LYCEE HEDI CHAKER SFAX

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

DEVOIR DE SYNTHESE N°1 (1 ére TRIMESTRE)

Prof : ABDELMOULA RIADH
BEN AMOR MONCEF
GOUIA SEMI
MAALEJ Med HABIB

Année Scolaire : 2013/2014
Classes: 4éme Math, Sc-tch.
Date : Décembre 2013.
Durée : 3 Heures.

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de **1/5** à **5/5** . La page **5/5** est à remplir par l'élève et à remettre avec la copie.

*/ CHIMIE :

Exercice N°1 : Réaction d'estérification
Exercice N°2 : Loi d'action de masse

*/ PHYSIQUE :

Exercice N°1 : Texte documentaire.
Exercice N°2 : Dipôle RL.
Exercice N°3 : Oscillateur électrique.

N.B : */ Il est absolument interdit d'utiliser le correcteur.
*/ Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction ainsi que de sa concision.

CHIMIE : (7 points)

EXERCICE N°1 : (4 points)

A un instant de date t = 0, on introduit dans un érlenmeyer, un volume V_1 = 50 mL d'acide éthanoïque $C_2H_4O_2$ et un volume V_2 de méthanol CH_3OH. On ajoute a ce mélange quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et on le maintient durant toute l'expérience à une température constante θ = 60°C.

On donne : */ Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 kg.m^{-3}$.

Espèces	Acide éthanoïque	Méthanol
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	60	32
Densité	1,08	0,8

1°) **a)** Vérifier que le mélange renferme initialement 0,9 mole d'acide éthanoïque.

b) Calculer le volume V_2 pour que le mélange initial soit équimolaire.

2°) Dresser le tableau descriptif d'évolution du système relatif à l'avancement x de la réaction.

3°) **a)** Etablir l'expression de la constante d'équilibre K de la réaction en fonction du taux d'avancement final τ_{f1} de la réaction.

b) Sachant que K = 4 , montrer que $\tau_{f1} = \frac{2}{3}$.

c) Déduire la composition du mélange à l'équilibre.

4°) A un instant de date t_1, on ajoute au mélange obtenu à l'équilibre, 0,1 mole d'acide éthanoïque et 0,1 mole d'eau. Préciser, en le justifiant, si à cette date, le système est en état d'équilibre ? Si non, préciser dans quel sens évolue-t-il spontanément.

5°) Dans une deuxième expérience, on mélange a moles d'acide éthanoïque et b moles de méthanol, avec $a < b$, en présence de l'acide sulfurique concentré et à la température θ.

a) Montrer que la constante d'équilibre K est liée au taux d'avancement final τ_{f2} de la réaction par la relation : $K = \dfrac{\tau_{f2}^2}{(1-\tau_{f2})(\frac{b}{a}-\tau_{f2})}$

b) Sachant que b = 1,75 a, trouver la valeur de τ_{f2}

c) Comparer τ_{f2} et τ_{f1} . Conclure.

EXERCICE N°2 : (3 points)

En solution aqueuse, les ions fer (III) Fe^{3+} réagissent avec les ions thiocyanate SCN^- pour donner les ions ferrithiocyanate $FeSCN^{2+}$ de couleur rouge sang selon l'équation :

$$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftarrows FeSCN^{2+}$$

A t = 0, et aune température θ, on mélange un volume V_1 = 100 mL d'une solution de sulfate de fer III $Fe_2(SO_4)_3$ de concentration molaire $C_1 = 50.10^{-3}$ mol.L^{-1} et un volume V_2 = 100 mL d'une solution de thiocyanate de sodium NaSCN de concentration molaire $C_2 = 0,1$ mol.L^{-1}.

1°) Montrer que le mélange initial est équimolaire, contenant 10^{-2} mole de chaque réactif.

2°) **a)** Déterminer la composition molaire du système (S) obtenu à l'équilibre, sachant que le taux d'avancement final de la réaction est $\tau_f = 0,6$.

b) Enoncer la loi d'action de masse.

c) Calculer la constante d'équilibre K de la réaction.

3°) Au système (S), porté à la même température θ , On ajoute un volume V' = 100 mL d'une solution de sulfate de fer III contenant 2.10^{-3} mole d'ion Fe^{3+}.

a) Quel est l'effet de cet ajout sur la constante d'équilibre K.

b) Préciser en le justifiant, l'effet de cette opération sur l'équilibre et sur l'intensité de la couleur rouge sang des ions ferrithiocyanate $FeSCN^{2+}$.

PHYSIQUE : (13 points)

EXERCICE N°1 : (2 points)

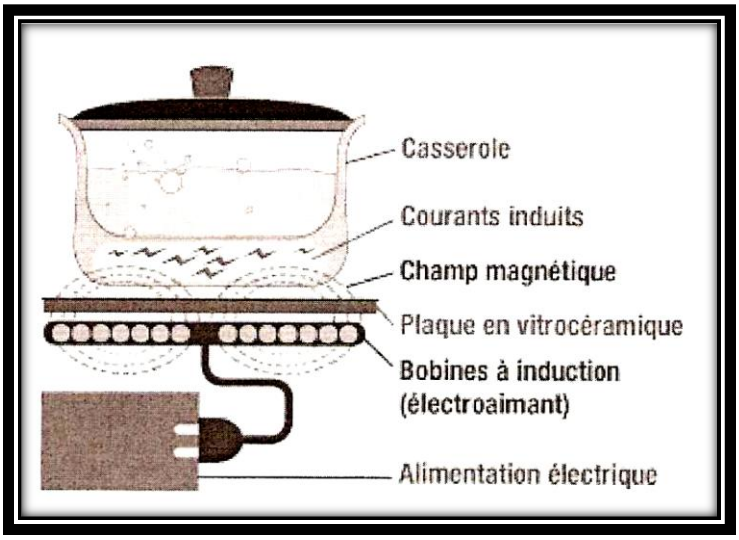
ETUDE D'UN DOCUMENT SCIENTIFIQUE :

LA CUISINE ET LA PHYSIQUE . QUEL RAPPORT ???

