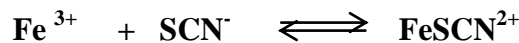


Lycée secondaire Houmt-Souk 2 Lycée secondaire Sidi zekri Djerba	Devoir de contrôle n°2	Année scolaire : 2013 /2014
		Section : 4 ^{ème} Sc
	Sciences physiques	Durée : 2 heures

Chimie (9 points)

Exercice n° 1 (4,75 points)

A température constante, on mélange un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de chlorure de fer (III) ($\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^-$) de concentration molaire $C_1 = 18.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ avec un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de thiocyanate de potassium ($\text{K}^+ + \text{SCN}^-$) de concentration molaire $C_2 = 18.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
Le mélange prend une couleur rouge sang due à la formation d'ions FeSCN^{2+} .
L'équation de la réaction chimique qui a lieu est :



Lorsque l'équilibre chimique est atteint la concentration molaire de FeSCN^{2+} est $[\text{FeSCN}^{2+}] = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

- 1°) a- Déterminer la quantité de matière initiale de chaque réactif.
b- Dresser le tableau descriptif de l'évolution de cette réaction.
- 2°) a- Montrer que la valeur de l'avancement final de cette réaction $x_f = 8.10^{-3} \text{ mol}$.
b- En déduire la composition du mélange à l'équilibre.
- 3°) Calculer la constante d'équilibre K relative à cette réaction.
- 4°) Le mélange précédent, étant en équilibre, on lui ajoute d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$) solide qui se dissout entièrement. On admettra qu'il n'y a pas de variation de volume et les ions OH^- ne réagissent qu'avec les ions Fe^{3+} .
Préciser si l'intensité de la couleur rouge sang augmente, diminue ou reste inchangée ?
- 5°) Si on augmente la température du mélange réactionnel, on constate que la coloration rouge sang devient plus claire. Préciser le caractère énergétique de la réaction étudiée.

Exercice 2 (4,25 points)

On considère le tableau suivant :

Couple acide-base	$\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-$	$\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$	HI / I^-	$\text{HCO}_2\text{H} / \text{HCO}_2^-$
pKa	3,3	-1,74	-10	3,75

- 1°) a- Classer les acides des couples précédents par ordre de force croissante.
b- Comparer alors les forces des deux bases NO_2^- et HCO_2^- .
- 2°) a- Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation d'un acide faible AH dans l'eau.
b- Déduire l'expression de la constante d'équilibre de cet acide AH.
c- Montrer que, pour le couple de référence le $\text{pK}_a = -1,74$. On donne $[\text{H}_2\text{O}] = 55,5 \text{ mol.L}^{-1}$
- 3°) On prépare une solution aqueuse S_1 d'acide méthanoïque HCO_2H .
a- Ecrire l'équation d'ionisation de cet acide dans l'eau.
b- Donner l'expression de la constante d'acidité k_a de l'acide méthanoïque HCO_2H .
c- Sachant qu'à l'équilibre on a: $[\text{HCO}_2\text{H}] = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et que $[\text{HCO}_2^-] = 3,510^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Déterminer le pH de cette solution.

4°) A la solution S_1 on ajoute une quantité de la base NO_2^- .

a- Ecrire l'équation de la réaction.

b- On appliquant la loi d'action de masse, exprimer la constante d'équilibre K de cette réaction.

Déduire que $K = 0,35$

c- Comparer, alors les forces deux bases.

Physique (11 points)

Exercice N°1 (4,5 points)

On étudie les oscillations libres d'un circuit formé à partir d'un condensateur de capacité C préalablement chargé branché aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

1°) Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur traduisant les variations de la charge q du condensateur au cours du temps.

2°) a- Exprimer l'énergie électromagnétique E emmagasinée par l'oscillateur en fonction de q et i .

b- Déduire que l'oscillateur est non amorti.

3°) a- Exprimer l'énergie électrique E_C emmagasinée dans le condensateur à un instant t en fonction de u_C .

b- On donne, sur ci-contre, les représentations de E et de E_C en fonction de u_C . Justifier que la courbe 1

correspond à celle de E .

