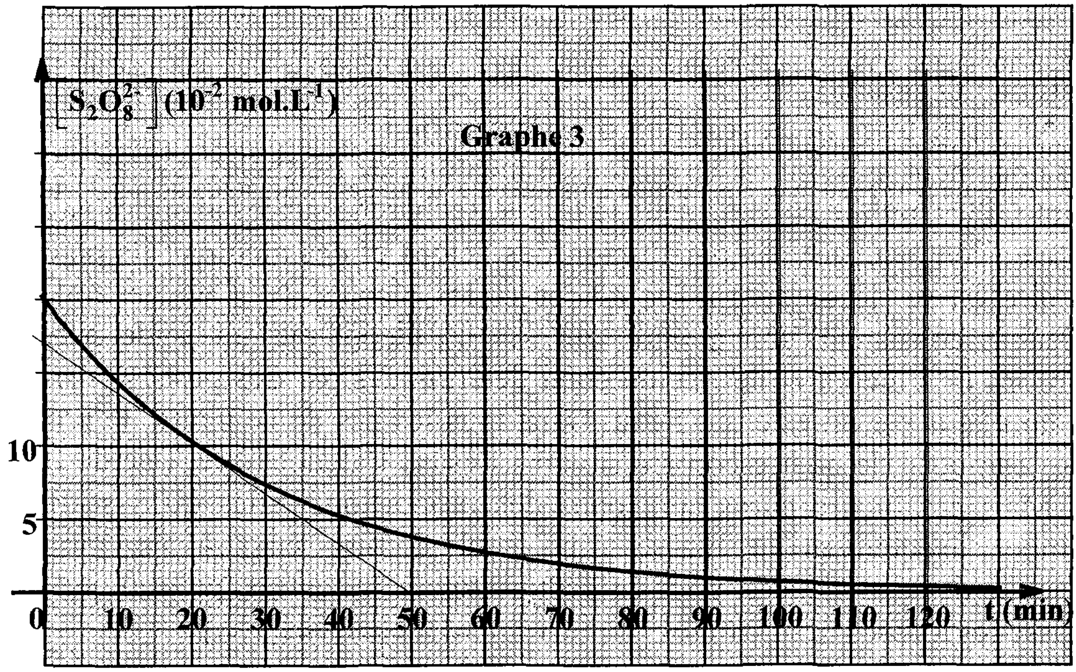
Annexe à rendre avec la copie

Nom et prénom :.................................... N°....... Classe............









$[S_2O_8^{2-}]$ (10^{-2} mol.L^{-1})
Graphe 3
10
5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
t (min)

Durée : 3 heures	Devoir de synthèse N° 1 Sciences – Physique	$4^{éme}$

Partie chimie : (7 points)

Exercice N° 1 :Histoire de la réaction d'estérification

Le document qui suit est un extrait du mémoire de Berthelot et Péan de Saint-Gilles, publié en 1862 sous le titre « Recherche sur les affinités ».

« … Les esters sont formés par l'union des acides et des alcools ; ils peuvent reproduire en se décomposant les acides et les alcools. […] en général, les expériences consistent, soit à faire agir sur un alcool pur un acide pur, les proportions de l'alcool et de l'acide étant déterminées par des pesées précises, soit à faire agir sur un ester de l'eau. Dans tous les cas de ce genre, le produit final se compose de quatre corps à savoir : l'ester, l'alcool libre, l'acide libre, l'eau. Mais ces quatre corps sont dans des proportions telles qu'il suffit de déterminer exactement la masse d'un seul d'entre eux, à un moment quelconque des expériences, pour en déduire toutes les autres, pourvu que l'on connaisse les masses des matières primitivement mélangées. […]

Ceci posé, entre les quatres éléments suivants : ester, alcool, acide, eau, le choix ne saurait être douteux, c'est évidemment l'acide qu'il faut déterminer. […] On transvase le produit final dans un vaste à fond plat, […] On ajoute quelques gouttes de teinture de tournesol, et l'on verse de l'eau de baryte (Ba^{2+} + 2OH) avec un burette graduée jusqu'à ce que la teinte rose ou violacée du tournesol ait au bleu franc. […]

Si on élimine l'eau, la création d'un acide sur un alcool peut atteindre un rendement de **100%...** »

Tableau des résultats de Berthelot :

Acide éthanoïque (**CH_3COOH**) et éthanol (**CH_3CH_2OH**) en mélange **équimolaire** et à la température ambiante.

Durée de l'expérience (jours)	15	22	70	72	128	154	277	268
Pourcentage de l'acide initial estérifié	10.0	14.0	37.3	38.3	46.8	48.1	53.7	55.0

Fin de document

Question :

1°) Dans la première phrase du texte, on peut lire « les esters sont formés par l'union des acides et des alcools » reformuler cette phrase.

2°) Berthelot indique que « les esters peuvent se reproduire en se décomposant les acides et les alcools ».

Quel nom est donné à la réaction ainsi évoquée ?

3°) Quelles phrases du texte montrent que les transformations chimiques faisant intervenir un acide et un alcool ne sont pas totales ? que représente pour Berthelot le « produit final » ?

4°) Quelle conclusion peut-on déduire du tableau sur la cinétique de la transformation ?

5°) En notant n_0 la quantité de matière d'acide éthanoïque initiale, dresser un tableau descriptif de l'évolution du système chimique et montrer que l'on retrouve l'affirmation de la phrase : « mais ces quarte cops sont dans des proportions telles qu'il suffit de déterminer exactement la masse d'un seul d'entre eux, à un moments quelconque des expériences, pour en déduire toutes les autres, pourvu que l'on connaisse les masses des matières primitivement mélangées ».

6°) Citer l'extrait du texte qui décrit le protocole permettant de déterminer la quantité d'acide restant. Quel est le rôle de la teinture de tournesol.

7°) Expliquer comment, Marcelin Berthelot détermine par calcul, la quantité d'acide estérifié ?

8°) Expliquer la dernière phrase du texte.

<u>Exercice N° 2 :</u>

En solution aqueuse, les ions fer (III) forment un ion complexe rouge intense en présence d'ions thiocyanate SCN^- selon une transformation limitée. L'équation de cette réaction est : $\mathbf{Fe^{3+}{}_{(aq)} + SCN^-{}_{(aq)} \longrightarrow FeSCN^{2+}{}_{(aq)}}$

I- Dans une première expérience, on mélange un volume $\mathbf{V_1 = 10mL}$ de solution de nitrate de fer III de concentration molaire an ions fer III est $\mathbf{[Fe^{3+}]_0 = 3.10^{-3}mol.L^{-1}}$ et un volume $\mathbf{V_2 = 20mL}$ de solution de thiocyanate de potassium de concentration molaire en ion thiocyanate $\mathbf{[SCN^-] = 1{,}5.10^{-3}mol.L^{-1}}$. Le taux d'avancement final de cette transformation est $\boldsymbol{\tau_f = 0{,}1}$.

1°)

a- Montrer que les proportions des réactifs sont stœchiométriques.

b- Dresser le tableau descriptif relatif à cette réaction.

c- Donner la valeur de l'avancement maximal de cette réaction. En déduire son avancement final.

2°) Montrer que la constante d'équilibre relative à cette réaction vérifie la relation :

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{X_f}}{\left([\mathbf{Fe^{3+}}]_0\ .\mathbf{V_1} - \mathbf{X_f}\right)\left([\mathbf{SCN^-}]_0\ .\mathbf{V_2} - \mathbf{X_f}\right)}\ .\ \mathbf{(V_1 + V_2)}.$$ Calculer sa valeur.

II-Dans une deuxième expérience, et à la même température on mélange $\mathbf{2.10^{-3}}$ **mol** d'ion $\mathbf{Fe^{3+}}$, $\mathbf{10^{-3}}$ **mol** d'ion $\mathbf{SCN^-}$ **et** $\mathbf{6.10^{-3}}$ **mol** d'ions $\mathbf{FeSCN^{2+}}$. Le volume du mélange est $\mathbf{V = 0{,}1\ L}$.

1°) Calculer la fonction de concentration $\boldsymbol{\pi}$.

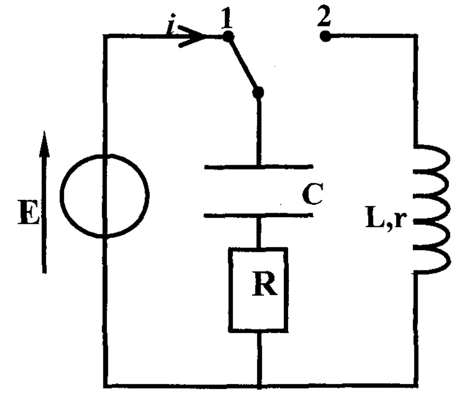
2°) Dans quel sens évolue le système.

3°) Sachant que le nombre de mol total obtenu à l'équilibre chimique est $\mathbf{n_t = 9{,}643.10^{-3}}$ **mol**, Déterminer la composition finale du mélange.