Plus rapides, plus sûres, plus économiques, les plaques à induction révolutionnent la cuisson et envahissent de plus en plus les cuisines mondiales. Leur secret est « l'application d'un phénomène découvert au XIX° siècle : L'induction électromagnétique ».

Néanmoins l'application domestique d'un tel phénomène était très tardive : le fabricant *SCHOLTES* lance sur le marché la première table en 1979. Il faudra finalement attendre les années 90 pour voir arriver dans les cuisines des plaques fiables et moins couteuses.

Un tel succès s'explique par la très astucieuse succession de processus physiques mis en jeu pour cette technique de cuisson, qui lui confère une grande efficacité.



Son principe est : Créer un champ magnétique oscillant au dessus de la plaque vitrocéramique, grâce à la circulation d'un courant alternatif intense dans une bobine. Ce champ va induire au fond du récipient une multitude de courants de Foucault, qui, par effet Joule, vont chauffer les aliments.

Une seule condition pour que cette cascade de processus électromagnétiques s'enclenche est que le fond du récipient soit ferromagnétique.

Parmi les avantages de cette cuisson, on cite :

*/ La chaleur est directement générée dans le récipient, ce qui évite les pertes d'énergie.

*/ Notre corps est insensible au champ magnétique. La main ne peut pas être le siège de courants de Foucault et ne risque pas d'être brulée lorsqu'elle se pose sur une plaque à induction.

Olympiades de physique : Lycée « Guez de Balzac Angouleme »

QUESTIONS :

1°) Le texte parle d'une nouvelle technique de cuisson. La quelle ? Quel est son principe ?

2°) Quel est d'après le texte, le phénomène physique découvert au dix-neuvième siècle ? Le définir.

3°) Préciser l'induit et l'inducteur dans les tables de cuisson à induction.

4°) Citer d'après le texte les avantages de cette nouvelle méthode de cuisson.

5°) Peut-on cuire des aliments dans un récipient en céramique (matière à base d'argile) ? Expliquer.

EXERCICE N°2 : (7 points)

Le circuit de la ***figure-1-*** est formé par :

*/ Un générateur de tension idéal de fem E.

*/ Deux conducteurs ohmiques de résistance $R_1 = 100\ \Omega$ et R_2.

*/ Une bobine b d'inductance L et de résistance interne r.

*/ Une diode (d).

*/ Un interrupteur K.

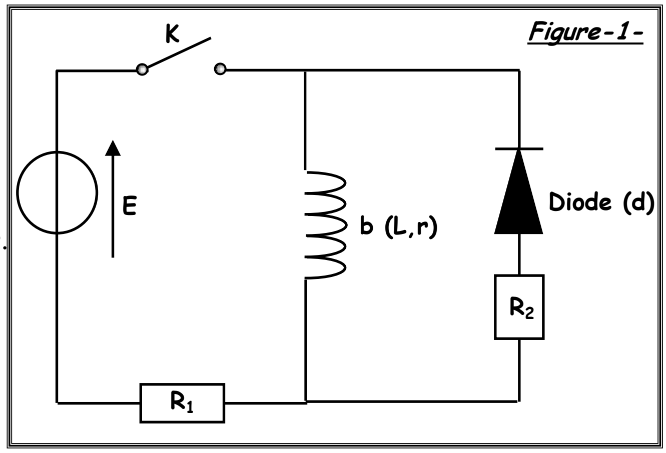


Figure-1-

I°) A un instant de date t=0, on ferme K.

1°) **a)** Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine s'écrit sous la forme :

$$\frac{du_b(t)}{dt} + \frac{(R_1 + r)}{L}\, u_b(t) = \frac{r\,E}{L}.$$

b) Cette équation différentielle admet pour solution $u_b(t) = A + B\exp(\alpha\, t)$, avec A, B et α sont des constantes. Exprimer ces constantes en fonction des paramètres du circuit.
En déduire alors l'expression de $u_b(t)$.

2°) Etablir l'expression de la tension $u_{R1}(t)$ aux bornes du résistor de résistance R_1.

3°) Sur la ***figure-2- de la page 5/5***, on représente le chronogramme $u_b(t)$ et la tangente (Δ) au chronogramme $u_{R1}(t)$ à l'instant t = 0. ($u_{R1}(t)$ est non représenté).

- **a)** Déterminer la valeur de E. Justifier.
- **b)** Déterminer la valeur de u_b en régime permanant. En déduire celle de u_{R1} dans le même régime.
- **c)** On considère le point A de la tangente (Δ). Montrer que l'abscisse du point A est la constante de temps τ du dipôle (R_1,r,L). Déduire la valeur de τ.
- **d)** Représenter sur la ***figure-2- de la page 5/5***, l'allure du chronogramme $u_{R1}(t)$.
- **e)** Déterminer les valeurs de L et r.

4°) On refait la même expérience, en remplaçant la bobine b (L, r) par une bobine b' (L', r'). On suit l'évolution de l'intensité du courant i(t) et i'(t) respectivement dans b et b'. On obtient les chronogrammes ❶ et ❶' de la ***figure-3- de la page 5/5***
Comparer qualitativement (sans calcul) L et L', ainsi que r et r'. En déduire l'effet du remplacement de b par b' sur l'établissement du courant.

II°) Dans le circuit de la ***figure-1-*** l'interrupteur étant fermé, à un instant de date t = 0 pris comme nouvelle origine des temps, on ouvre K.

1°) La diode (d) a-t-elle un rôle dans ce circuit ? Expliquer.