4°) a- Déterminer graphiquement la valeur de tension maximale de u_C .

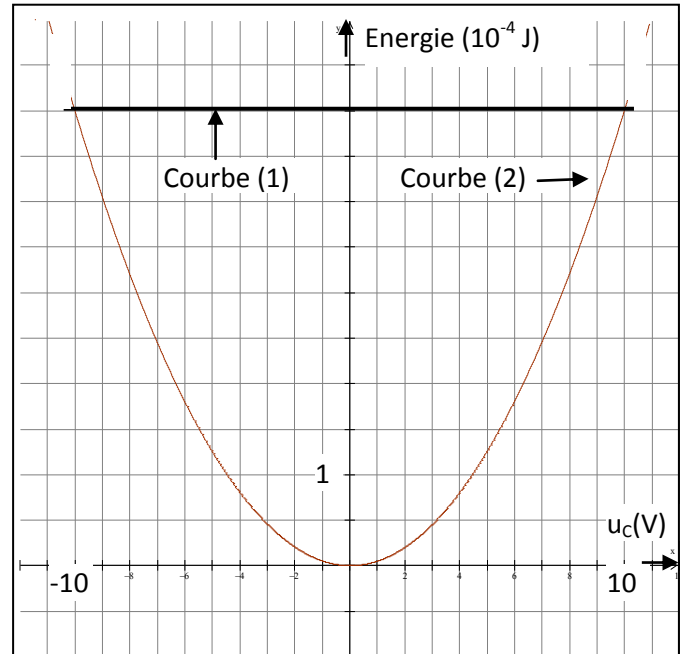
b- Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

c- Déterminer la valeur de la période propre de l'oscillateur. On donne $L = 1 \text{ H}$.

5°) Déterminer l'expression de u_C sachant que l'origine des dates l'instant $t = 0 \text{ s}$ est pris à l'instant où le condensateur est complètement chargé.

6°) Déterminer l'énergie magnétique de l'oscillateur pour $u_C = 9 \text{ V}$.

7°) Représenter, sur la figure 2 de l'annexe la représentation $E_L = f(u_C)$.



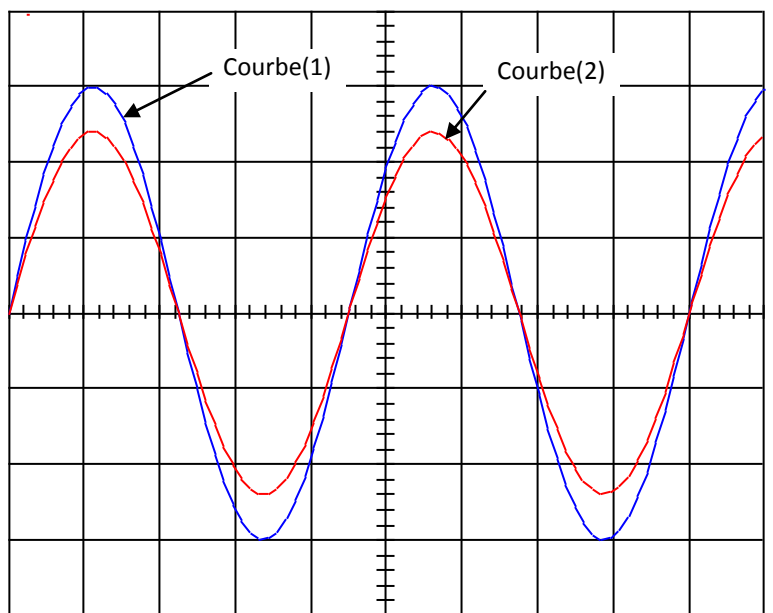
Exercice N2 (6,5 points)

On réalise un oscillateur électrique comportant en série :

- ❖ Un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de fréquence réglable $u(t) = U_{\max} \sin 2\pi Nt$;
- ❖ Un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$;
- ❖ Une bobine d'inductance L et de résistance interne r ;
- ❖ Un résistor de résistance $R = 80 \Omega$.

