Lycée **Sidi Zekri**	**Devoir de synthèse n°1**	Année scolaire : 2009/2010
		Classes : 4ème Sc et M .
	Sciences physiques	Durée : 3 heurs

CHIMIE (7pts)

Exercice n°1 Document scientifique

Captage du CO_2 et chimie du carbone inorganique (C_{inorg}) dans l'eau sont deux sujets à toutes fins pratiques indissociables et sont traités ici ensemble.
Un premier niveau de captage du CO_2 qui agit sur terre et dans l'océan est celui de la photosynthèse qui transforme le C_{inorg} du CO_2 en C_{org} et qui s'exprime par l'équation suivante:

$$\underset{\text{dioxyde de carbone}}{CO_2} + \underset{\text{eau}}{H_2O} + \text{énergie solaire} \longrightarrow \underset{\text{hydrate de carbone}}{CH_2O} + \underset{\text{oxygène libre}}{O_2} \qquad (1)$$

Un second niveau très important est la dissolution du CO_2 dans l'océan. Quand le CO_2 est dissout dans l'eau, qu'elle soit douce (terrestre) ou salée (océans), de l'acide carbonique se forme:

$$\underset{\text{dioxyde de carbone}}{CO_2} + \underset{\text{eau}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{acide carbonique}}{H_2CO_3} \qquad (2)$$

Cet acide carbonique se dissocie en libérant ses atomes d'hydrogène. Quand son premier atome est libéré, il se forme un ion bicarbonate:

$$\underset{\text{acide carbonique}}{H_2CO_3} \rightleftharpoons \underset{\text{ion hydrogène}}{H^+} + \underset{\text{ion bicarbonate}}{HCO_3^-} \qquad (3)$$

Le pH de l'eau contrôle cette réaction. Si la concentration en H^+ diminue, ce qui correspond à une augmentation de pH, le rééquilibrage de l'équation entraîne une réaction vers la droite et une plus grande quantité d'acide carbonique se dissocie. À l'inverse, une augmentation de la concentration en H^+ (soit une diminution du pH) entraîne une réaction vers la gauche et forme H_2CO_3 au détriment de HCO_3^-.

D'après site : www….captage deCO2

Questions :

1°) Donner un caractère de chacune des réaction modélisées par les équations (1),(2), et (3) indiquées dans le texte.
2°) Pour la réaction modélisée par l'équation (3).
a- Exprimer la fonction des concentrations π .
b- Préciser l'effet de l'augmentation de la concentration des ions H^+ à l'équilibre sur la fonction des concentrations π.
c- Déduire le sens d'évolution spontané.
d- Dégager à partir du texte une phrase qui justifie votre réponse

Exercice n°2

On étudie la la réaction de la formation d'un ester à partir d'acide éthanoïque CH_3CO_2H et de propan-1-ol C_3H_7OH.
On maintient, à la température constante θ_1, sept tubes à essais numérotés 1,2,3...7, contenant chacun un mélange de $n_1 = 2,510^{-2}$ mol d'acide éthanoïque et de $n_2 = 2,510^{-2}$ mol de propan-1-ol.
Ces tubes sont tous préparés à l'instant t = 0.
D'heure en heure, après ajout d'eau glacée, on dose l'acide restant dans le mélange d'un tube à essai par une solution de soude de concentration C_b en présence du phénophtaléine, on peut ainsi en déduire la quantité de matière d'ester formé selon le tableau suivant:

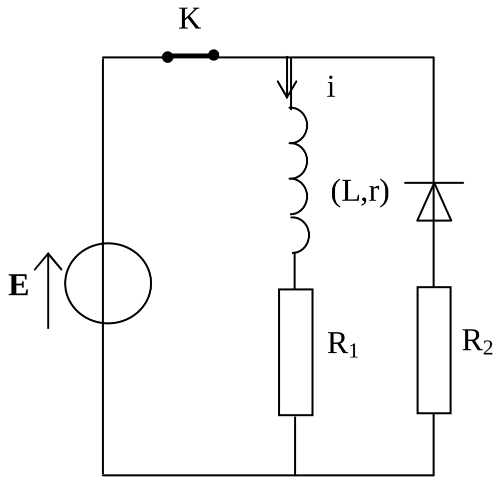
Date t (h)	1	2	3	4	5	6	7
Nombre de mole d'ester (10^{-2}mol)	1,1	1,45	1,55	1,60	1,64	1,66	1,66