2°) Quelle est la réponse du dipôle (R_2,r,L) à l'ouverture de K ? En déduire le phénomène physique qui se produit dans la bobine .Justifier.

3°) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du résistor de résistance R_2

4°) Vérifier que $u_{R2}(t) = \dfrac{R_2 E}{(R_1+r)} \exp\left[-\dfrac{(R_2+r)}{L}\, t\right]$ est une solution de l'équation différentielle déjà établie.

5°) A l'instant de date $t = \tau_2$, la tension $u_{R2}(\tau_2) = 14{,}76$ V. Calculer R_2 et déduire τ_2.
On prendra : exp(-1) = 0,36.

EXERCICE N°3 : (4 points)

Le circuit de la ***figure-4-*** comporte :

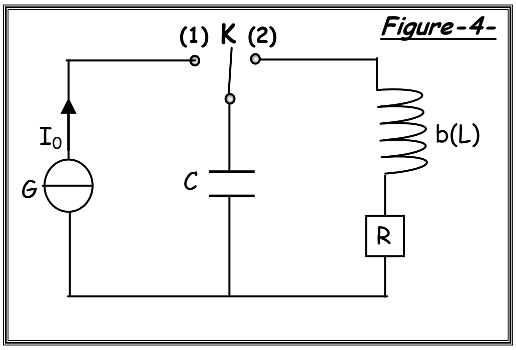
*/ Un générateur de courant G , débitant un courant d'intensité constante I_0 = 33,34 μA.

*/ Un condensateur de capacité C, initialement déchargé.

*/ Un résistor de résistance R.

*/ Une bobine b d'inductance L et de résistance interne négligeable devant R.

*/ Un commutateur K.



On ferme K sur la position (1), et on charge le condensateur pendant une minute. A la fin de cette charge, on bascule K sur la position (2) à un instant de date t = 0, pris comme origine des temps.
L'oscillateur électrique est alors le siège d'oscillations électriques.

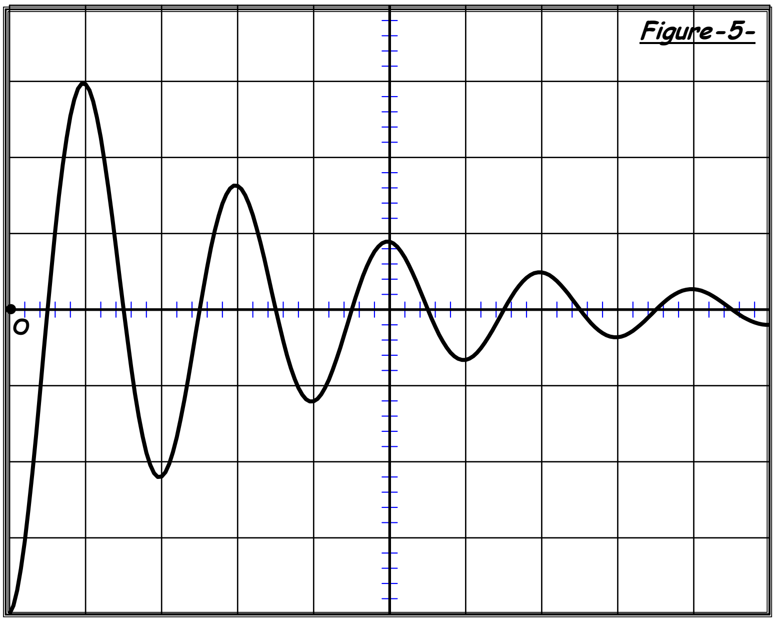
1°) Quelle est la nature de ces oscillations.

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

3°) **a)** Etablir l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur en fonction de C, L, u_C et $\frac{du_C}{dt}$.

b) Montrer que cette énergie diminue au cours du temps.

4°) Un oscilloscope à mémoire, convenablement branché, permet de visualiser la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine. On obtient l'oscillogramme de la ***figure-5-***



Calibres de l'oscilloscope :
**/ Calibre des temps : 10ms/div*
**/ Calibre des tensions : 10V/div*

a) Donner le branchement de l'oscilloscope permettant d'observer cet oscillogramme.

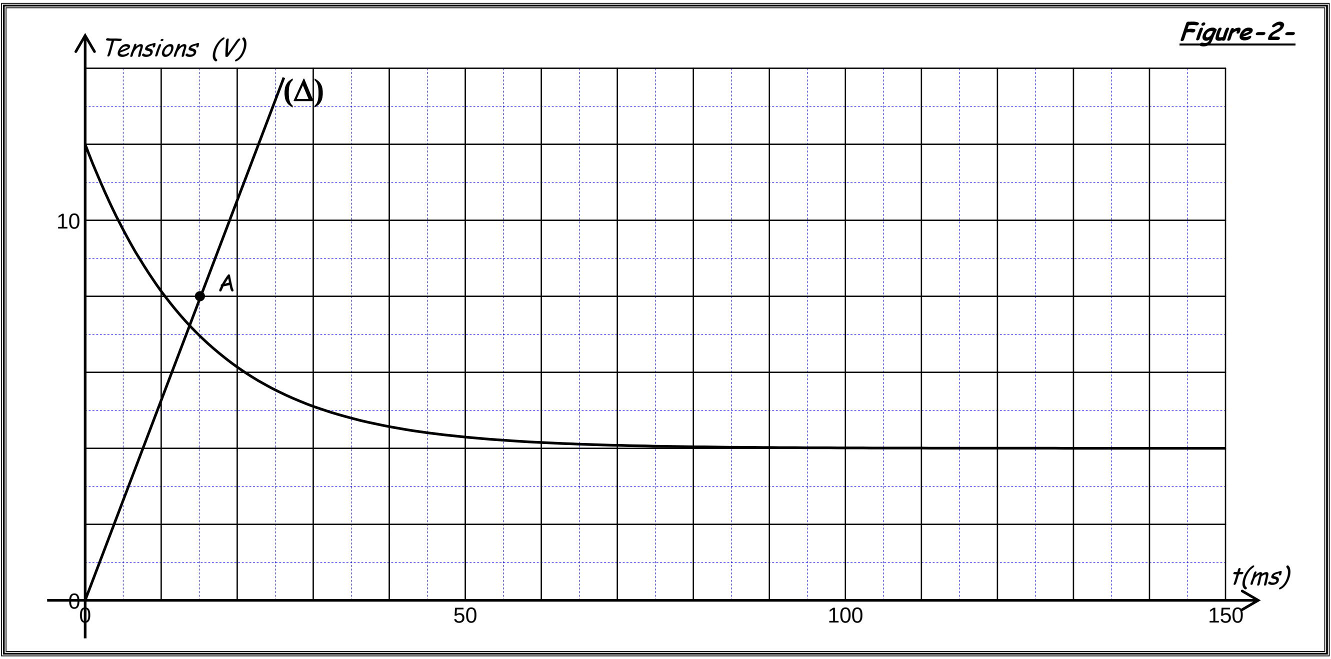
b) Quelle est la nature du régime d'oscillations obtenu ? Justifier.