Partie I

1°) Faire, sur le schéma de la figure 1 de l'annexe, le branchement convenable de l'oscilloscope à fin de visualiser la tension $u(t)$ sur la voie A et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor sur la voie B.



2°) Pour une valeur N_1 de la fréquence de la tension $u(t)$, on obtient les oscillogrammes ci-contre :

- La sensibilité verticale est la même pour les deux voies :
- Le balayage horizontal est : 1ms.div^{-1} .
- a- Justifier que :
 - ❖ Le circuit est en état de résonance d'intensité ;
 - ❖ la courbe (2) correspond à $u_R(t)$.
- b- Déterminer la valeur de :
 - ❖ I_{max} de l'intensité de courant. On donne $U_{R\text{max}} = 12\text{ V}$.
 - ❖ la fréquence N_1 .
 - ❖ U_{max} la tension $u(t)$.
- c- Dédurre l'expression de $u(t)$.
- d- Montrer que $r = R\left(\frac{U_{\text{max}}}{U_{R\text{max}}} - 1\right)$ et calculer sa valeur.
- e- Montrer que le facteur de qualité relatif au circuit $Q \approx 1,43$. Nommer le phénomène qui a lieu à cette fréquence.
- f- Dédurre la valeur de $U_{C\text{max}}$.

Partie II

1°) En faisant baisser, à partir de la valeur N_1 , la fréquence du générateur, On constate que pour une fréquence $N_2 = 192\text{ Hz}$, un voltmètre branché aux bornes du condensateur indique une valeur maximale $U_C = 16\text{ V}$.

- a- Nommer le phénomène qui se produit dans le circuit à cette fréquence
- b- Justifier que le circuit est capacitif.

2°) On donne, à la fréquence N_2 , sur la figure 3 de l'annexe la construction de Fresnel incomplète relatif à l'équation différentielle.

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

- a-
 - Le vecteur \overrightarrow{OA} représente $(R+r)i$, que représente le vecteur \overrightarrow{BC} ?
 - Compléter la construction de Fresnel.
- b- Dédurre la valeur de l'inductance L de la bobine.

Annexe

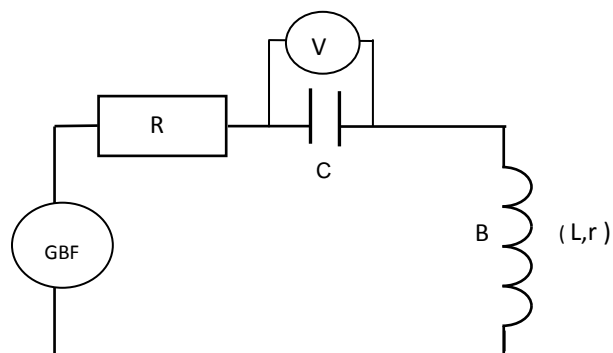
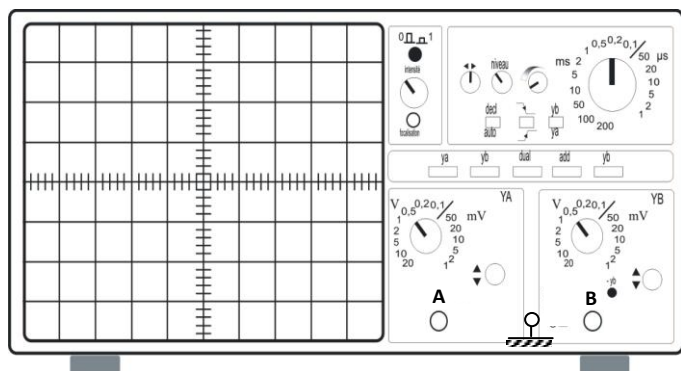