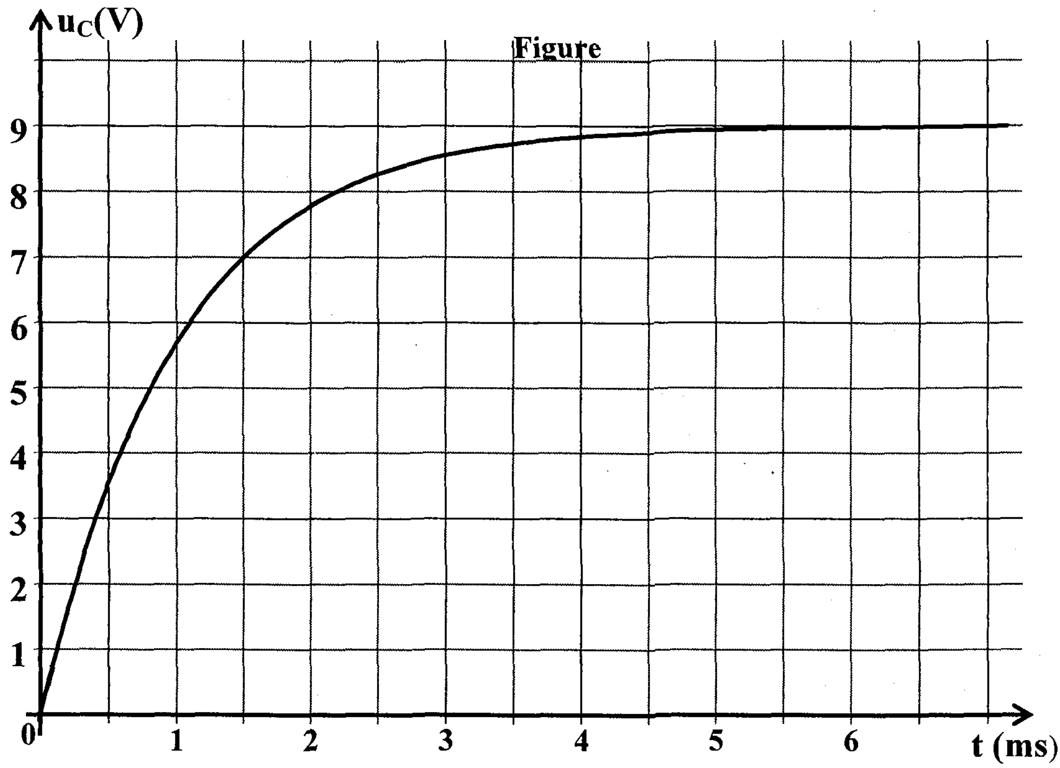
Partie Physique : (13 points)

Exercice N° 1 :

On réalise le montage ci-contre comportant un générateur de f.é.m **E = 9V**, un condensateur de capacité **C**, un résistor de résistance **R = 20 Ω** et une bobine d'inductance **L = 0,35H** et de résistance interne **r = 10 Ω**



I-Le condensateur étant initialement déchargé. On ferme l'interrupteur en position **(1)**. Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps (figure 1).



1°) Quel est le phénomène physique mis en jeu ?

2°) Déterminer en justifiant, les valeurs de l'intensité du courant au début et à la fin de la charge du condensateur. Tracer l'allure de l'évolution de l'intensité en fonction du temps.

3°) Déterminer à partir de la courbe une valeur approchée de la constante du temps du dipôle (RC). En déduire une valeur approchée de la capacité C.

II- le condensateur étant totalement chargé. A un instant pris comme origine des temps, l'interrupteur est basculé en position (2). On enregistre les tensions $\mathbf{u_c(t)}$ et $\mathbf{u_R(t)}$ (voir figure 2).

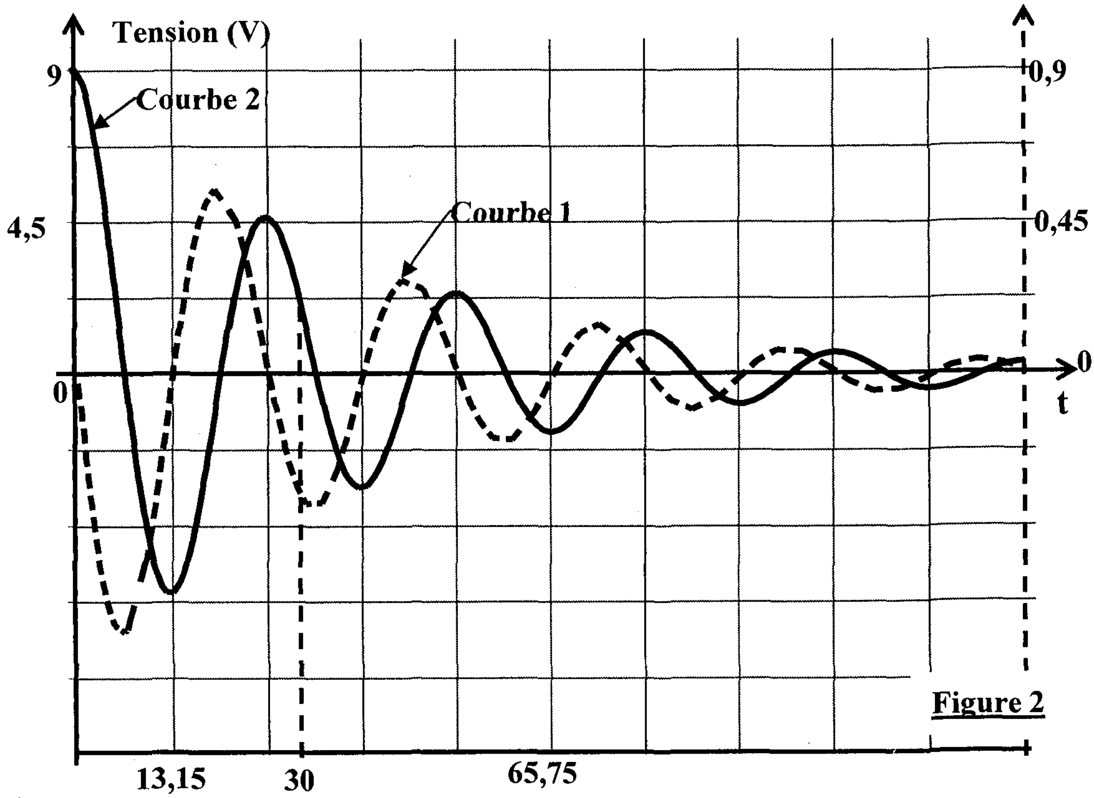


Figure 2

1°)

a-Indiquer sur le schéma du circuit électrique les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser les tensions $u_c(t)$ et $u_R(t)$.

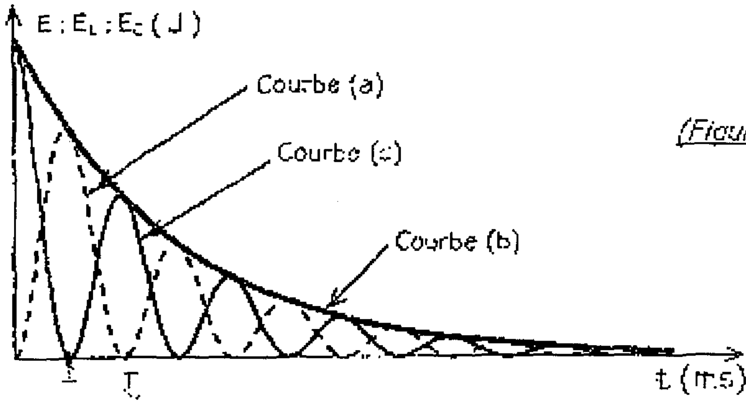
b-Attribuer à chaque tension, la courbe correspondante. Justifier.

c- Identifier le phénomène observé. Pourquoi ne se produit-il pas dans l'expérience précédente ?

d-Déterminer la pseudo période T des oscillations.

e- Représenter les allures des courbes $\mathbf{u_c(t)}$ et $\mathbf{u_R(t)}$ pour une valeur de R très élevée.

2°) La figure ci-dessous représente les variations au cours du temps de l'énergie électrique E_c emmagasinée dans le condensateur, de l'énergie magnétique $\mathbf{E_L}$ emmagasinée dans la bobine et de l'énergie électromagnétique **E**.



(Figure 5)

a- Donner les expressions littérales des énergies E_c et E_L.

b- Identifier les trois courbes en justifiant.

c- Justifier théoriquement la décroissance de l'énergie électromagnétique E.

d- En comparant les deux courbes (a) et (c), donner les transformations mutuelles des énergies électrique et magnétique pendant la premiere demi-pseudo période.

e- En exploitant les courbes de la figure 2, déterminer l'énergie dissipée pendant les 30 premières millisecondes (ms).

Exercice N° 2 :

A fin d'étudier les oscillations libres d'un dipôle (**LC**), on réalise un direct circuit électrique comportant un condensateur de capacité **C**, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un générateur de courant continu délivrant une tension constante U_0 et deux interrupteurs **K_1 et K_2.** On ferme **K_1 (K_2** étant ouvert). Le condensateur se charge. Une fois, le condensateur est totalement chargé, on ouvre **K_1** et on ferme **K_2** à un instant pris comme origine des temps. Soient q et i respectivement la charge électrique de la condensateur et l'intensité du courant dans le circuit à une date t quelconque.

1°) Schématiser le montage du circuit électrique.

2°) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la charge q du condensateur.

3°) Vérifier que **$q(t) = Q_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$** est solution de l'équation différentielle précédente que si ω_0 est une constante que l'on exprimera.

4°) On donne sur les figures **(a)** et **(b)** respectivement les variations de l'énergie magnétique E_L de la bobine en fonction de l'intensité de courant i **($E_L = f(i)$)** et en fonction du temps **($E_L = f(t)$).**

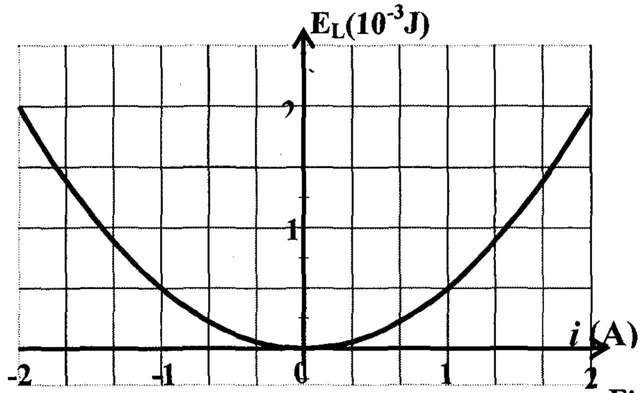


Figure a

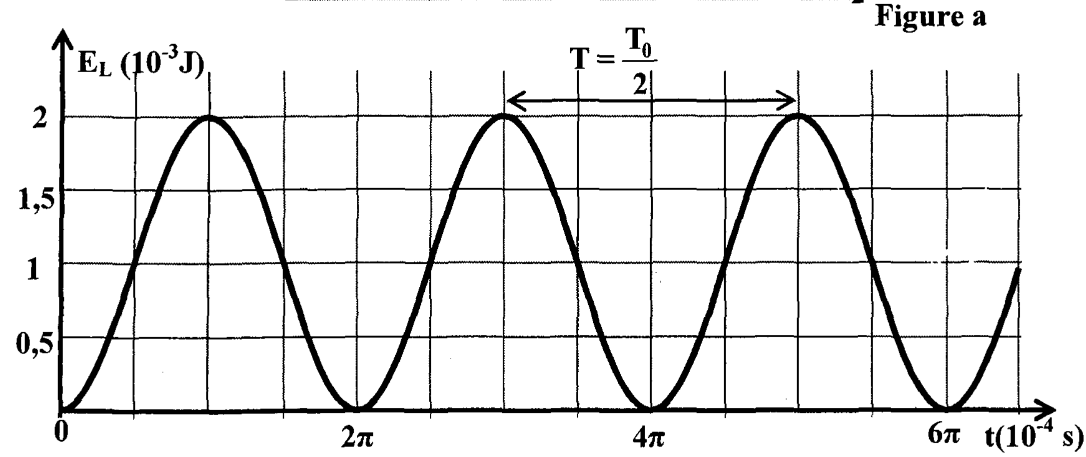


Figure b

a- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E en fonction de **q, L ,** ***i*** **et C**. montrer qu'elle est constante et déterminer sa valeur.