1°) En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction d'estérification.
2°) a- Faire un schéma du dispositif expérimentale permettant de réaliser ce dosage.
b- Indiqué comment repérer la fin d'un dosage.
c- Justifier l'utilisation de l'eau glacée.
3°) a- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.
b- * Donner la valeur de l'avancement de la réaction à l'équilibre $x_{éq}$;
* Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max}.
c- Déterminer le taux d'avancement finaldela réaction τ_f. Conclure.
d- Pour le tube à essai n°1 (t = 1 h), déterminer la quantité de matière d'acide restant. Déduire le volume V_1 de solution de soude versé pour atteindre l'équivalence, sachant que $C_b = 2$ mol.L^{-1}.
4) a- Rappeler la loi d'action de masse.
b- Déterminer la composition du mélange à la fin de la réaction.
c- Déterminer la constante d'équilibre K de cette réaction d'estérification.
5) Dans un erlenmeyer, à l'instant t' = 0 h, on a mélangé : $n'_1 = 7{,}510^{-2}$ mol d'acide éthanoïque et de $n_2 = 2{,}510^{-2}$ mol de méthanol.
A l'équilibre dynamique la quantité d'alcool restant est $n'_{2f} = 0{,}24\ 10^{-2}$ mol.
a- Déterminer à l'état d'équilibre :
- L'avancement final de la réaction.
- Le taux d'avancement finalde la réaction τ_f'.

b- Préciser l'effet de la quantité d'acide supplémentaire (relativement aux autres tubes) sur la constante d'équilibre K et sur le taux d'avancement final de la réaction.

PHYSIQUE (13pts)

Exercice n° 1



On réalise le circuit dont le schéma est représenté sur la figure ci-contre.
La diode se comporte comme un interrupteur ouvert lorsque l'interrupteur K est fermé (sens non passant), et la diode se comporte comme un interrupteur fermé lorsque l'interrupteur K est ouvert (sens passant).

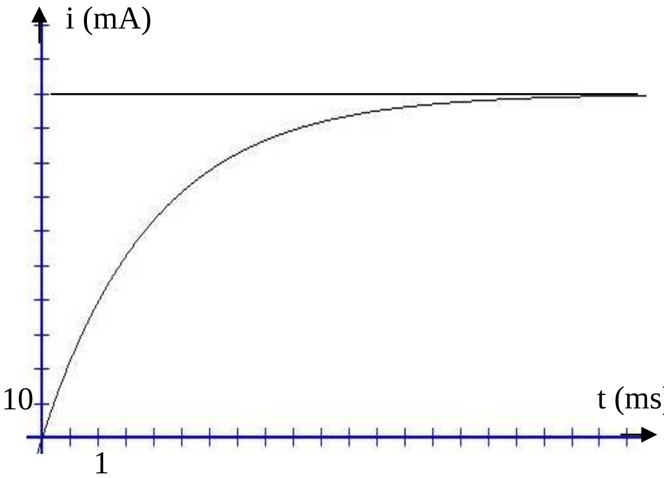
Partie I

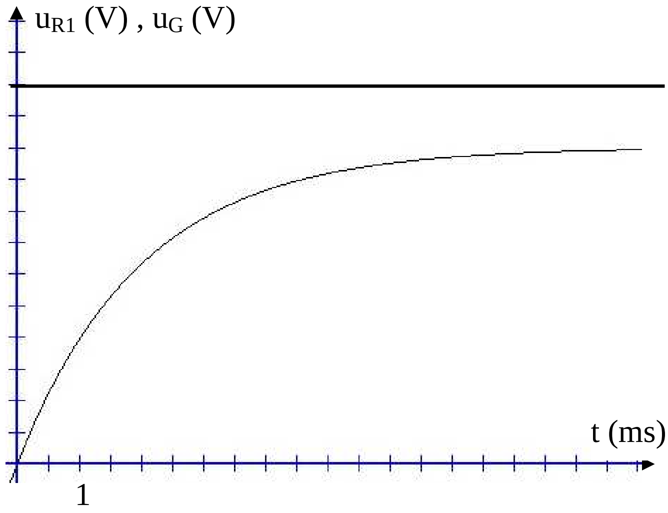
1°) On ferme l'interrupteur K à l'instant de date t = 0 s.
Reproduire le schéma et indiquer le branchement à réaliser à un oscilloscope à mémoire afin de visualiser l'évolution de l'intensité du courant i(t).
2°) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i(t) du courant qui traverse le circuit.
3°) La solution de cette équation est de la forme $i(t) = I_m(1 - e^{-t/\tau})$, avec I_m et τ des constantes.

a- Montrer que $I_m = \dfrac{E}{R_1 + r}$ et $\tau = \dfrac{L}{R_1 + r}$

b- Donner les significations physiques de I_m et τ.