Fig-1

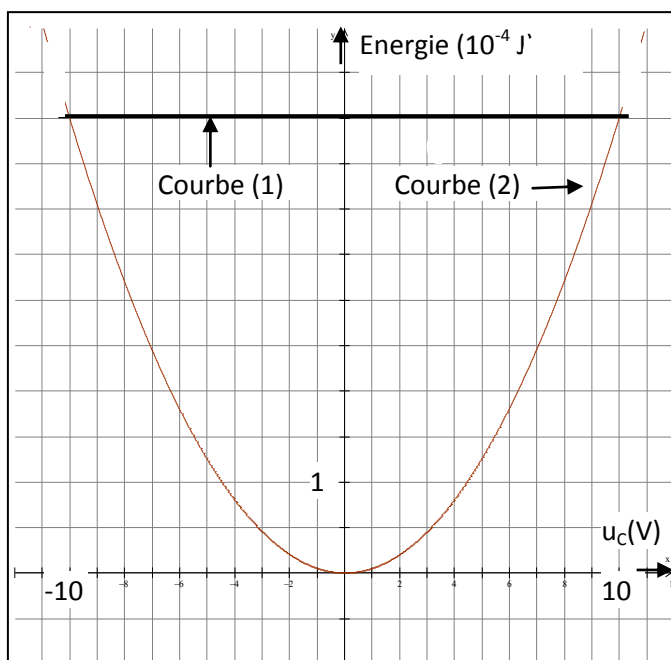


Fig-2

Echelle : 1 cm \longrightarrow 2 V



Fig-3

Corrigé du devoir de contrôle N° 2
Année scolaire 13- 14

Chimie

Exercice N°1 (4,75 pts)

1°) a- Déterminons la quantité de matière initiale de chaque réactif.

$$n_1 = n_2 = n_0 = C_1 \cdot V_1 = 1810^{-2} \cdot 510^{-2} = 90 \cdot 10^{-4} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol. (0,75pt)}$$

b- Dressons le tableau descriptif de l'évolution de cette réaction.

Etat du système	Avancement	$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$		
Initial	0	n_0	n_0	0
Intermédiaire	x	$n = n_0 - x$	$n = n_0 - x$	x
Final	x_f	$n_f = n_0 - x_f$	$n_f = n_0 - x_f$	x_f

(0,5pt)

2°) a- Montrons que la valeur de l'avancement final de cette réaction $x_f = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

$$x_f = n_f(\text{FeSCN}^{2+}) = [\text{FeSCN}^{2+}] \cdot (V_1 + V_2) = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol (0,5pt)}$$

b- Déduisons la composition du mélange à l'équilibre.

$$n_f(\text{Fe}^{3+}) = n_f(\text{SCN}^-) = n_0 - x_f = 10^{-3} \text{ mol. ; } n_f(\text{FeSCN}^{2+}) = x_f = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol (0,75pt)}$$

3°) Calculons la constante d'équilibre K relative à cette réaction.

$$K = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{eq}}}{[\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}} [\text{SCN}^-]_{\text{eq}}} = \frac{\frac{x_f}{V}}{\left(\frac{n_0 - x_f}{V}\right)^2} = V \frac{x_f}{(n_0 - x_f)^2} = \frac{0,1 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{10^{-6}} = 800 \text{ (0,75pt)}$$

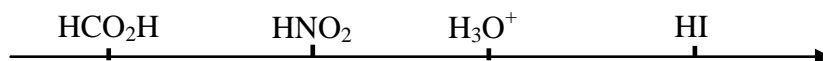
4°) Les ions OH^- précipitent avec les ions Fe^{3+} pour former $\text{Fe}(\text{OH})_3$ alors la concentration molaire des ions Fe^{3+} diminue. D'après la loi de modération, toute diminution de la concentration des ions Fe^{3+} déplace l'équilibre dans le sens qui a tendance à augmenter cette concentration. C'est-à-dire le sens inverse d'où la couleur rouge sang diminue. (0,75pt)

5°) Précisons le caractère énergétique de la réaction étudiée.