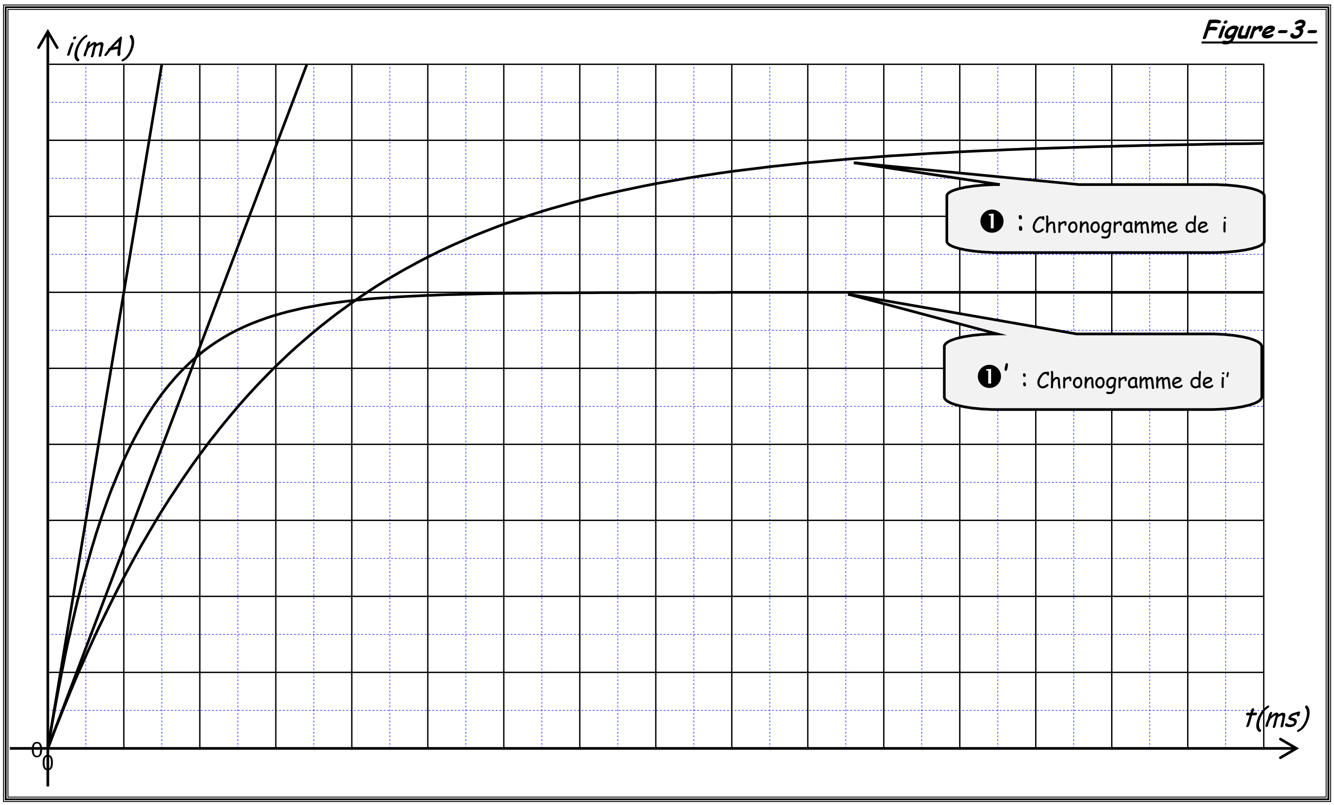
c) Déterminer la valeur de C. Sachant que la pseudo période T de l'oscillateur a pour expression $T \approx 2\pi\sqrt{LC}$, En déduire la valeur de L.

5°) A l' instant de date t_1 = 40 ms, montrer que l'énergie totale de l'oscillateur est purement électrostatique. Calculer sa valeur.

NOM ET PRENOM :   CLASSE :

FEUILLE A REMETTRE AVEC LA COPIE





CHIMIE : (7 points)

EXERCICE N° : 1 (4 points)

1°) a) Nombre de mole d'acide éthanoïque : $\boxed{n_{Ac}=\dfrac{\rho_{eau}.d_{Ac}V_1}{M_{Ac}}}$ ❶ A.N : n_{Ac} = 0,9 mol.

b) Volume V_2 : $n_{Al} = n_{Ac}$ (mélange équimolaire) $\boxed{V_2 = \dfrac{n_{Ac}.M_{Al}}{\rho_{eau}.d_{Al}}}$ ❷ A.N : V_2 = 36mL.