b- Déterminer :

- La pulsation propre ω_0 de l'oscillateur (**L,C**).
- La valeur maximale Q_{max} de la charge.
- L'inductance L de la bobine et la capacité C du condensateur.
- La tension U_0

5°)

a- Etablir une relation indépendante du temps entre ***i*** **et q.**

b- Déduire les intensités du courant dans le circuit quand la charge du condensateur vaut $\mathbf{2.10^{-4}C}$.

6°)

a- Donner les expressions de q(t) et i(t) en précisant les valeurs des constantes qui interviennent dans ces expressions.

b- Représenter dans l'intervalle $[0\ ,\ 2\ T_0]$ la courbe $u_L(t)$. (Tension aux bornes de la bobine)

Echelle : Abscisse : 1 cm pour $\pi.10^{-4}$s ; ordonnées : 1cm pour 5V.

Durée : 2 heures	**Devoir de contrôle N°2** **Sciences – Physique**	**$4^{ème}$**

Partie Chimie : (7 points)

Exercice N° 1 :

Dans une enceinte de volume **V**, on introduit un mélange gazeux formé de **3** moles d'acide chlorhydrique **HCl** et **0,6 mol** de dioxygène $\mathbf{O_2}$ à une température **T** et une pression **P**. la transformation étudiée est modélisée par la réaction d'équation chimique :

$$4\,HCl_{(g)} \;+\; O_{2(g)} \;\rightleftharpoons\; 2\,Cl_{2(g)} \;+ 2\,H_2O_{(g)}$$

1°)

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

b- Sachant qu'à l'équilibre le nombre de moles total de gaz dans l'enceinte est $\mathbf{n_T = 3{,}42}$ **mol**, déterminer l'avancement final $\mathbf{x_f}$ de la réaction et montrer que le taux d'avancement final de la réaction est $\boldsymbol{\tau_f = 0{,}3}$.

2°) Le mélange précédent à l'équilibre est refroidi à une température **T' □ T.** lorsque le nouvel état d'équilibre est établi, on constate que le nombre de moles de dioxygène O_2 présent dans le mélange est 0,15 mol.

a- Calculer le taux d'avancement final $\boldsymbol{\tau'_f}$ de la réaction à la température **T'**.

b- En déduire le caractère énergétique de la réaction directe. Justifier.

3°) Le mélange gazeux étant en équilibre à la température **T'** constante. On fait varier la pression du système. On constate que le taux d'avancement final devient $\boldsymbol{\tau''_f = 0{,}5}$.

Dire, en justifiant, s'il s'agit d'une augmentation ou d'une diminution de la pression ?

Exercice N° 2 :

On dispose de quatre solutions de concentration initiale en soluté apporté $\mathbf{C_0 = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}}$:

(S_1) : solution d'acide chloroéthanoïque $\mathbf{ClCH_2COOH}$.

(S_2) : solution d'acide hypochloreux $\mathbf{ClOH}$;

(S_3) : solution d'hypochlorite de sodium $\mathbf{(Na^+ \ + \ ClO^-)}$;

(S_4) : solution de chloroéthanoate de sodium $\mathbf{(Na^+ + ClCH_2COO^-)}$

On donne à 25°C : $\mathbf{pk_{a1}\ (ClCH_2COOH/ClCH_2COO^-) = 2{,}86}$;

$\mathbf{pk_{b2}\ (ClOH/ClO^-) = 6{,}69}$; $\mathbf{pk_e = 14}$

1°)

a- Comparer la force des deux acides $\mathbf{ClCH_2COOH}$ et $\mathbf{ClOH}$. Justifier.

b- Donner les expressions et les valeurs des constantes d'acidité des couples

$ClOH/ClO^-$ et $ClCH_2COOH/ClCH_2COO^-$.

2°) On réalise un mélange (M) des quatre solutions ci-dessous dans les proportions volumiques indiquées dans le tableau suivant :

	(S1) $ClCH_2COOH$	(S2) $ClOH$	(S3) $(Na^+ + ClO^-)$	(S4) $(Na^+ + ClCH_2CH_2COO^-)$
Volume de (S) dans M	$V_1 = 30$ mL	$V_2 = 40$ ml	V3 = 50 ml	V4 = 30 ml

On envisage la réaction d'équation chimique suivante :

$$ClCH_2COO^- + ClOH \rightleftharpoons ClCH_2COOH + ClO^-$$

a- Donner l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette réaction.
b- Etablir la relation qui lie K à pK_{a1}, pK_{b2}, et pK_e. En déduire la valeur de K.
c- Calculer la quantité de matière initiale de chaque entité dans le mélange.
d- Le mélange est-il en équilibre ? si non dans quel sens évolue-t-il ? justifier.

Partie Physique : (13 points)

Exercice N° 1 :

Un circuit électrique est constitué d'un condensateur de capacité **C**, d'un résistor de résistance **R = 250 Ω**, d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r et d'un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension sinusoïde $\mathbf{u(t) = U_{max}. \sin(\omega.t + \varphi_u)}$ de pulsation **ω** réglable et d'amplitude $\mathbf{U_{max}}$ constante.

On désigne par $i(t) = I_{max}. \sin(\omega.t)$: l'intensité instantanée du courant traversant le circuit.

1°) Faire un schéma du circuit et indiquer les branchements d'un oscilloscope bicourbe permettant de visualiser simultanément la tension **u(t)** sur la voie Y_1 et la tension $u_R(t)$ entre les bornes du résistor sur la voie Y_2.

2°) Pour une fréquence $N = N_1$, on observe l'oscillogramme de la figure correspondant aux tensions **u(t) et $u_R(t)$.**

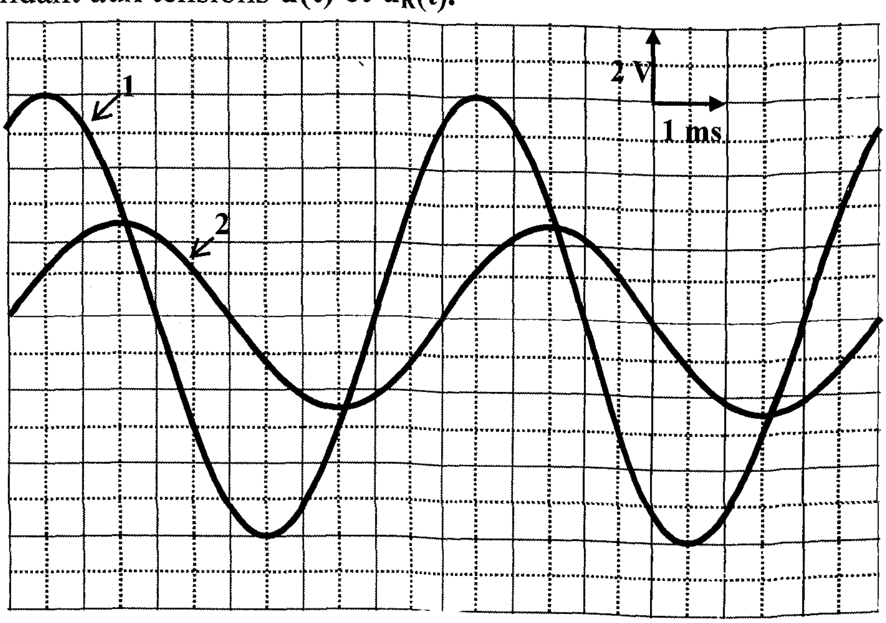


Figure 1

Indiquer les courbes **(1) et (2).** Justifier la réponse.

3°) A partir de ces oscillogrammes, on demande de déterminer,

a- La valeur de la pulsation ω_1.

b- Les valeurs maximales U_{max} **et** I_{max}.

c- Le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$. Déduire si ce circuit électrique est capacitif, inductif ou résistif.

4°) Etablir l'équation différentielle régissant les oscillations en fonction de i(t), de sa dérivée première et de sa primitive.

5°) Sur la feuille à rendre, on donne la construction de Fresnel incomplète correspondant au caractère du circuit dans l'ordre suivant :

$$R.i(t)\ ;\ \frac{1}{C}\int i\,(t).dt\ ;\ r.i(t)\ \text{ et } L.\frac{di(t)}{dt}$$

a- Compléter cette construction en traçant dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée, les vecteurs de Fresnel représentant : **r.i(t)** et $L.\frac{di(t)}{dt}$

b- Déduire graphiquement les valeurs de **C , r et L.**

c- Soit $u_1(t) = U_{1max}.\sin(\omega_1.t + \varphi_{u_1})$: la tension instantanée de l'ensemble (Résistor, condensateur)

- Représenter sur la construction, le vecteur de Fresnel associé à $U_1(t)$.
- Déduire U_{max} et φ_{u_1}

6°) On fait varier la fréquence du GBF à partir de la valeur N_1. On remarque que le décalage horaire entre les deux courbes précédentes diminue jusqu'à s'annuler pour $N = N_2$.

a- Quel est alors l'état du circuit ?

b- Préciser le sens de la variation de la fréquence et calculer N_2.

c- Montrer que le facteur de surtension **Q** s'écrit : $Q = \frac{1}{R+r}\sqrt{\frac{L}{C}}$. Calculer sa valeur.

d- Déterminer le déphasage de la tension **u(t)** par rapport à la tension $u_C(t)$.