A la suite de l'augmentation de la température du mélange réactionnel, la coloration rouge sang devient plus claire alors l'équilibre est déplacé dans le sens inverse. D'après la loi de modération, une augmentation de la température à pression constante favorise le sens endothermique donc le sens inverse est endothermique. D'où la réaction étudiée est exothermique. (0,75pt)

Exercice N°2 (4,25 pts)

1°) a- Classons les acides des couples précédents par ordre de force croissante. Plus l'acide est fort plus son pKa est faible.



Ordre de force croissante des acides

(0,5pt)

b- Comparons alors les forces des deux bases NO_2^- et HCO_2^- .

Plus l'acide est fort plus sa base conjuguée est faible.

HNO_2 est plus fort que HCOOH alors NO_2^- est plus faible que HCOO^- . (0,5pt)

2°) a- Ecrivons l'équation de la réaction d'ionisation d'un acide AH dans l'eau.



b- Dédudons l'expression de la constante d'équilibre de cet acide AH.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{AH}]} \quad (0,25\text{pt})$$

c- Montrons que, pour le couple de référence le $\text{p}K_a = -1,74$. On donne $[\text{H}_2\text{O}] = 55,5 \text{ mol.L}^{-1}$

$$K_a(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{H}_2\text{O}] = 55,55 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{p}K_a(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = -\log 55,55 = -1,74$$

(0,5pt)

3°) a- Ecrivons l'équation d'ionisation de cet acide dans l'eau.

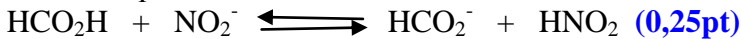


b-
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (0,25\text{pt})$$

c- Déterminons le pH de cette solution.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log \frac{K_a[\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-]} = -\log\left(\frac{10^{-3,75} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{3,5 \cdot 10^{-3}}\right) = 2,39 \quad (0,5\text{pt})$$

4°) a- Ecrivons l'équation de la réaction.



b- Montrons que la valeur de constante d'équilibre $K = 0,35$

$$K = \frac{K_a(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-)}{K_a(\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-)} = 0,35 \quad (0,5\text{pt})$$

c- Comparons alors les forces deux bases.

$K < 1$ alors HCOO^- est plus forte que NO_2^- (0,5pt)

Physique

Exercice N°1 (4,5 pts)

1°) Etablissons l'équation différentielle de l'oscillateur traduisant les variations de la charge q du condensateur au cours du temps.

On applique la loi des mailles au circuit : $u_C + u_L = 0 \Leftrightarrow \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0$

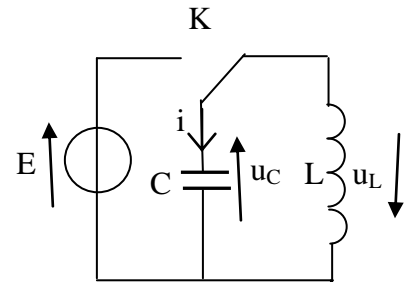
$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow \frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0 \quad \text{on pose } \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \omega_0^2 q = 0 \quad \text{Equation différentielle de l'oscillateur. (0,75pt)}$$

2°) a- Exprimons l'énergie électromagnétique E emmagasinée par l'oscillateur en fonction de q et i .

$$E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} Li^2 \quad (0,25\text{pt})$$

b- Dédudons que l'oscillateur est non amorti.



$\frac{dE}{dt} = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + Li \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \frac{dE}{dt} = i \left(\frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} \right) = 0$ l'oscillateur est libre est non amorti alors l'énergie se conserve or $i \neq 0$ alors $\left(\frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} \right) = 0$ qui représente l'équation différentielle en q de l'oscillateur.

donc $\frac{dE}{dt} = 0 \Leftrightarrow E$ est une constante d'où l'oscillateur est libre et non amorti.