2°) Tableau d'avancement: (Avec tous les détails) :

Equation de la réaction		Acide CH_3COOH	+ Alcool CH_3OH	$\longrightarrow$ Ester CH_3COOCH_3	+ eau H_2O
Etat du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	0,9	0,9	0	0
Etat intermédiaire	x	0,9 - x	0,9 - x	x	x
Etat final	x_f	0,9 – x_f	0,9 – x_f	x_f	x_f

3°) a) Expression de K en fonction de τ_{f1} :

D'après la L.A.M : $K = \dfrac{[Ester]_{éq}[Eau]_{éq}}{[Acide]_{éq}[Alcool]_{éq}} = (\dfrac{x_{f1}}{0,9 - x_{f1}})^2$. Or x_{max} = 0,9 mol ; et $\tau_{f1} = \dfrac{x_{f1}}{x_{max}} = \dfrac{x_{f1}}{0,9}$

et par suite on déduit : $\boxed{K = [\dfrac{\tau_{f1}}{1-\tau_{f1}}]^2}$ ❸.

b) Montrer que $\tau_{f1} = \dfrac{2}{3}$ = 0,66 ? K = 4, dans ❸, on obtient $\tau_{f1} = \dfrac{2}{3}$ en tenant compte que $0<\tau_{f1}<1$.

c) Composition du mélange à l'équilibre :

$x_{f1} = 0,9\ \tau_{f1}$ = 0,6 mol. En utilisant la dernière ligne du tableau d'avancement, on obtient la composition :

*/ $n_{Ac} = n_{Al}$ = 0,3 mol. */ $n_{Ester} = n_{Eau}$ = 0,6 mol.

4°) Etat su système à t_1 et sens d'évolution spontané :

*/ Acide + Alcool $\rightleftarrows$ Ester + eau.

t_1 : 0,3+0,1mol 0,3mol 0,6mol 0,6+0,1 mol

Calculons $\pi(t_1) = 3,5 \neq K$, alors le système n'est pas en état d équilibre.

*/ $\pi(t_1) < K$, alors le système évolue spontanément dans le sens qui tend à augmenter π : c'est le sens d'estérification.

5°) a) Montrons que $K = \dfrac{\tau_{f2}^{\ 2}}{(1-\tau_{f2})(\frac{b}{a}-\tau_{f2})}$?

*/ Acide + Alcool $\rightleftarrows$ Ester + eau.

t=0 : a mol b mol 0mol 0 mol

$t_{éq}$: $(a - x_{f2})$mol $(b - x_{f2})$mol x_{f2} mol x_{f2} mol

x_{max} = a, car a<b et $\tau_{f2} = \dfrac{x_{f2}}{a}$, donc $x_{f2} = a\ \tau_{f2}$

Dans $\boxed{K = \dfrac{[Ester]_{éq}[Eau]_{éq}}{[Acide]_{éq}[Alcool]_{éq}} = \dfrac{\tau_{f2}^{\ 2}}{(1-\tau_{f2})(\frac{b}{a}-\tau_{f2})}}$ ❹

b) Calcul de τ_{f2} = ? b = 1,75 a ⇨ $\dfrac{b}{a}$ = 1,75 et K = 4 dans l'équation❹, on obtient une équation du second degré :

$3(\tau_{f2})^2 - 11\ \tau_{f2} + 7 = 0$, les deux solutions sont : τ_{f2}' = 0,82 et τ_{f2}'' = 2,84 et puisque $\tau_{f2}<1$ alors on retient la solution τ_{f2}' = 0,82.

c) */Comparer τ_{f2} et τ_{f1} : $\tau_{f2} > \tau_{f1}$

*/ Conclure : Le taux final d'une réaction dépend de la composition initiale du mélange.

EXERCICE N° : 2 (3 points)

1°) Montrer que le mélange initial est équimolaire, contenant 10^{-2} mole de chaque réactif.

***/** Pour la solution de $Fe_2(SO_4)_3$: $C_1 = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1}, alors $\boxed{n(_{Fe}{}^{3+}) = 2C_1 V_1}$ A.N : $n_{Fe}{}^{3+} = 10^{-2}$ mol.

***/** Pour la solution de NaSCN $C_2 = 0{,}1$ mol.L^{-1}, alors $\boxed{n_{SCN^-} = C_2 V_2}$ A.N : $n_{SCN^-} = 10^{-2}$ mol.

2°) a) Détermination de la composition molaire du système (S) obtenu à l'équilibre :

	Fe^{3+} +	SCN^- $\rightleftarrows$	$FeSCN^{2+}$
A t=0 :	10^{-2}mol	10^{-2}mol	0
A $t_{éq}$:	$(10^{-2} - x_f)$mol	$(10^{-2} - x_f)$mol	(x_f)mol

$x_{max} = 10^{-2}$mol ,et $\tau_f = \dfrac{x_f}{10^{-2}} \Rightarrow \boxed{x_f = 10^{-2}.\ \tau_f}$

A.N: $x_f = 0{,}6.10^{-2}$mol.

Et par suite la composition à l'équilibre est:

*/ $n_{Fe}{}^{3+} = n_{SCN^-} = 0{,}4.10^{-2}$ mol. */ $n_{FeSCN}{}^{2+} = 0{,}6\ .10^{-2}$mol.

b) Enoncer la loi d'action de masse :

Soit un équilibre symbolisé par : $aA + bB \rightleftarrows cC + dD$. La fonction π des concentrations prend, à l'équilibre une valeur constante K , appelée constante d'équilibre qui ne dépend que de la température.

$$(\pi)_{éq} = \frac{[C]^c_{éq}\ [D]^d_{éq}}{[a]^a_{éq}\ [B]^b_{éq}} = K = f(T).$$

c) Calcul de la constante d'équilibre K : D'après la L.A.M, $\boxed{K = \dfrac{[FeSCN^{2+}]}{[Fe^{3+}].[SCN^-]} = \dfrac{(V_1 + V_2)\, x_f}{(10^{-2} - x_f)^2}}$ A.N : K = 75.