Exercice N° 2 :

Partie A : un pendule élastique est formé d'un ressort **(R)** à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur $K = 20N.m^{-1}$ et d'un solide **(S)** supposé ponctuel de masse m qui peut glisser sans frottement sur un plan horizontal. A l'équilibre, **(S)** est à l'origine du repère $(O, \vec{i})$, on écarte **(S)** de sa position d'équilibre de $X_0 = 2$ **cm** et on le lance à l'instant de date $t_0 = 0s$ avec une vitesse $v_0 = 0{,}2\ m.s^{-1}$. Le système se met à osciller.

1°)

a- Etablir l'équation différentielle du mouvement en fonction de X et de sa dérivée seconde.

b- Vérifier que $\mathbf{x(t) = X_{max} .sin (\sqrt{\frac{k}{m}}.t + \varphi_x)}$ est une solution de l'équation différentielle.

c- La durée de 20 oscillations est $\Delta\mathbf{t = 12,56}$ **s**, montrer que la masse du solide **(S)** est $\mathbf{m = 0,2}$ **Kg.**

2°)

a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système (solide, ressort) à un instant t quelconque en fonction de **K, m, x et v.**

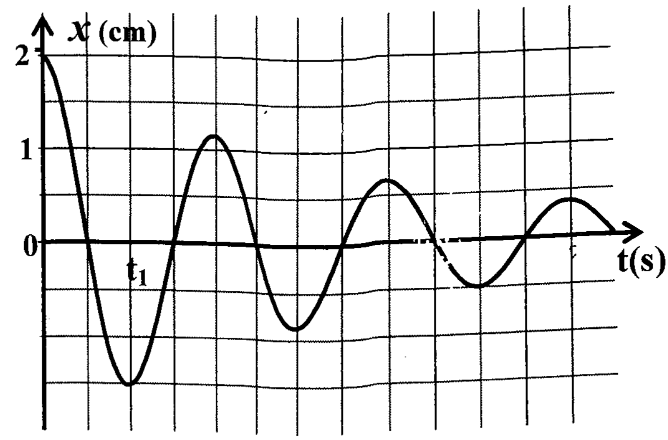
b- Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à l'instant initiale $\mathbf{t_0 = 0s}$.

c- Montrer que le système **(solide, ressort)** est conservatif. En déduire la valeur de l'amplitude $\mathbf{X_{max}}$ des oscillations.

d- déterminer la phase initiale $\boldsymbol{\varphi_x}$.

Partie B :

Le même solide (S) accroché au même ressort, toujours placé sur le même plan horizontal est amené de nouveau à sa position d'équilibre. Les forces de frottements ne sont plus négligeables, elles sont équivalentes à une force $\vec{f} = -\mathbf{h}.\vec{v}$ avec h est une constante positive et v est la vitesse du solide à un instant **t** quelconque. On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance $\mathbf{x_0 = 2}$ **cm** et on relâche sans vitesse initiale à l'instant de date $t_0 = 0$.



L'enregistrement graphique représente les variations de l'élongation x en fonction du temps est représenté sur la figure ci-contre :

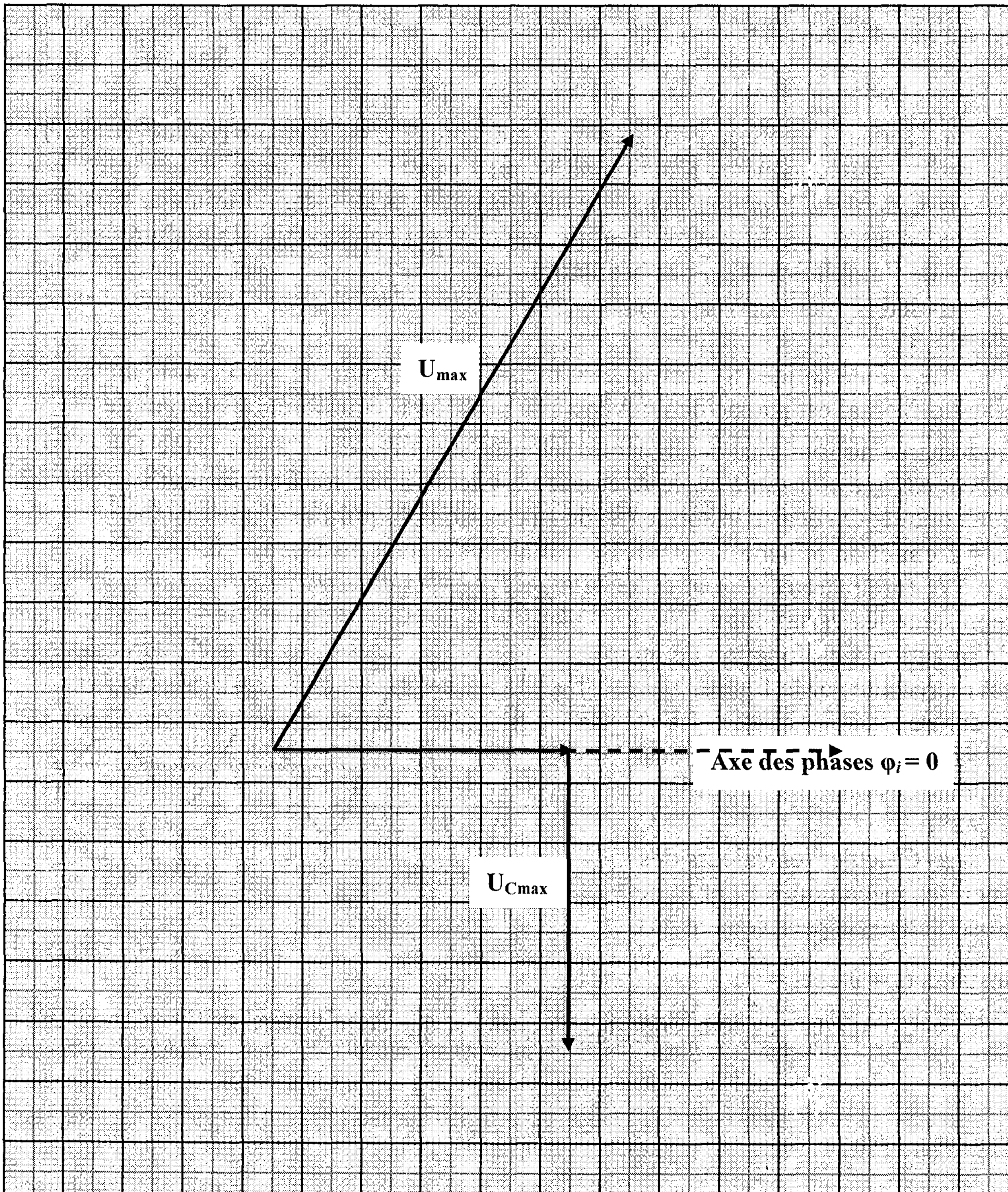
1°) Quelle est la nature des oscillations obtenus ? Justifier.

2°)

a- Calculer les valeurs des énergies mécaniques E_0 et E_1 de l'oscillateur respectivement aux instants $\mathbf{t_0 = 0}$ et $\mathbf{t_1 = \frac{T}{2}}$.

b- Comparer ces deux énergies. A quoi est due cette différence.

Feuille à rendre
Nom :……………………………………………Prénom :……………………………………………N°…….



Echelle : 1cm→0,5V

Durée : 2 heures	**Correction Devoir de contrôle N° 1** **Sciences – Physique**	4ème

Chimie :

1°) $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$

2°)

a- $n_{I^-})_0 = C_2V_2$

$n_{S_2O_8^-})_0 = C_1V_1$

b- $[S_2O_8^{2-}]_0 = 0{,}2 \text{ mol.L}^{-1}$

$$[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} \Rightarrow C_1 = \frac{V_1+V_2}{V_1}.[S_2O_8^{2-}]_0$$

$C_1 = 0{,}06 \text{mol.L}^{-1}$

c- $[I^-]_0 = \dfrac{C_2V_2}{V_1+V_2} \Rightarrow [I^-]_0 = 0{,}6 \text{mol.L}^{-1}$

$[K^+]_0 = 2.[S_2O_8^{2-}]_0 + [I^-]_0 = 1 \text{mol.L}^{-1}$

3°)

$n_{I^-})_0 = C_2V_2 = 0{,}9 \times 0{,}1 = 9.10^{-2} \text{mol}$

$n_{S_2O_8^-})_0 = C_1V_1 = 0{,}6 \times 0{,}05 = 3.10^{-2} \text{mol}$

Équation de la réaction		$S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	3.10^{-2}	9.10^{-2}	0	0
Intermédiaire(t)	x	3.10^{-2}-x	9.10^{-2}-2x	x	2x
Final t_f					

Il faut que : $\begin{cases} 9.10^{-2} - 2x \geq 0 \\ 3.10^{-2} - x \geq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \leq 4{,}5.10^{-2} \\ x \leq 3.10^{-2} \end{cases}$

La réaction est totale$\Rightarrow x_f = 3.10^{-3}$mold'ou l'ion $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant

4°)

a-La couleur du mélange s'intensifie progressivement du jaune brun.

b-D'après la courbe $n_{S_2O_8^{2-}}$ diminue progressivement au cours du temps

5°)

a- Pour effectuer correctement le dosage il faut bloquer la réaction en ajoutant de l'eau glacée.

b- $I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + 2S_4O_6^{2-}$

c- $V_V = -\dfrac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}$

d-graphe **M(20 ;10^-1) ; M'(50 ;0)**

$V_V)_{20min} = 3,33.10^{-3} mol.L^{-1}min^{-1}$

e- La valeur maximale de la réaction correspond à t=0

Graphe : **M(0 ;0,2) ; M'(20,0)**

$V_V)_{t=0} = 10.10^{-3} mol.L^{-1}min^{-1}$

6°) pour $t = 20min \rightarrow [S_2O_8^{2-}]_t = 0,1mol.L^{-1}$.