4°) On remplace l'oscilloscope par un ordinateur muni d'une interface d'acquisition.
On obtient les courbes i(t), $u_G(t)$ et $u_{R1}(t)$





a- Montrer que $i(\tau) = 0{,}63\ I_m$..

b- Déduire graphiquement la valeur de τ.

5°) Déterminer des représentations i(t), u_G (t) et u_{R1} (t) les valeurs de R_1, r et L.

Partie II

On ouvre l'interrupteur K à un instant pris comme nouvelle origine des dates.

1°) a- Faire le schéma du circuit électrique correspondant à l'ouverture de l'interrupteur.

b- Exprimer la nouvelle constante de temps τ' en fonction de τ. **On donne** : $R_2 = 9(R_1 + r)$.

c- Comparer alors la rapidité avec laquelle s'établit le régime permanent de l'ouverture à celle de la fermeture du circuit. Justifier.

2°) a- Donner l'expression de l'intensité du courant i(t).

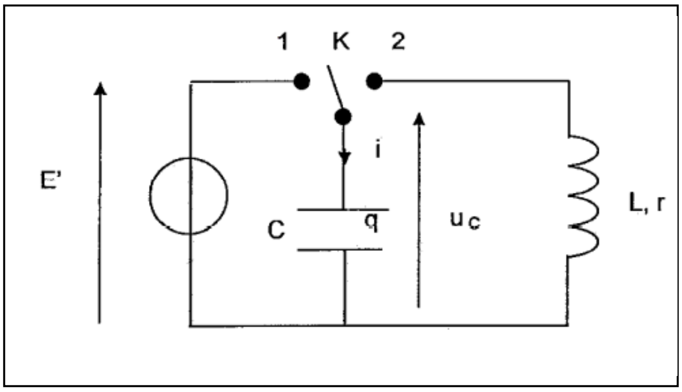
b- En déduire l'allure de la courbe de u_{R1} (t) en indiquant u_{R1} (0) et u_{R1} $(+\infty)$.

c- Déterminer $i(5\tau')$.

d- Déterminer l'énergie dissipée par effet Joule depuis l'ouverture du circuit jusqu'à un instant de date $t >> 5\tau'$.

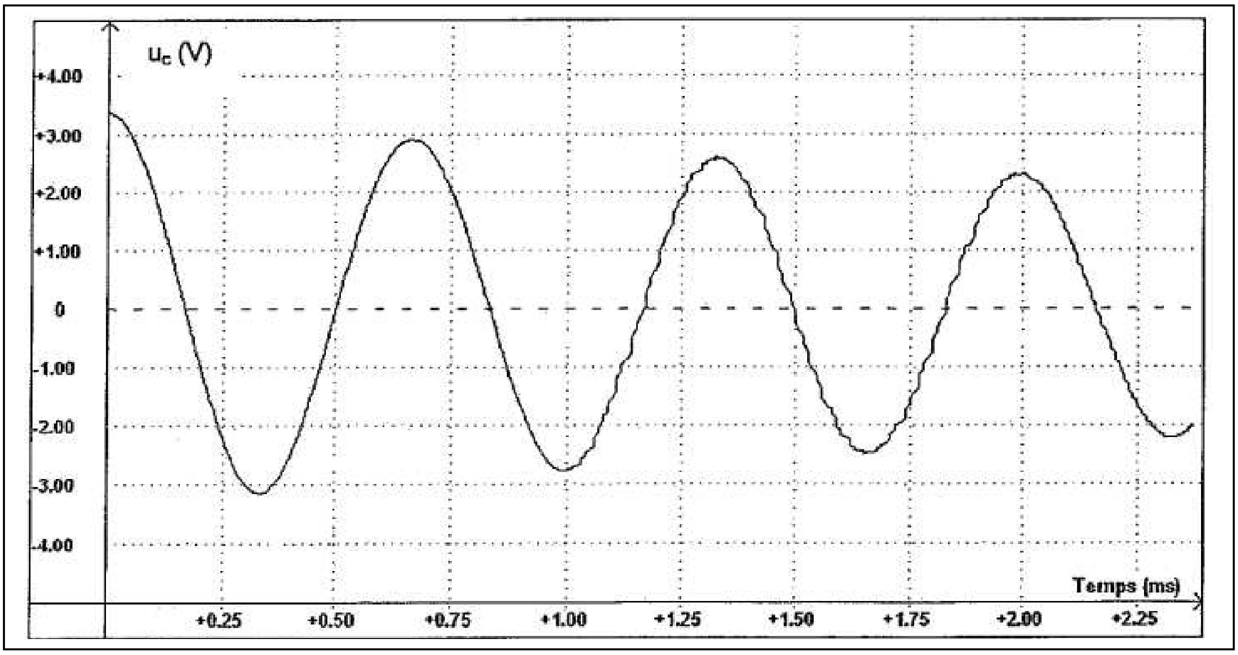
<u>Exercice N°2</u>

On réalise le circuit de la figure ci-contre, constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E, d'un interrupteur K à deux position, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine de résistance r et d'inductance L.