3°) a) Effet de l' ajout de V' sur la constante d'équilibre K :

Puisque K ne dépend que de la température, l'addition de V' n'a pas d'influence sur K.

b) Effet de cette opération sur l'équilibre et sur l'intensité de la couleur rouge sang :

***/** Avant l'addition et après l'addition π reste toujours constante égale à K. Donc cette addition n'influe pas sur l'équilibre.

***/** $[FeSCN^{2+}] = \dfrac{n_{FeSCN2+}}{V_{Totale}}$ diminue car V_{Totale} augmente d'où l'intensité de la couleur rouge sang s'atténue.

PHYSIQUE : (13 points)

EXERCICE N°1 : (2 points) ***ETUDE D'UN DOCUMENT SCIENTIFIQUE :***

1°) */ La nouvelle technique de cuisson est L'utilisation des plaques à induction.

***/** Le principe de cette nouvelle technique : Créer un champ magnétique oscillant au dessus de la plaque vitrocéramique, grâce à la circulation d'un courant alternatif intense dans une bobine. Ce champ va induire au fond du récipient une multitude de courants de Foucault, qui, par effet Joule, vont chauffer les aliments.

2°) */ le phénomène physique découvert au dix-neuvième siècle : L'induction électromagnétique.

***/** Définition : Soit une bobine placée dans un circuit fermé et plongée dans un champ magnétique variable Résultat : Création d'un courant induit dans la bobine qui par ses effets s'oppose à la variation du champ magnétique. Ce phénomène est appelé 'induction électromagnétique, la bobine est l'induit, l'élément qui crée le champ magnétique est appelé l'inducteur.

3°) */ l'induit est le récipient.

*/ l'inducteur est la bobine.

4°) Les avantages de cette nouvelle méthode de cuisson :

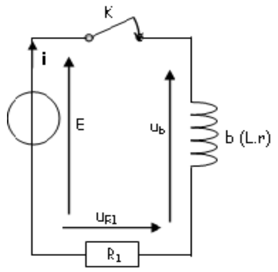
***/** La chaleur est directement générée dans le récipient, ce qui évite les pertes d'énergie.

***/** Notre corps est insensible au champ magnétique. La main ne peut pas être le siège de courants de Foucault et ne risque pas d'être brulée lorsqu'elle se pose sur une plaque a induction.

5°) Non on ne peut pas cuire des aliments dans un récipient en céramique, car le fond du récipient n'est pas ferromagnétique.

EXERCICE N°2 : (7 points)

I°) 1°) a) Etablir l'équation différentielle de variable u_b :



*/ Circuit :

*/ Loi des mailles : $u_{R1} + u_b - E = 0$

*/ Développement : $R_1 i + L\frac{di}{dt} + ri = E \Rightarrow \boxed{L\frac{di}{dt} + (r + R_1)\, i = E}$, ❶

Or d'après la loi des mailles : $i = \frac{(E - u_b)}{R_1}$ et $\frac{di}{dt} = -\frac{1}{R_1}\frac{du_b}{dt}$

dans ❶ on obtient le résultat à démontrer : $\boxed{\frac{du_b(t)}{dt} + \frac{(R_1 + r)}{L}\, u_b(t) = \frac{r\,E}{L}}$. ❷

b) Expression des constantes A, B et α en fonction des paramètres du circuit :

$u_b(t) = A + B \exp(\alpha t)$; Condition initiale CI : à t = 0 , $u_b = E$.

*/ 1ére étape : La CI dans la solution : $E = A + B \Rightarrow \boxed{A = E - B}$ ❸

La solution devient $u_b(t) = E - B + B \exp(\alpha t)$

*/ 2éme étape : La solution vérifie l'équation différentielle : calculons $\frac{du_b(t)}{dt} = \alpha B \exp(\alpha t)$.

Dans ❷ $\alpha B \exp(\alpha t) + \frac{(R_1 + r)}{L}[E - B + B \exp(\alpha t)] = \frac{rE}{L} \Rightarrow$

$[\alpha B + B\frac{(R_1 + r)}{L}] \exp(\alpha t) + [\frac{(R_1 + r)}{L}(E-B) - \frac{rE}{L}] = 0$ cette équation est vrai $\forall$ t, ssi :

$[\alpha B + B\frac{(R_1 + r)}{L}] = 0$ et $[\frac{(R_1 + r)}{L}(E-B) - \frac{rE}{L}] = 0$

On obtient alors : $\boxed{B = \frac{R_1 E}{(R_1 + r)}}$; $\boxed{\alpha = -\frac{(R_1 + r)}{L}}$ et $\boxed{A = E - B = \frac{rE}{(R_1 + r)}}$.

En déduire alors l'expression de $u_b(t)$:

$u_b(t) = E - B + B \exp(\alpha t) = \frac{ER_1}{(R_1 + r)} \exp(-\frac{(R_1 + r)}{L} t) + \frac{rE}{(R_1 + r)}$.

2°) Expression de la tension $u_{R1}(t)$:

D'après la loi des mailles : $u_{R1}(t) = -u_b + E \Rightarrow u_{R1}(t) = \frac{ER_1}{(R_1 + r)}[1 - \exp(-\frac{(R_1 + r)}{L} t)]$.