a-

$[I_2] = [S_2O_8^{2-}]_0 - [S_2O_8^{2-}]_t = 0,1mol.L^{-1}$

$[SO_4^{2-}] = 2.[I_2] = 0,2mol.L^{-1}$

$[I^-]_t = [I^-]_0 - [I^-]_{disp}$ or $[I^-]_{disp} = 2[I_2]_t$

$= 0,6 - 2\times0,1 = 0,4mol.L^{-1}$

b-

$$n_{I_2} = \frac{1}{2}n_{S_2O_8^{2-}} = \frac{1}{2}C\times V \Rightarrow [I_2]_t \times V_p = \frac{1}{2}\times C\times V$$

$$\Rightarrow V = \frac{2.[I_2]_t}{C}\times V_p = \frac{2\times0,1}{0,3}\times 15.10^{-3} = 10mL$$

c- $[S_2O_8^{2-}]_{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2}[S_2O_8^{2-}]_0 = 0,1mol.L^{-1}$

$\Rightarrow$ **courbe** $\rightarrow t = 20min$

Physique :

Exercice N°1

I-

1°) le courant circule progressivement dans le circuit, le condensateur se charge à la fin l'armature **(A)** porte une charge $q_A = C.E$ et l'armature **(B)** porte une charge $q_B = -C.E$

2°) voir schéma

3°) a- Loi d'additivité des tensions : $E = u_C + u_R$

$$\text{or} \begin{cases} u_R = Ri \\ i = \frac{dq}{dt} \\ q = C.u_C \end{cases} \quad \text{d'ou } RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E \quad (I)$$

b-

$u_C(t) = Ae^{-\alpha t} + B$

$\frac{du_C}{dt} = -\alpha Ae^{-\alpha t} \quad (1)$

$\text{à } t = 0 \Rightarrow u_C = A + B = 0 \Rightarrow B = -A \Rightarrow u_C = A(e^{-\alpha t} - 1) \quad (2)$

$(1) \text{ et } (2) \text{ dans } (1) \Rightarrow -\alpha RCAe^{-\alpha t} + Ae^{-\alpha t} = E$

$$\Rightarrow Ae^{-\alpha t}(1 - \alpha RC) + A = E \Rightarrow \begin{cases} A = -E \\ \alpha = \frac{1}{RC} = \frac{1}{\tau} \end{cases}$$

$\Rightarrow u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

4°)

a- E=300V

b- c'et une grandeur caractéristique du dipôle RC, elle renseigne sur la rapidité avec laquelle s'établit la charge du condensateur et la décharge du condensateur :$\tau = RC$

c- pour $t = \tau \Rightarrow u_C(t) = E(1 - e^{-1}) \Rightarrow u_C(\tau) = 0{,}63.E$

$u_C(\tau) = 190V \Rightarrow \tau = 3s$

d- méthode de la tangente à t=0 $\Rightarrow \tau = 3s$

e- $\tau = RC \Rightarrow R = \frac{\tau}{C} = \frac{3}{100.10^{-6}} \Rightarrow R = 30K\Omega$

f- $E = \frac{1}{2}CE^2 = \frac{1}{2}\times 10^{-4}(300)^2 \Rightarrow E = 4{,}5J$

5°) si $R' > R \Rightarrow \tau' > \tau$: La charge est d'autant plus lente –

6°) On a : $u_R = E - u_C$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow u_R = E \\ t \to \infty \Rightarrow u_R \to 0 \\ t = \tau \Rightarrow u_R = 0{,}37.E \qquad \to \text{courbe} \\ t = t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow uR = uC = \frac{E}{2} = 150V \end{cases}$$

II-

1°) le condensateur se décharge à travers la résistance **r**

2°)

a- Loi des mailles : $u_C + u_r = 0 \Rightarrow rC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$

b- $-\tau'.\frac{E}{\tau'}.e^{-\frac{t}{\tau'}} + E.e^{-\frac{t}{\tau'}} = 0 \Rightarrow$ **vrai**

Exercice N°2

1°) la loi de Lenz est tel que par ses effets s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

2°) $e = -L\frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{e}{L}$

3°)

- $0 < t < 5 : \frac{di}{dt} = -\frac{e}{L} = -\frac{240.10^{-3}}{40.10^{-3}} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -6A.s^{-1}$
- $5 < t < 8 : \frac{di}{dt} = 10A.s^{-1}$

4°) $\frac{di}{dt} = a \Rightarrow i = at + b$

- $0 < t < 5 : i = -6t + b$

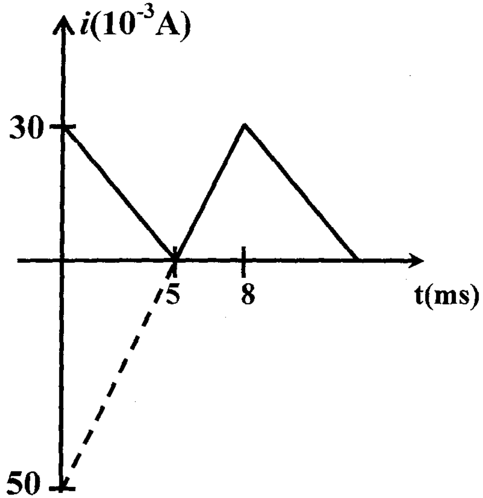
or pour $t = 5ms$ on a $-6\times 5.10^{-3} + b = 0 \Rightarrow b = 30.10^{-3}A$

$\Rightarrow i = -6t + 30.10^{-3}$

- $5 < t < 8 : i = 10t + b'$

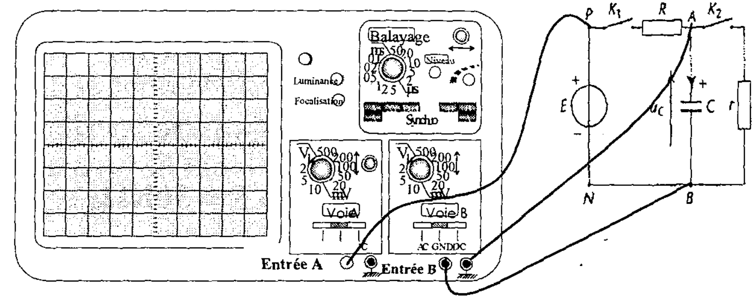
or pour $t = 5ms$ on a $10\times 5.10^{-3} + b' = 0 \Rightarrow b' = -50.10^{-3}A$

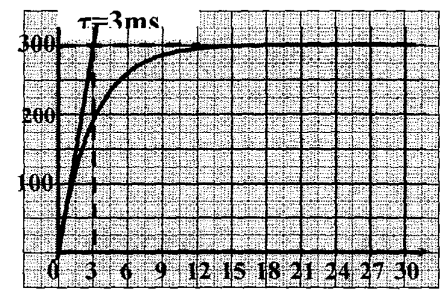
$\Rightarrow i = 10t - 50.10^{-3}$

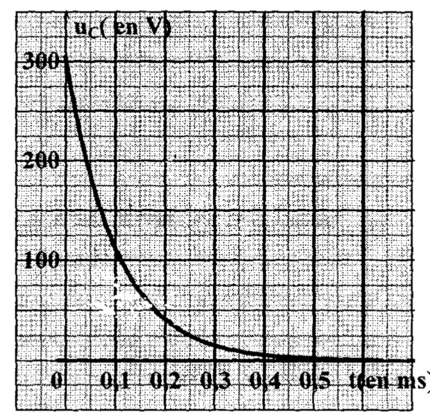


Annexe à rendre avec la copie

Nom et prénom : .... N° .... Classe ....







Durée : 3 heures	**Correction Devoir de Synthèse N° 1** **Sciences – Physique**	4ème

Chimie :

Exercice N°1 :

1°) Les esters sont formés par la réaction entre des acides et des alcools.

2°) réaction d'hydrolyse

3°) dans tous les cas de ce genre……………..l'eau le produit final = l'état final c.à.d……………du système à l'état final

4°) réaction lente

5°)

Équation de la réaction		Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	n_0	n_0	0	0
intermédiaire (t)	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x

Il suffit de déterminer x ; on connaît une masse ….

6°) Indicateur coloré(détecte le point d'équivalence)

7°) $n_{H_3O^+} = n_{Ac} = n_{OH^-}$ **à l'équivalence**

or $n_{OH^-} = [OH^-].V_B = 2.C_B.V_B \Rightarrow C_A.V_A = 2.C_B.V_B$

8°) $K = \dfrac{[eau][ester]}{[Alcool].[acide]}$

On élimine l'eau $\pi < K$ donc l'équilibre se déplace dans le sens directe sens(1) ainsi de suite jusqu'à disparition de l'acide et l'alcool $\rightarrow R = 100\%$

Exercice N°2 :

I-

1°)

a- $n_{Fe^{3+}} = [Fe^{3+}].V_1 = 3.10^{-5}mol$

$n_{SCN^-} = [SCN^-].V_1 = 3.10^{-5}mol$

Donc le mélange est équimolaire

b-

Équation de la réaction		$Fe^{3+} + SCN^- \longrightarrow FeSCN^{2+}$			
Eta du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	3.10^{-5}	3.10^{-5}	0	0
intermédiaire (t)	x	$3.10^{-5} - x$	$3.10^{-5} - x$	x	x

c- x_{max} donné pour $3.10^{-5} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 3.10^{-5}$ **mol**

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau.x_{max} = 0,1 \times 3.10^{-5} = 3.10^{-6}mol$$

2°) $K = \dfrac{\frac{x_f}{V}}{\frac{n_0 - x}{V}.\frac{n_0 - x}{V}}$ avec $V = V_1 + V_2$

$$\Rightarrow K = \frac{x_f}{(n_0 - x).(n_0 - x)}.(V_1 + V_2)$$

Or $n_0 = [Fe^{3+}]_0.V_1$ *et* $n_0 = [SCN^-]_0.V_2$

D'où $K = \dfrac{x_f}{\left([Fe^{3+}]_0.V_1 - x_f\right).\left([SCN^-]_0.V_2 - x_f\right)}.(V_1 + V_2)$

II-

$$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{2+}$$
$$2.10^{-3} \qquad 10^{-3} \qquad 6.10^{-3}$$

1°) $\pi = \dfrac{6.10^{-3}}{2.10^{-3}.10^{-3}}.0,1 = 300$

2°) π=k→le système évolue dans le sens inverse.