1°) Quel est le phénomène physique qui se produit lorsque l'interrupteur est placé en position **1**. Est-il lent ou instantané ? Justifier.

2°) On bascule alors l'interrupteur en position 2 et, à partir de cet instant choisi comme origine des dates, on relève la tension u_C en fonction du temps à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur. On obtient le graphe ci-dessous.



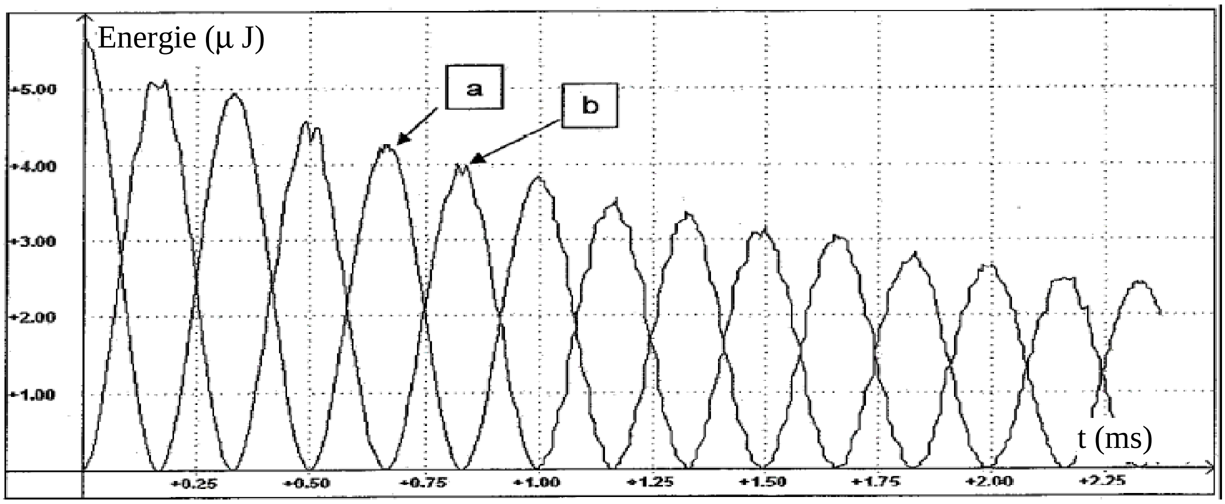
a- En choisissant des mots dans la liste proposée, décrire le phénomène physique qui se produit dans le circuit : apériodique, annulation, électrique, forcé, mécanique, libres, non amortie, installation, amorties, oscillations.

b- Déterminer la grandeur temporelle qui caractérise ces oscillations et donner son nom.

c- Déterminer l'énergie électrique E_C emmagasinée dans le condensateur et l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine à l'instant de date t = 2 ms. **On donne** : C = 1 µF.

3°) On se propose de suivre l'évolution énergétique du circuit rLC en fonction du temps. Pour cela il faut calculer, à l'aide d'un tableur, l'énergie électrique E_C et E_m.

Les courbes $E_C(t)$ et $E_m(t)$ sont données ci-dessous.



a- Attribuer, en justifiant, les énergies E_C et E_m aux courbes a et b.

b- Comparer les évolutions simultanées des énergies $E_C(t)$ et $E_m(t)$.

c- En utilisant les courbes, donner les valeurs des deux énergies E_C et E_m aux instants de dates t_1 = 0,5 ms et t_2 = 2,0 ms.

d – Déterminer la variation d'énergie électrique totale ΔE entre le date t_1 et t_2.

e- Comment évolue l'énergie totale du circuit entre les instants de dates t_1 et t_2 ? A quoi est due cette évolution ?

4°) a- Etablir l'équation différentielle du circuit étudié en i(t).

b- On remplace la bobine précédente par une bobine idéale (r = 0 Ω) de même inductance L.

* Donner l'équation différentielle du circuit étudié.

* Déduire la nature des oscillations.

* Donner alors l'allure des courbes $E_C(t)$ et $E_m(t)$ pour t ∈ [0 ; 0,5 ms].