3°) a) Valeur de E : A t = 0 , $u_b(0) = E$, d'après la figure-2- de la page 5/5, E = 12V.

b) Valeur de u_b et u_{R1} en régime permanant :

*/ d'après la figure-2- de la page 5/5 , $u_b(\infty) = 4V$

*/ D'après la loi des mailles : $u_{R1}(\infty) = E - u_b(\infty) = 12 - 4 = 8V$.

c) Montrons que l'abscisse du point A est la constante de temps τ_1 du dipôle (R_1,r,L) :

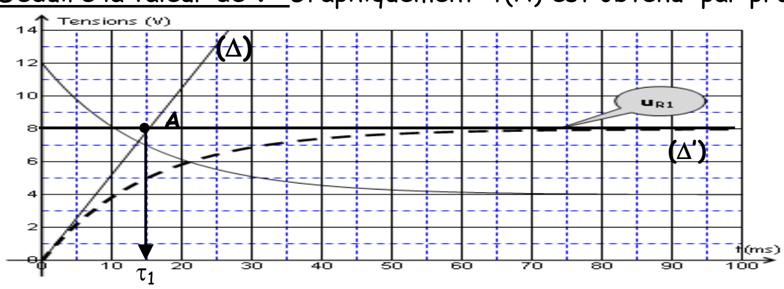
*/ Equation de la tangente (Δ) : $u_{R1}(t) = a\,t$, avec a : coefficient directeur de la tangente à la courbe u_{R1} à t=0.

$a = [du_{R1}(t)]_{t=0} = \frac{ER_1}{L}$ et par suite l'équation de (Δ) : $u_{R1}(t) = \frac{ER_1}{L} t$.

*/ Equation de l'asymptote (Δ') à $u_{R1}(t)$ en $+\infty$: $u_{R1}(t)$ = constante = $\frac{ER_1}{(R_1 + r)}$.

*/ Le point A = (Δ) $\cap$ (Δ') alors $\frac{ER_1}{L} t(A) = \frac{ER_1}{(R_1 + r)} \Rightarrow t(A) = \frac{L}{(R_1 + r)} = \tau_1$.

*/ Déduire la valeur de τ : Graphiquement t(A) est obtenu par projection orthogonale du point A sur l'axe des abscisses.



On obtient $t(A) = \tau_1 = 15 .10^{-3}$s.

d) Représenter l'allure du chronogramme $u_{R1}(t)$.

$u_{R1}(0) = 0$; $u_{R1}(\infty) = 8V$

e) Détermination des valeurs de L et r :

*/ $\boxed{u_{R1}(\infty) = 8V = \dfrac{ER_1}{(R_1 + r)}}$ ❹ */ $\boxed{\dfrac{L}{(R_1 + r)} = \tau_1}$ ❺ ; d'après ❹ et ❺ on obtient L = 2,25 H et r = 50 Ω.

4°) Comparaison qualitative (sans calcul) de L et L', ainsi que r et r' :

*/ En régime permanent : $i(\infty) = I_0 = \dfrac{E}{(R_1 + r)}$; I_0 ne dépend pas de L , d'après la ***figure-3- de la page 5/5***,

I_0 (❶) > I_0 (❶') ⇨ $\boxed{r < r'}$.

*/ Pour la courbe i(t) , le coefficient directeur de la tangente à cette courbe à t=0 est $a = [\dfrac{di}{dt}]_{t=0} = \dfrac{E}{L}$

→ Pour la courbe ❶, $a_1 = \dfrac{E}{L}$

→ Pour la courbe ❶', $a_1' = \dfrac{E}{L'}$

d'après la ***figure-3- de la page 5/5***, $a_1' > a_1$ ⇨ $\dfrac{E}{L'} > \dfrac{E}{L}$ ⇨ $L' < L$

En déduire l'effet du remplacement de b par b' sur l'établissement du courant :
En remplaçant b par b', le courant s'établit plus rapidement car $\tau_1' < \tau_1$.

II°) 1°) Rôle de la diode (d) : Dans cette expérience, au cours de l'ouverture de K la diode n'a pas de rôle. En effet si on élimine cette diode le courant de rupture trouve un circuit fermé dans le quel il circule.

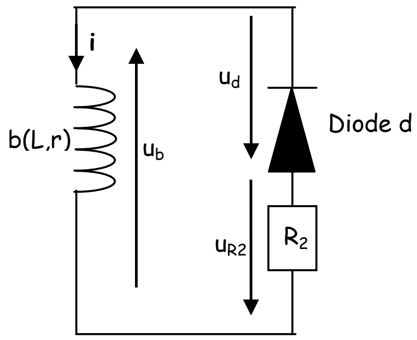
2°) */ Réponse du dipôle (R_2,r,L) à l'ouverture de K : La réponse du dipôle (R_2,r,L) à l'échelon de tension (+E,0) , ouverture de K , est la rupture du courant dans la bobine qui se fait en deux régimes :

*/ Régime transitoire : si t ↑ alors i ↓ exponentiellement à partir de la valeur $\boxed{I_0 = \dfrac{E}{(R_0+r)}}$

*/ Régime permanant : si t ↑ alors i = constante = 0

*/ Justification du retard de la rupture :

Création d'un courant induit dans la bobine qui s'oppose à l'annulation du courant (phénomène d'auto-induction). En régime permanant, le courant induit disparait, et l'intensité du courant prend la valeur i = 0.



3°) Equation différentielle de variable $u_{R2}(t)$:

*/ Circuit :

*/ Loi des mailles : $u_{R2} + u_b + u_d = 0$ (Diode passante, équivalente à un interrupteur K fermé , $u_d \approx 0$).