(0,5pt)

3°) a- Exprimons l'énergie électrique E_C emmagasinée dans le condensateur à un instant t en fonction de u_C

$$E_C = \frac{1}{2} C u_C^2 \quad \text{(0,25pt)}$$

b- Justifions que la courbe 1 correspond à celle de E .

E ne varie pas au cours du temps donc elle est représentée par une droite parallèle à l'axe des abscisses.

(0,25pt)

4°) a- Déterminons graphiquement la valeur de tension maximale de u_C .

D'après la courbe $E_C = f(u_C)$, $u_{C_{\max}} = 10 \text{ V}$. **(0,25pt)**

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

$$E_{C_{\max}} = E = \frac{1}{2} C u_{C_{\max}}^2 \Rightarrow C = \frac{2E}{u_{C_{\max}}^2} = \frac{2.5 \cdot 10^{-4}}{100} = 10^{-5} \text{ F} \quad \text{(0,5pt)}$$

c- Déterminons la valeur de la période propre de l'oscillateur.

$$\text{On a } T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10 \cdot 10^{-6}} \approx 20 \cdot 10^{-3} \text{ s.} \quad \text{(0,5pt)}$$

5°) Déterminons l'expression de u_C

u_C est une fonction sinusoïdale de la forme $u_C = U_{C_{\max}} \sin(\omega_0 t + \varphi_{u_C})$

* Déterminons ω_0 .

$$\omega_0 = 2\pi N = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

* Déterminons φ_{u_C}

à $t = 0$ $u_C(0) = U_{C_{\max}} \sin(\varphi_{u_C}) = U_{C_{\max}}$ car à $t = 0$ $q = Q_{\max}$ donc $u_C = U_{C_{\max}}$.

$$\text{alors } \sin(\varphi_{u_C}) = 1 \text{ donc } \varphi_{u_C} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\text{d'où } u_C = 10 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{(0,75pt)}$$

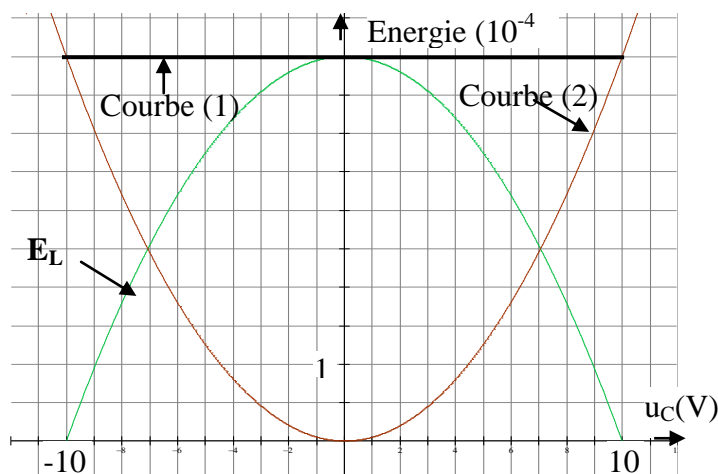
6°) Déterminons l'énergie magnétique de l'oscillateur pour $u_C = 9,5 \text{ V}$.

On a $E = E_C + E_L$ donc $E_L = E - E_C$

D'après la courbe pour $u_C = 9,5 \text{ V}$ $E_C = 4 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ d'où $E_L = 10^{-4} \text{ J}$. **(0,25pt)**

7°) Représentons, sur la figure de l'annexe la représentation $E_L = f(u_C)$.

(0,25pt)