3°)

$$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{2+}$$
$$2.10^{-3}+x_f \qquad 10^{-3}+x_f \qquad 6.10^{-3}-x_f$$

$n_t = 2.10^{-3} + x_f + 10^{-3} + x_f + 6.10^{-3} - x_f = 9.10^{-3} + x_f$

$n_t = 9,643.10^{-3} \Rightarrow x_f = 0,643.10^{-3}$ mol

D'où

$n_{Fe^{3+})_f} = 2.10^{-3} + 0,643.10^{-3} = 2,643.10^{-3}$ mol

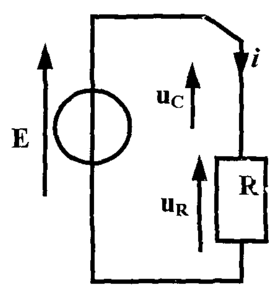
$n_{SCN^-)_f} = 10^{-3} + 0,643.10^{-3} = 1,643.10^{-3}$ mol

$n_{FeSCN^{2+})_f} = 6.10^{-3} + 0,643.10^{-3} = 5,357.10^{-3}$ mol

Physique :

Exercice N°1 :

I-



1°) charge d'un condensateur

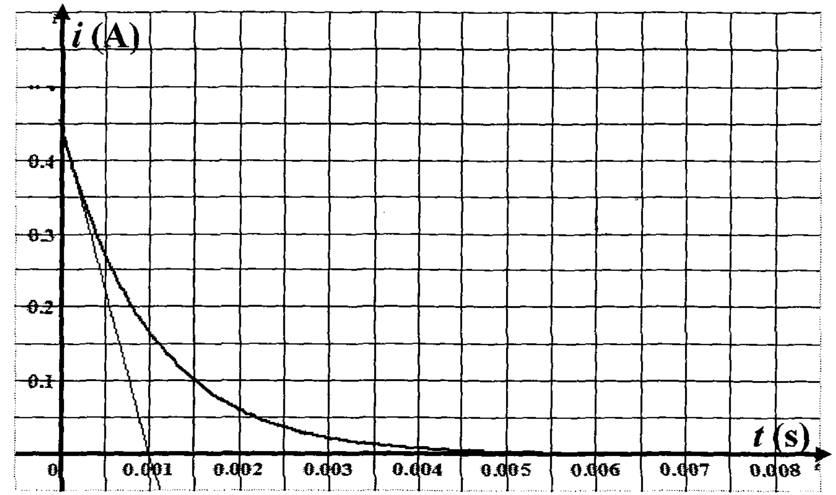
2°) Loi des mailles

$u_C + u_R = E$

or à t=0s u_C=0 =>u_R=R*I*=E

à $t \to \infty$ $\quad u_C = E \Rightarrow u_R = 0$ d'où $i \to 0$

$\Rightarrow I = \dfrac{E}{R} = \dfrac{9}{20} = 0,45A$



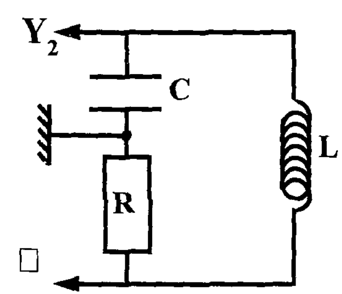
3°) D'après la courbe τ=1ms

$\tau = RC \Rightarrow C = \dfrac{\tau}{R} = \dfrac{10^{-3}}{20.10^{-3}} = 5.10^{-7}$ F

II-

1°)

a-

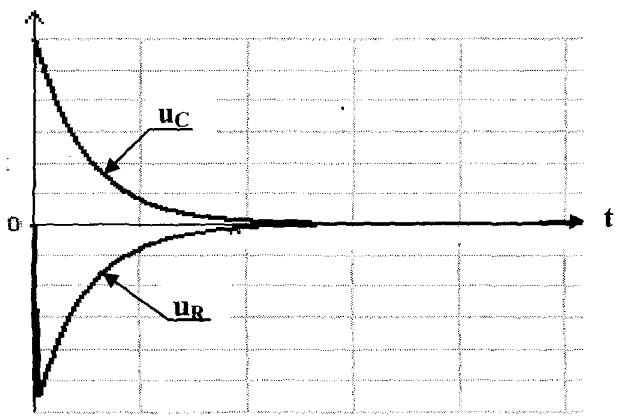


b- À t=0, $u_C = -U_{Cm} = 9V \Rightarrow \begin{cases} \text{courbe } 2 : u_C(t) \\ \text{courbe } 1 : u_R(t) \end{cases}$

c- Phénomène pseudopériodique d'oscillations libres amorties. Un condensateur relié aux bornes d'un générateur ne se décharge pas (il ne peut pas jouer le rôle d'un générateur)

d- $T = \dfrac{65{,}75 - 13{,}15}{2} = 26{,}3\text{ms}$

e-



2°)

a- $E_C = \dfrac{1}{2C}.q^2$; $E_L = \dfrac{1}{2}L.i^2$

b- à t=0 le condensateur est chargé

$\Rightarrow E_C = E_{Cm} = \dfrac{1}{2C}Q_m^2$

donc $\begin{cases} \text{courbe (c)} \to E_C(t) \\ \text{courbe (a)} \to E_L(t) \\ \text{courbe (b)} \to E \quad E = E_C + E_L \end{cases}$

c- $E = \dfrac{1}{2C}q^2 + \dfrac{1}{2}Li^2$

$\dfrac{dE}{dt} = \dfrac{1}{2C}2.q.\dfrac{dq}{dt} + \dfrac{1}{2}L2.i.\dfrac{di}{dt}$

$= i(\dfrac{q}{C} + L\dfrac{di}{dt})$ or $u_C + u_L + u_R = 0 \Rightarrow u_C + u_L = -u_R = -Ri$

d'ou $\dfrac{dE}{dt} = i(-Ri) = -Ri^2 < 0$

Donc l'énergie décroit au cours du temps

d- Pour t=0 $\begin{cases} E_C \text{ est maximale} \\ E_L = 0 \end{cases}$

pour $0 \le t \le \dfrac{T}{4}$ E_C décroit et E_L croit

Le transfert se déroule avec perte d'énergie sous forme de chaleur

à $t = \dfrac{T}{4}$ $\begin{cases} E_L \text{ est maximale} \\ E_C = 0 \end{cases}$

pour $\dfrac{T}{4} \le t \le \dfrac{T}{2}$ E_L décroit et E_C croit avec perte d'énergie.

e- à t=0

$$E = E_C + E_L + = E_{Cm} = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}50.10^{-6}.(9)^2$$

$=2025.10^{-6}J$

A t=30ms

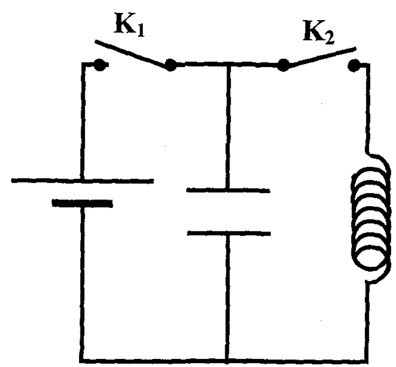
$$E=E_C+E_L+=E_{Cm}=\frac{1}{2}CU_C^2+\frac{1}{2}Li^2=\frac{1}{2}CU_C^2+\frac{1}{2}L(\frac{u_R}{R})^2$$

$$E=\frac{1}{2}50.10^{-6}.(2,25)^2+\frac{1}{2}(0,35)(\frac{-0,3}{20.10^3})^2=165,9375.10^{-6}J$$

$$|\Delta E|=2025.10^{-6}-165,9375.10^{-6}=1859,06.10^{-6}J$$

Exercice N°2 :

1°)



2°)Lois des mailles : $u_C+u_L=0$

$$\Rightarrow\frac{q}{C}+L\frac{di}{dt}=0\Rightarrow\frac{q}{C}+L\frac{d^2q}{dt^2}=0$$

$$\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{LC}q=0$$

3°) $q=Q_m\sin(\omega_0t+\varphi)$

$$\frac{d^2q}{dt^2}=-\omega_0^2Q_m\sin(\omega_0t+\varphi)$$

$$-\omega_0^2Q_m\sin(\omega_0t+\varphi)+\frac{1}{LC}Q_m\sin(\omega_0t+\varphi)=0$$

$$\Rightarrow Q_m\sin(\omega_0t+\varphi).\left(-\omega_0^2+\frac{1}{LC}\right)=0$$

$$\Rightarrow-\omega_0^2+\frac{1}{LC}=0\Rightarrow\omega_0=\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

4°)

a- $E=\frac{1}{2C}q^2+\frac{1}{2}Li^2$

$$\frac{dE}{dt}=\frac{1}{C}q\frac{dq}{dt}+Li\frac{di}{dt}=i\underbrace{\left(L\frac{di}{dt}+\frac{q}{C}\right)}_{=0}$$

$$\frac{dE}{dt}=0\Rightarrow E=\text{constante}$$

$$E=E_{Lm}=2.10^{-3}J$$

b- $T_0=2T=4\pi.10^{-4}s$

- $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}=\frac{2\pi}{4\pi\pi.1^{-4}}=5.10^3\,rad.s^{-1}$
- $I_m=\omega_0.Q_m\Rightarrow Q_m=\frac{I_m}{\omega_0}=\frac{2}{5.10^3}=0,4.10^{-3}C$
- $E_{L_m}=\frac{1}{2}LI_m^2\Rightarrow L=\frac{2E_{L_m}}{I_m^2}=\frac{2.2.10^{-3}}{4}=10^{-3}H$

$L=10^{-3}H$

- $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{25.10^6.10^{-3}} = 4.10^{-5}F$

$C = 4.10^{-5}F$

- $Q_m = CU_0 \Rightarrow U_0 = \frac{Q_m}{C} = \frac{0{,}4.10^{-3}}{4.10^{-5}} = 10V$