Corrigé du devoir de synthèse N°1
Année scolaire 09- 10

Chimie

Exercice N°1 Document scientifique

1°) Donnons un caractère de chacune des réaction modélisées par les équations (1),(2), et (3) indiquées dans le texte.
La réaction (1) est totale et endothermique **(02,5pt)**
Les réactions(2) et (3) sont limitées. **(0,5pt)**
2°) a- Exprimons la fonction des concentrations π pour la réaction modélisée par l'équation (3).

$$\pi = \frac{[H^+].[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$ **(0,25pt)**

b- Précisons l'effet de l'augmentation de la concentration des ions H^+sur la fonction des concentrations π.
Puisque la concentration des ions H^+ est au numérateur de la fonction alors si cette concentration augmente alors π augmente et sera supérieur à la constante d'équilibre K. **(0,25pt)**

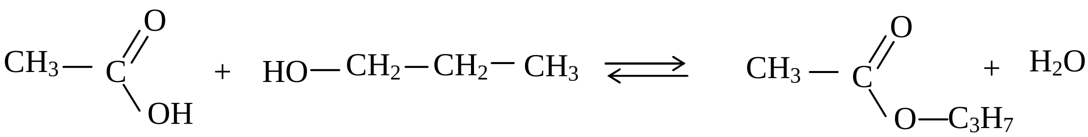
c- Déduisons le sens d'évolution spontané.
π > K alors la réaction évolue spontanément dans le sens inverse (formation d'acide nitrique). **(0,25pt)**

d- Dégageons à partir du texte une phrase qui justifie notre réponse.
À l'inverse, une augmentation de la concentration en H^+ (soit une diminution du pH) entraîne une réaction vers la gauche et forme H_2CO_3 au détriment de HCO_3^-.**(0,25pt)**

Exercice N°2

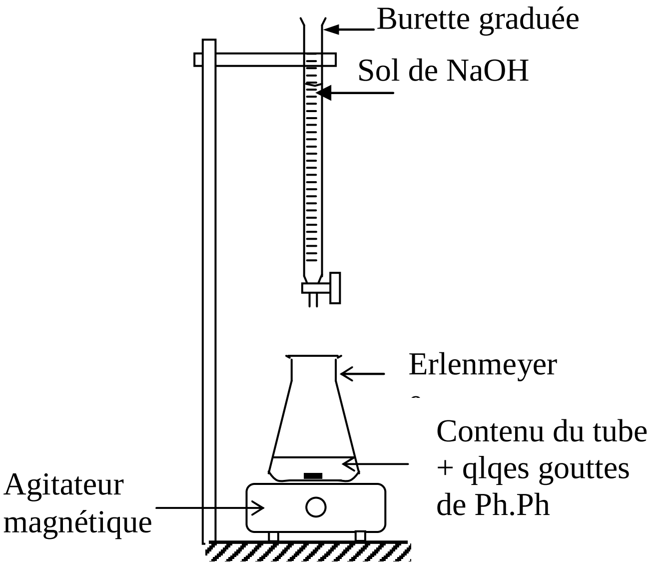
1°) Ecrivons l'équation de la réaction d'estérification.

(0,25pt)



2°) a- Faisons un schéma du dispositif expérimentale permettant de réaliser ce dosage.

(0,5pt)



b- Indiquons comment –on repérer la fin d'un dosage.
La fin d'un dosage est repérée à l'apparition de la couleur rose du mélange. **(0,25pt)**

c- Justifions l'utilisation de l'eau glacée.
On verse l'eau glacée dans le mélange pour stopper la réaction. **(0,25pt)**
3°) a- Dressons le tableau descriptif de l'évolution du système.

Etat du système	Avancement	Acide	+ alcool	$\rightleftarrows$	ester	+ eau
initial	0	$2,5\ 10^{-2}$	$2,5\ 10^{-2}$		0	0
Final	x_f	$2,5\ 10^{-2} - x_f$	$2,5\ 10^{-2} - x_f$		x_f	x_f

(0,25pt)

b- * Donnons la valeur de l'avancement de la réaction à l'équilibre $x_{éq}$.
D'après le tableau de variation de $n_{esr} = f(t)$, le nombre final d'ester $n_f(ester) = 1,66\ 10^{-2}$ mol $= x_{éq} = x_f$ **(0,25pt)**
* Déterminons la valeur de l'avancement maximal x_{max}.
On a réalisé un mélange équimolaire d'acide et d'alcool. Alors si la réaction est totale, les deux réactifs disparaissent à la fin de la réaction $n_f(ac) = n_f(al) = 2,5\ 10^{-2} – x_{max} = 0$ mol d'où $x_{max} = 2,5\ 10^{-2}$ mol. **(0,25pt)**

c- Déterminons le taux d'avancement finalde la réaction τ_f.