*/ Développement : $R_2 i + L\dfrac{di}{dt} + ri = 0$ ⇨ $L\dfrac{di}{dt} + (R_2+r)\, i = 0$;

$i = \dfrac{u_{R2}}{R_2}$ ⇨ $\dfrac{di}{dt} = \dfrac{1}{R_2}\dfrac{du_{R2}}{dt}$ d'où le résultat: $\boxed{\dfrac{du_{R2}}{dt} + \dfrac{(R_2+r)}{L} u_{R2} = 0}$

4°) Vérifions que $u_{R2}(t) = \dfrac{R_2E}{(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}t]$ est une solution de l'équation différentielle :

Calculons $\dfrac{du_{R2}}{dt} = -\dfrac{R_2E(R_2+r)}{L(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}t]$

Dans l'équation différentielle : $-\dfrac{R_2E(R_2+r)}{L(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}t] + \dfrac{(R_2+r)}{L}\dfrac{R_2E}{(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}t] = 0$.

Ce qu'il faut prouver.

5°) A l'instant de date $t = \tau_2$, la tension $u_{R2}(\tau_2)$ = 14,76 V.

*/ Calculer R_2 : $u_{R2}(t) = \dfrac{R_2E}{(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}t]$,

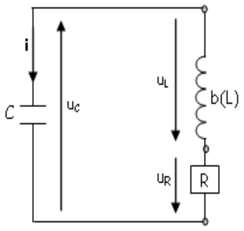
à $t = \tau_2$, $u_{R2}(\tau_2) = \dfrac{R_2E}{(R_1+r)} \exp[-\dfrac{(R_2+r)}{L}\tau_2] = \dfrac{R_2E}{(R_1+r)}\exp(-1)$ d'où : $\boxed{R_2 = \dfrac{u_{R2}(R_1+r)}{E\exp(-1)}}$ A.N : R_2 = 512,5 Ω.

*/ déduire τ_2 : $\boxed{\tau_2 = \dfrac{L}{(R_2 + r)}}$ A.N : $\tau_2 = 4.10^{-3}$s.

EXERCICE N°3 : (4 points)

1°) Nature des oscillations : Les oscillations obtenues sont libres (le circuit ne contient pas un générateur) et amorties (le circuit contient un résistor).

2°) Equation différentielle de variable $u_C(t)$:



*/ Circuit :

*/ Loi des mailles : $u_R + u_L + u_C = 0 \Rightarrow Ri + L\dfrac{di}{dt} + u_C = 0$ or $i = \dfrac{dq}{dt}$ et $q = C\,u$;

$i = \dfrac{dq}{dt} = C\dfrac{du_C}{dt}$ et $\dfrac{di}{dt} = C\dfrac{d^2u_C}{dt^2}$.

La loi des mailles donne : $RC\dfrac{du_C}{dt} + LC\dfrac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$; d'où l'équation différentielle :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \quad .$$

3°) a) Expression de l'énergie totale de l'oscillateur en fonction de C, L, u_C et $\dfrac{du_C}{dt}$:

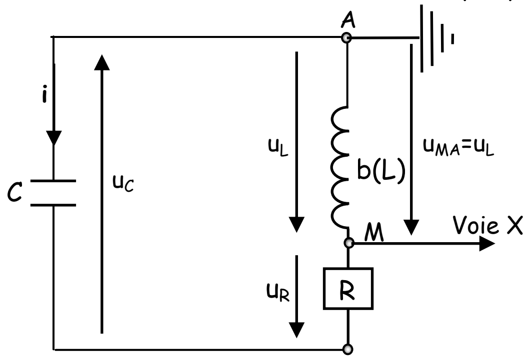
$$E = E_C + E_L = \frac{1}{2}C u_C^2 + \frac{1}{2}L i^2 = \frac{1}{2}C u_C^2 + \frac{1}{2}L C^2 \left[\frac{du_C}{dt}\right]^2.$$

b) Montrons que cette énergie diminue au cours du temps :

Calculons $\dfrac{dE}{dt} = \dfrac{d}{dt}\left[\dfrac{1}{2}C u_C^2\right] + \dfrac{d}{dt}\left[\dfrac{1}{2}LC^2\left[\dfrac{du_C}{dt}\right]^2\right] = C\dfrac{du_C}{dt}\left[u_C + LC\dfrac{d^2u_C}{dt^2}\right]$;

Or d'après la loi des mailles $u_C + LC\dfrac{d^2u_C}{dt^2} = -RC\dfrac{du_C}{dt}$; et par suite $\dfrac{dE}{dt} = -RC^2\left[\dfrac{du_C}{dt}\right]^2 < 0$, donc E diminue au cours du temps.

4°) **a)** Donner le branchement de l'oscilloscope permettant d'observer l'oscillogramme $u_b(t)$:



b) Quelle est la nature du régime d'oscillations obtenu :

*/ Régime pseudopériodique

*/ Justifier : La tension u_b change de signe et son amplitude diminue au cours du temps

c) */Détermination de C : $\boxed{C = \dfrac{I_0\, t}{u_C}}$

Loi des mailles : $u_R + u_L + u_C = 0$, valable $\forall$ t,

en particulier à t=0, i=0 et $u_L + u_C = 0$ donc $u_C = -u_L = -(-4\times10) = 40$V. d'où $C = 50.10^{-6}$ F.

*/ En déduire la valeur de L : On a $T = 2 \times 10$ ms $= 20.10^{-3}$ s, d'après $T \approx 2\pi\sqrt{LC}$ on trouve

$\boxed{L = \dfrac{T^2}{4\pi^2 C}}$ A.N : L = 0,2 H.

5°) A l' instant de date t_1 = 40 ms, montrer que l'énergie totale de l'oscillateur est purement électrostatique. Calculer sa valeur :

A t_1 = 40 ms = 2T, i=0 donc $E_m = 0$ et par suite $E = E_C = \dfrac{1}{2}C u_C^2$

A t_1 = 40 ms, $u_C = -u_b = 12$ V donc $E = 3{,}6.10^{-3}$J