$U_0 = 10V$

5°)

a- $q = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$i = \omega_0 Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\sin^2(\omega_0 t + \varphi) = \left(\frac{q}{Q_m}\right)^2$

$\cos^2(\omega_0 t + \varphi) = \left(\frac{i}{\omega_0 Q_m}\right)^2$

$\Rightarrow \left(\frac{q}{Q_m}\right)^2 + \left(\frac{i}{\omega_0 Q_m}\right)^2 = 1 \Rightarrow i^2 = \omega_0^2(Q_m^2 - q^2)$

b- $q = 2.10^{-4}C$

$i^2 = \omega_0^2(Q_m^2 - q^2)$

$= 25.10^6(16.10^{-8} - 4.10^{-8})$

$\Rightarrow i = \pm\sqrt{3}A$

6°)

a- $q(t) = 4.10^{-4}\sin(5.10^3 t + \frac{\pi}{2})$

Car à t=0s $q = Q_m \Rightarrow \sin(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

$i(t) = 2.\sin(5.10^3 t + \pi)$ car

$i(t) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi) = I_m \sin(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

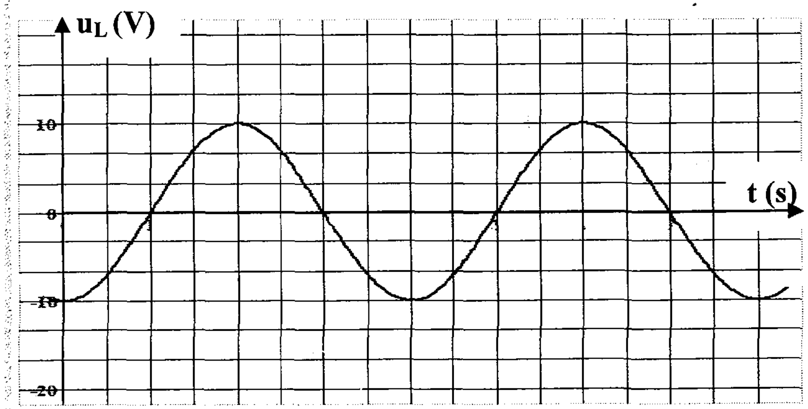
b- $u_L + u_C = 0 \Rightarrow u_L = -u_C$

$\Rightarrow u_L = -\frac{q}{C} = -\frac{1}{C}(4.10^{-4}\sin(5.10^3 t + \frac{\pi}{2})$

$= -\frac{4.10^{-4}}{4.10^{-5}}\sin(5.10^3 t + \frac{\pi}{2})$

$= -10\sin(5.10^3 t + \frac{\pi}{2}) = 10\sin(5.10^3 t + \frac{\pi}{2} + \pi)$

$= 10\sin(5.10^3 t + \frac{3\pi}{2})$



Durée : 2 heures	**Correction Devoir de contrôle N° 2** **Sciences – Physique**	4ème

Chimie :

Équation de la réaction		$4HCl + O_2 \rightleftharpoons$		$2Cl_2$	$+ 2H_2O$
Etat du système	avancement	Quantité de matière (mol)			
Initial (t=0s)	0	3	0,6	0	0
intermédiaire (t)	x	0,6 – 4 x	0,6– x	2x	2x
Finale (t_f)	x_f	$3 - 4x_f$	$0,6 - x_f$	$2x_f$	$2x_f$

Exercice N°1 :

1°)

a-

b- $n_T = 3,42 \Rightarrow 3 - 4x_f + 0,6 - x_f + 2x_f + 2x_f = 3,42$

$\Rightarrow 3,6 - x_f = 3,42$

$\Rightarrow x_f = 0,18mol$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_m} : \begin{cases} 3 - 4x_m = 0 \\ \text{ou} \\ 0,6 - x_m = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_m = 0,75mol \\ \text{ou} \\ x_m = 0,6mol \end{cases} \Rightarrow x_m = 0,6mol$$

$$\tau_f = \frac{0,18}{0,6} = 0,3mol$$

2°)

a- $\tau'_f = \frac{x'_f}{x_m}$; $0,6 - x'_f = 0,15mol \Rightarrow x'_f = 0,45mol$

$$\tau'_f = \frac{0,45}{0,6} = 0,75$$

b- $\tau'_f > \tau_f \Rightarrow$ **si T** diminue, l'équilibre se déplace spontanément dans le sens direct (pour notre cas) d'après la loi de modération si on diminue la température d'un système fermé à l'équilibre, a pression constante, le système évolue spontanément dans le sens exothermique.

Conclusion : sens direct $\Rightarrow$ **réaction exothermique**

3°)

$\tau''_f > \tau'_f \Rightarrow$ Le système évolue spontanément dans le sens inverse

$\Rightarrow$ sens à augmenter le nombre de moles total gazeux

d'après la lois de modération si la pression d'un système fermé en équilibre à température constant diminue le système évolue dans le sens à augmenter le nombre de moles total gazeux $\Rightarrow$ il s'agit d'une diminution de la pression.

Exercice N°2 :

1°)

a- $pka_1 = 2,86$

$pk_{b_2} = 6,69 \Rightarrow pk_{a_2} = pk_e - pk_{b_2} = 14 - 6,69 = 7,31$

$pk_{a_1} < pk_{a_2} \Rightarrow$ **l'acide $ClCH_2COOH$ est plus fort que l'cide $HClO$**

b-

$$k_{a_1}=\frac{[ClCH_2COO^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[ClCH_2COOH]_{éq}}=10^{-pka_1}=10^{-2,86}$$

$$k_{a_2}=\frac{[ClO^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[HClO]_{éq}}=10^{-7,31}$$

2°)

a-

$$K=\frac{[ClCH_2COOH]_{éq}[ClO^-]_{éq}}{[ClCH_2COO^-]_{éq}.[HClO]}=\frac{[ClCH_2COOH]_{éq}[ClO^-]_{éq}[H_3O^+]}{[ClCH_2COO^-]_{éq}.[HClO]_{éq}.[H_3O^+]}$$

b-

$$k=\frac{[ClCH_2COOH]_{éq}.[ClO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[ClCH_2COO^-]_{éq}.[HClO]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}=\frac{\dfrac{[ClO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HClO]_{éq}}}{\dfrac{[ClCH_2COO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[ClCH_2COOH]_{éq}}}$$

$$\Rightarrow k=\frac{K_{a_2}}{k_{a_1}}=\frac{k_e}{k_{b_2}.k_{a_1}}=\frac{10^{-pke}}{10^{-pk_{b_2}}.10^{-pk_{a_1}}}$$

$$\Rightarrow k=10^{-pke+pk_{b_2}+pk_{a_1}}$$

AN : $k=10^{-14+6,69+2,86}=10^{-4,45}$

c-

$$n_{ClCH_2COOH}=C_0V_1=30.10^{-3}\times 0,05=1,5.10^{-3}\,mol$$

$$n_{HClO}=C_0V_2=40.10^{-3}\times 0,05=2.10^{-3}\,mol$$

$$n_{ClO^-}=C_0V_3=50.10^{-3}\times 0,05=2,5.10^{-3}\,mol$$

$$n_{ClCH_2COO^-}=C_0V_4=30.10^{-3}\times 0,05=1,5.10^{-3}\,mol$$

d-

$$\pi=\frac{[ClO^-][ClCH2COOH]}{[ClOH][ClCH_2COO^-]}=\frac{n_{ClO^-}.n_{ClCH2COOH}}{n_{ClOH}.n_{ClCH_2COO^-}}$$

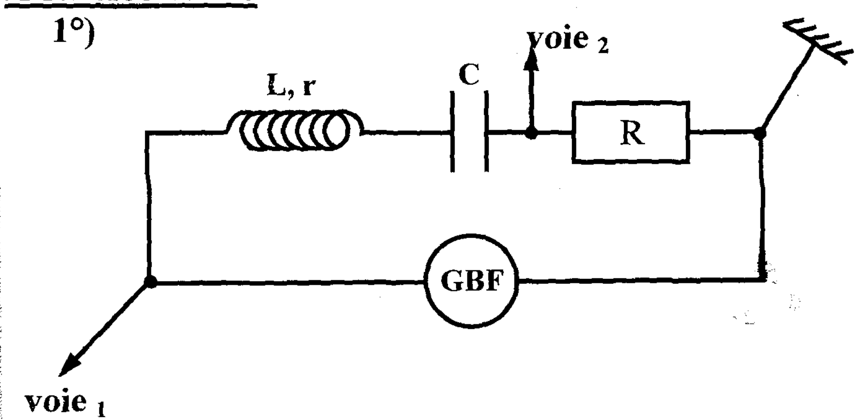
$$\pi=\frac{2,5.10^{-3}\times 1,5.10^{-3}}{2.10^{-3}\times 1,5.10^{-3}}=1,25$$

$\pi>k\Rightarrow$ le système évolue spontanément dans le sens inverse

Partie Physique :

Exercice N°1 :

1°)



2°)

$$\left.\begin{array}{l}U_m=Z.I_m\\ U_{Rm}=RI_m\end{array}\right\}\quad \text{or } Z>R\Rightarrow U_m>U_{R_m}$$

$\Rightarrow(1)\rightarrow u(t)$ et $(2)\rightarrow u_R(t)$

3°)

a- $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{6.10^{-3}} = \frac{\pi}{3}.10^3 \, rad.s^{-1}$

b- $U_{max} = 6V$; $U_{Rmax} = 2,5V$

$\Rightarrow I_{max} = \frac{U_{R_m}}{R} = \frac{2,5}{250} = 10^{-2} A$

$I_m = 10^{-2} A$

c- $\Delta\varphi = |\varphi_u - \varphi_i| = \omega_1.\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}$

Or **u(t)** est en avance de phase par rapport à $u_R(t)$

$\Rightarrow \Delta\varphi > 0 \Rightarrow \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3} > 0$

4°)Loi des mailles :

$u_B + u_C + u_R = u(t)$

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

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

5°)

a- voir feuille à rendre avec la copie

b- $\bullet U_{Cm} \rightarrow 5cm \Rightarrow U_{Cm} = 2,5V \Rightarrow \frac{I_{max}}{C\omega_1} = U_{Cm} = 2,5V$