$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{1,66\ 10^{-2}}{2,5\ 10^{-2}} = 0,66 < 1$ alors on peut conclure que la réaction est limitée. **(0,5pt)**

d- Pour le tube à essai n°1 (t = 1 h), déterminons la quantité de matière d'acide restant et déduisons le volume V_1 de solution de soude versé pour atteindre l'équivalence.
d'après le tableau de variation de $n_{esr} = f(t)$, $n_{esr}(1h) = 1,1.10^{-2}$ mol qui est égal à l'avancement x de la réaction donc $n_{ac} = 2,5\ 10^{-2} – x = 1,4\ 10^{-2}$ mol ;

A l'équivalence acido-basique $n_{ac} = n_b = C_b.V_{bE}$. D'où $V_{bE} = \frac{n_{ac}}{C_b} = 7.10^{-3}\,L$ **(0,5pt)**

4) a- Rappelons la loi d'action de masse.
A une température donnée, un système chimique est en équilibre lorsque sa composition devient invariante et telle que la fonction π des concentrations est égale à une constante K indépendante de sa composition initiale, appelée constante d'équilibre. $\pi éq = K$. **(0,25pt)**

b- Déterminons la composition du mélange à la fin de la réaction.
D'après le tableau descriptif de l'évolution du système, $n_{ac} = n_{al} = 2,5\ 10^{-2} - x_f = 0,84$ mol
et $n_{es} = n_{eau} = x_f = 1,66$ mol **(0,5pt)**

c- Déterminons la constante d'équilibre K de cette réaction d'estérification.

$$K = \frac{[ester].[eau]}{[acide].[alcool]} = \frac{\frac{n_{est}}{V}.\frac{n_{eau}}{V}}{\frac{n_{ac}}{V}.\frac{n_{al}}{V}} = \frac{n_{est}.n_{eau}}{n_{ac}.n_{al}} \quad ; \quad d'où \quad K = \frac{n_{est}.n_{eau}}{n_{ac}.n_{al}} \quad AN : K \approx 4$$ **(0,5pt)**

5°) a- Déterminons à l'état d'équilibre :
- l'avancement final de la réaction ;

On à l'équilibre $n'_{2f} = 0,24$ mol $= 2,5\ 10^{-2} – x'_f$ donc $x'_f = 2,5\ 10^{-2} - 0,24\ 10^{-2}$ mol $= 2,26.10^{-2}$ mol. **(0,5pt)**

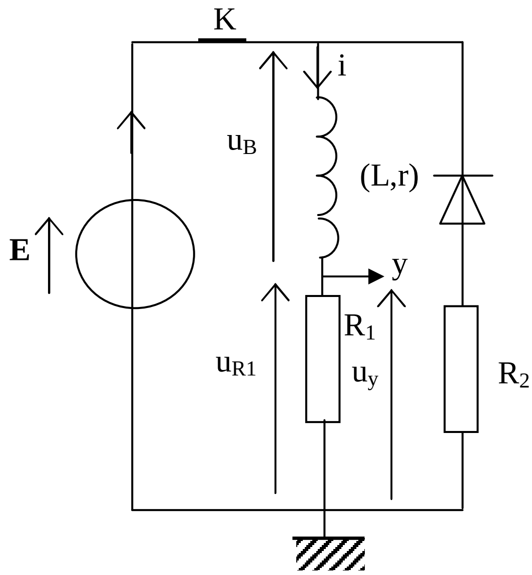
- $\tau_f' = \frac{x'_f}{x_{max}} = \frac{2,26\ 10^{-2}}{2,5\ 10^{-2}} = 0,9$ **(0,25pt)**

b- Précisons l'effet de la quantité d'acide supplémentaire (relativement aux autres tubes) sur la constante d'équilibre K et sur le taux d'avancement final de la réaction.
La quantité supplémentaire d'acide a augmenté la valeur de τ_f mais elle est sans effet sur la constante d'équilibre car elle ne dépond pas de la composition initiale. **(0,5pt)**

Physique

Exercice N°1

Partie I (7,75 pt)



1°) Reproduisons le schéma et indiquons le branchement à réaliser à un afin de visualiser l'évolution de l'intensité du courant i(t). **(0,5pt)**

2°) Etablissons l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i(t) du courant qui traverse le circuit.

On applique la loi des mailles au circuit.

$$u_R + u_B - E = 0 \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + ri + R_1 i = E$$

(0,5pt)

$$\text{d'où } L\frac{di}{dt} + (R_1 + r)i = E$$

3°) a- Montrons que $I_m = \dfrac{E}{R_1 + r}$ et $\tau = \dfrac{L}{R_1 + r}$

On admet que la solution de l'équation différentielle en i(t) est de la forme

$i = I_m(1 - e^{-t/\tau})$ où I_m et τ sont des constantes

$\dfrac{di}{dt} = \dfrac{I_m}{\tau}e^{-t/\tau}$ on remplace dans l'équation $\dfrac{L}{\tau}I_m e^{-t/\tau} + (R_1 + r)I_m(1 - e^{-t/\tau}) = E$

$$I_m e^{-t/\tau}\left(\frac{L}{\tau} - (R_1 + r)\right) + I_m(R_1 + r) = E$$

Cette équation doit être vérifiée quelque soit la date t. On a donc les deux conditions suivantes

$$\begin{cases} \dfrac{L}{\tau} - (R_1 + r) = 0 \\ I_m(R_1 + r) = E \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \tau = \dfrac{L}{(R_1 + r)} = \dfrac{L}{R} \\ I_m = \dfrac{E}{(R_1 + r)} \end{cases}$$

(0,75pt)

b- Donnons les significations physiques de I_m et τ.

- I_m est l'intensité du courant en régime permanent ; **(0,5pt)**
- τ est la constante de temps du circuit RL.

4°) a- Montrons que $i(\tau) = 0,63\ I_m$.

$i(\tau) = I_m(1 - e^{-1}) = I_m(1 - 0,37) = 0,63\ I_m$ **(0,25pt)**

b- Déduisons graphiquement la valeur de τ.

D'après la courbe la courbe i = f(t)l'abscisse de $i(\tau) = 0,63\ I_m = 63$ mA est $\tau = 2.10^{-3}$ s **(0,25pt)**

5°) Déterminons des représentations i(t), u_G (t) et u_{R1} (t) les valeurs de R_1, r et L.

- Déterminons la valeur de R_1.

D'après la courbe $u_{R1}(t) = f(t)$, $U_{R1max} = R_1.I_m$ d'où $R_1 = \dfrac{U_{R1max}}{I_m} = \dfrac{5}{0,1} = 50\ \Omega$.**(0,5pt)**

- Déterminons la valeur de r.

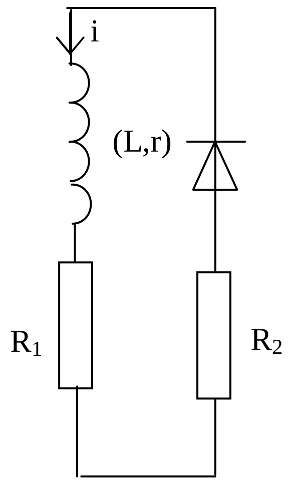
En régime permanent $E = (R_1 + r).I_m \Leftrightarrow r = \dfrac{E}{I_m} - R_1 = \dfrac{6}{0,1} - 50 = 10\,\Omega$.**(0,5pt)**

- Déterminons la valeur de L

On a $L = \tau(R + r) = 2.10^{-3}.60 = 0,12$ H. **(0,5pt)**

Partie II

1°) a- Faisons le schéma du circuit électrique correspondant à l'ouverture de l'interrupteur. **(0,5pt)**



b- Exprimons la nouvelle constante de temps τ' en fonction de τ. **On donne** : $R_2 = 9(R_1 + r)$.

$$\tau' = \frac{L}{R_2 + R_1 + r} = \frac{L}{9(R_1 + r) + R_1 + r} = \frac{L}{10(R_1 + r)}$$ **(0,75pt)**

$$\frac{\tau}{\tau'} = \frac{1}{10} \Leftrightarrow \tau' = \frac{\tau}{10}$$

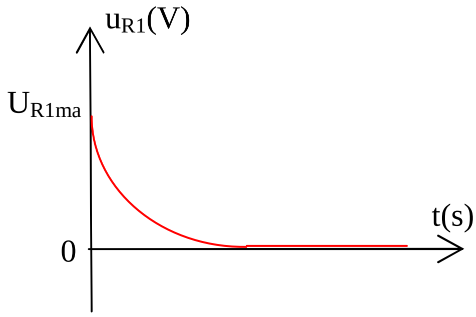
c- Comparons alors la rapidité avec laquelle s'établit le régime permanent de l'ouverture à celle de la fermeture du circuit.

Plus la valeur de τ est élevé plus le régime permanent est atteint plus rapidement. Alors le régime permanent de l'ouverture est atteint plus rapidement que celui de la fermeture. **(0,25pt)**

2°) a- Donnons l'expression de l'intensité du courant i(t).