$U_{Cm} = 2,5V$

$\Rightarrow C = \frac{I_{max}}{2,5.\omega_1} = \frac{10^{-2}.3}{2,5.\pi.10^3} = 3,82.10^{-6} F$

$C = 3,82.10^{-6} F$

$\bullet rI_{max} \rightarrow 1cm \Rightarrow rI_{max} = 0,5V \Rightarrow r = \frac{0,5}{I_{max}} = \frac{0,5}{10^{-2}} = 50\,\Omega$

$r = 50\Omega$

$\bullet L\omega_1 I_{max} \rightarrow 15,3cm \Rightarrow L\omega_1 I_{max} = 7,65V \Rightarrow L = \frac{0,5}{\omega_1.I_{max}}$

$\Rightarrow L = \frac{7,65}{\frac{1}{3}\pi.10^3 10^{-2}} = 0,73H$

$L = 0,73H$

c- $U_{1max} \rightarrow 7,1cm \Rightarrow U_{1max} = 3,55V$

$tg(\varphi_i - \varphi_u) = 1 \Rightarrow \varphi_i - \varphi_u = \frac{\pi}{4}$ or $\varphi_i = 0 \Rightarrow \varphi_u = \frac{\pi}{4}$

$\varphi_u = \frac{\pi}{4}$

6°)

a- $u_R(t)$ et **u(t)** sont en phase $\Rightarrow$ résonance d'intensité.

b- Initialement le circuit est inductif $\Rightarrow N_1 > N_0$

$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ avec N_0 fréquence propre de l'oscillateur

Pour $N = N_2$: résonance d'intensité $\Rightarrow N_2 = N_0$

$\Rightarrow$ la fréquence à subi une diminution N_2=95,35Hz

c- $Q = \frac{U_{Cmax}}{U_{max}} = \frac{1}{C\omega(R+r)}$ car $\begin{cases} U_{Cm} = \frac{I_m}{C\omega} \\ U_m = ZI_m = (R+r)I_m \end{cases}$

$\Rightarrow Q = \frac{1}{(R+r)}\sqrt{\frac{LC}{C^2}} = \frac{1}{(R+r)}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$AN : Q = \frac{1}{250+50}\sqrt{\frac{0,73}{3,82.10^{-6}}} = 1,46$

d- $u_C = \frac{q}{C} \Rightarrow \varphi_{u_C} = \varphi_q$ or $\varphi_i - \varphi_q = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_i - \varphi_{u_C} = \frac{\pi}{2}$

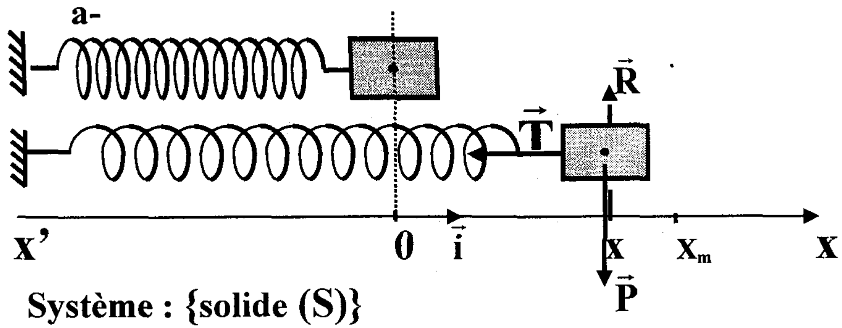
$\varphi_i = \varphi_u \Rightarrow \varphi_u - \varphi_{u_C} = \frac{\pi}{2}$

Exercice N°2 :

Parie (A) :

1°)

a-



Système : {solide (S)}

Bilan des forces : $\vec{P}, \vec{R}, \vec{T}$

RFD : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

Projection sur (x,x') : $-kx = ma \Rightarrow m.\frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$

$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

b- $x = x_m.\sin(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi_x)$

$\frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{k}{m}}.x_m.\cos(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi_x)$

$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}.x_m.\sin(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi_x)$

Equation différentielle

$\Rightarrow -\frac{k}{m}.x_m.\sin(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi_x) + \frac{k}{m}.x_m.\cos(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi_x) = 0$

$\Rightarrow$ **x(t) : solution de l'équation différentielle**

c- $\Delta t = 12{,}56s \Rightarrow T = \frac{\Delta t}{n}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{4\pi^2}{(\Delta t)^2}.n^2$

$\Rightarrow m = \frac{\Delta t^2.k}{4\pi^2.n^2} = \frac{(12{,}56)^2.20}{4.(3{,}14)^2.400} = 0{,}2kg$

2°)

a- $E = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2$

b- $E = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.0{,}2.(0{,}2)^2 + \frac{1}{2}20.4.10^{-4} = 8.10^{-3}J$

$E = 8.10^{-3}J$

c- $\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}m.2V\frac{dV}{dt} + \frac{1}{2}k.2x\frac{dx}{dt} = \underbrace{(mV + Kx)}_{=0}.V \Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0$

$\Rightarrow$ E se conserve

$E = \frac{1}{2}kx_m^2 \Rightarrow x_m^2 = \frac{2E}{k} \Rightarrow x_m = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \sqrt{\frac{2.8.10^{-3}}{20}} = 2\sqrt{2}.10^{-2}m$

d- à t=0

$E = \frac{1}{2}kx_m^2 \Rightarrow x_m^2 = \frac{2E}{k} \Rightarrow x_m = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \sqrt{\frac{2.8.10^{-3}}{20}} = 2\sqrt{2}.10^{-2}m$

II- Partie B

1°) les oscillations sont libres amorties car elles s'effectuent sans intervention du milieu extérieur et elles sont caractérisées par une diminution d'amplitude au cours du temps.

2°)

a-

$$E = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}Kx^2$$

À t=0 $x=x_m$ et V=0 donc

$$E_0 = \frac{1}{2}Kx_m^2 = \frac{1}{2}20.\left(2.10^{-2}\right)^2 = 4.10^{-3}\,J$$

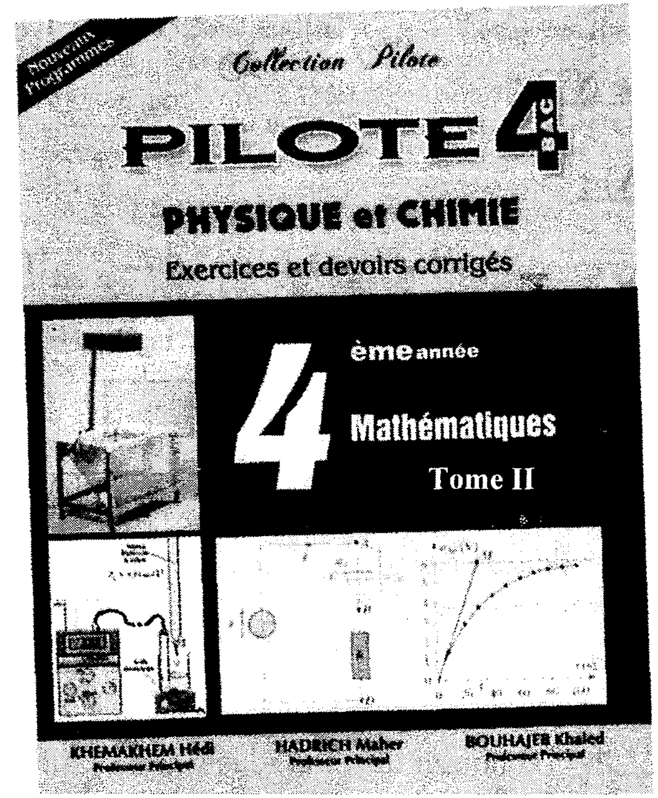
À $t = \frac{T}{2}$ $x=x_{1m}$ et V=0 donc

$$E_1 = \frac{1}{2}Kx_{1m}^2 = \frac{1}{2}20.\left(1,5.10^{-2}\right)^2 = 2,25.10^{-3}\,J$$

b- $E_1 < E_0 \Leftrightarrow$ E diminue entre t_0 et t_1

Cette diminution est due à la présence des frottements

VOIR



Les dix commandements Conseils de méthode

1/ *Le premier exercice à faire à propos d'un chapitre de physique est d'apprendre le cours correspondant.*

2/ Faites les exercices au fur et à mesure de l'avancement du cours.

3/ *La meilleure façon de vous préparer à des exercices avec protocole expérimental est de porter, tout au long de l'année, une grande attention aux expériences réalisées en travaux pratiques ou présentées en cours.*

4/ *Lorsque vous voulez faire un exercice, commencer par lire très attentivement son énoncé. Il contient des données, des définitions, voire des indications, qui vous mettront sur la voie de sa résolution. La réponse à une question se trouve parfois dans la suite du texte...*

5/ *Un corrigé ne se lit pas: il s'étudie.*

Etudier un corrigé d'exercice, ce n'est pas simplement le parcourir des yeux. Il est nécessaire de le travailler, stylo à la main et feuille de papier en dessous, en ayant à coté de soi le cours au quel il faut se reporter systématiquement.

6/ *Ayer, à propos du corrigé d'un exercice, trois niveaux de travail:*

- *Le premier concerne, évidemment, la solution proprement dite, les calculs, les résultats;*
- *Le deuxième, au moins aussi important que le premier, consiste à en faire ressortir la méthode de résolution pour pouvoir l'utiliser à nouveau dans d'autres exercices;*
- *Le troisième, enfin, qui est loin d'être négligeable, concerne la rédaction de la solution.*

7/ *Sous peine d'être lourdement pénalisé par le correcteur numéroter les réponses conformément à l'énoncé.*

8/ *Faites souvent que possible des schémas soignés qui vous faciliteront la résolution des exercices.*

9/ *Pour vous permettre de détecter d'éventuelles erreurs, vérifier la vraisemblance de vos résultats numériques.*

10/ *Faites attention aux unités.*

DONIA Edition et Distribution SFAX
Tél.: 74 66 04 89 - GSM: 98 44 77 62

Dépôt légal n°998
3ème trim. 2015
ISBN : 978-9973-40-766-5

Nlles. Imp.du Sud
Tél.: 74 43 29 10
Fax : 74 43 28 85

Prix : 9,500d