$i = I_m e^{-t/\tau'}$. **(0,5pt)**

b- Déduisons l'allure de la courbe de u_{R1} (t) en indiquant u_{R1} (0) et u_{R1} (+∞).



$u_{R1}(0) = U_{R1ma} = 5$ V **(0,5pt)**

$$u_{R1} \xrightarrow[t \to +\infty]{} = 0 \text{ V}$$

c- Déterminons i(5τ).

$i(5\tau') = I_m e^{-5} = 6,73.10^{-4}$ A ≈ 0 A **(0,5pt)**

d- Déterminons l'énergie dissipée par effet Joule depuis l'ouverture du circuit jusqu'à un instant de date t >> 5τ'.

$$W = |\Delta E| = \frac{1}{2} L I_m^2 = \frac{1}{2} 0,12.10^{-2} = 6.10^{-4} \text{ J}$$ **(0,5pt)**

Exercice N°2

1°) Le phénomène est un phénomène de charge du condensateur. Il se produit instantanément car la constante de temps de temps τ = 0 s est nulle. **(0,5pt)**

2°) a- En choisissant des mots dans la liste proposée, décrivons le phénomène physique qui se produit dans le circuit

Oscillations électriques libres amorties. **(0,25pt)**

b- Déterminons la grandeur temporelle qui caractérise ces oscillations et donnons son nom.

La grandeur temporelle qui caractérise ces oscillations est appelée pseudopériode noté T.

D'après la courbe $u_C = f(t)$, 3.T = 2 ms alors T ≈ 0,67 s. **(0,5pt)**

c- Déterminons E_C et E_m à l'instant de date t = 2 ms.

On a $E_C = \frac{1}{2} C.U_C^2$ et $E_L = \frac{1}{2} L i^2$

A t = 2 ms $u_C = U_{Cmax}$ alors $i = C\frac{du_C}{dt} = 0$ d'où $E_C = E_C = \frac{1}{2} C.U_{Cmax}^2 = 2,67.10^{-6}$ J et $E_L = 0$ J **(0,75pt)**

3°) a- Attribuons, en justifiant, les énergies E_C et E_m aux courbes a et b.

A t = 0 s $u_C = U_{Cmax}$ et i = 0 A alors $E_C = E_{Cmax}$ et $E_L = 0$ J. D'où la courbe **a** correspond à l'énergie E_C et la courbe **b** correspond à l'énergie E_L. **(0,5pt)** b- Comparons les évolutions simultanées des énergies $E_C(t)$ et $E_m(t)$.

D'après les courbes, on constate que E_C diminue E_L augmente et inversement**(0,25pt)**t.

c- En utilisant les courbes, donnons les valeurs des deux énergies E_C et E_m aux instants de dates $t_1 = 0,5$ ms et $t_2 = 2,0$ ms.

A t = 0,5 ms $u_C = 0$ J et $E_L = E_{Lmax} = 4,5.10^{-6}$ J .

A t = 2 ms $u_C = U_{Cmax} = 2,64.10^{-6}$ J et $E_L = 0$ J **(0,5pt)**

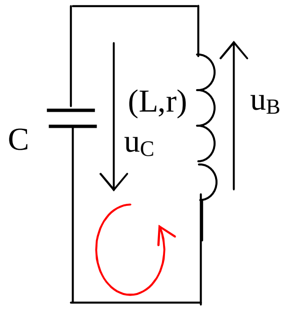
d- Déterminons la variation d'énergie électrique totale ΔE entre le date t_1 et t_2.

$\Delta E = E(2\text{ ms}) - E(0,5\text{ ms}) = -1,9.\ 10^{-6}$ J. **(0,25pt)**

e- Expliquons comment évolue l'énergie totale du circuit entre les instants de dates t_1 et t_2 et à quoi est due cette évolution.

$\Delta E < 0$ alors l'énergie diminue au cours du temps à cause de la résistance interne de bobine **r** qui dissipe l'énergie électrique en chaleur par effet Joule. **(0,5pt)**

4°) a- Etablissons l'équation différentielle du circuit étudié en i(t).



On applique la loi des mailles au circuit

$u_B + u_C = 0 \Leftrightarrow L\frac{di}{dt} + ri + \frac{1}{C}\int idt = 0$ **(0,5pt)**

b- * Donnons l'équation différentielle du circuit étudié.

$L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int idt = 0$ **(0,25pt)**

*l'équation devient égale à celle d'un oscillateur libre amortie donc les oscillations son libres amorties. **(0,25pt)**

* Le système est conservatif les amplitudes des énergies restent constantes au cours du temps.

(0,25pt).