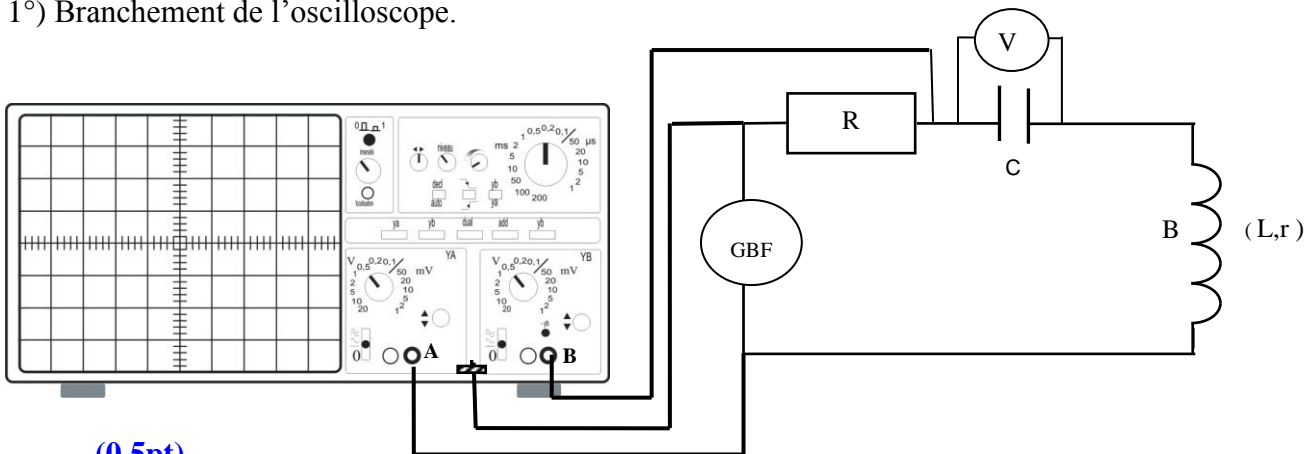


Exercice N°2 (6,5 pts)



Partie I

1°) Branchement de l'oscilloscope.



(0,5pt)

2°) a- * D'après l'oscilloscope $u(t)$ est en phase avec $u_R(t)$ alors l'oscillateur en état de résonance d'intensité.

(0,25pt)

* On a $U_{\max} = Z \cdot I_{\max}$ et $U_{R\max} = R \cdot I_{\max}$ Or $Z > R$ donc $U_{\max} > U_{R\max}$ d'où la courbe (2) correspond $u_R(t)$.

(0,25pt)

b- Déterminer la valeur de :

$$* I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R} = \frac{12}{80} = 0,15 \text{ A } \textbf{(0,5pt)}$$

$$* N_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{n \cdot S_H} = \frac{1}{4,5 \cdot 10^{-3}} \approx 222 \text{ Hz } \textbf{(0,5pt)}$$

$$* U_{\max} = n \cdot S_V = 3 \cdot \frac{12}{2,4} = 15 \text{ V } \textbf{(0,5pt)}$$

c- $u(t) = 15 \sin(444\pi t)$ **(0,25pt)**

d- Montrons que $r = R \left(\frac{U_{\max}}{U_{R\max}} - 1 \right)$ et calculons sa valeur.

$$\text{On a } U_{\max} = (R+r)I_{\max} \text{ et } U_{R\max} = R I_{\max} \text{ donc } \frac{U_{\max}}{U_{R\max}} = 1 + \frac{r}{R} \text{ d'où } r = R \left(\frac{U_{\max}}{U_{R\max}} - 1 \right) = 20 \Omega \textbf{(0,75pt)}$$

e- Montrons que le facteur de qualité relatif au circuit $Q \approx 1,43$.

$$\text{On a } Q = \frac{1}{C(R+r)\omega_0} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 2\pi \cdot 222} = 1,43 > 1 \text{ il se produit alors au niveau du condensateur un}$$

phénomène de surtension. **(0,5pt)**

c- Déduisons alors la valeur de $U_{C\max}$.

$$Q = \frac{U_{C\max}}{U_{\max}} \text{ d'où } U_{C\max} = Q \cdot U_{\max} = 1,43 \cdot 15 = 21,45 \text{ V } \textbf{(0,5pt)}$$

Partie II

1°) a- A la fréquence N_2 , l'amplitude $U_{C\max}$ de la tension u_C prend une valeur maximale alors l'oscillateur est le siège d'une résonance de charge. **(0,25pt)**

b- Justifions que le circuit est capacitif.

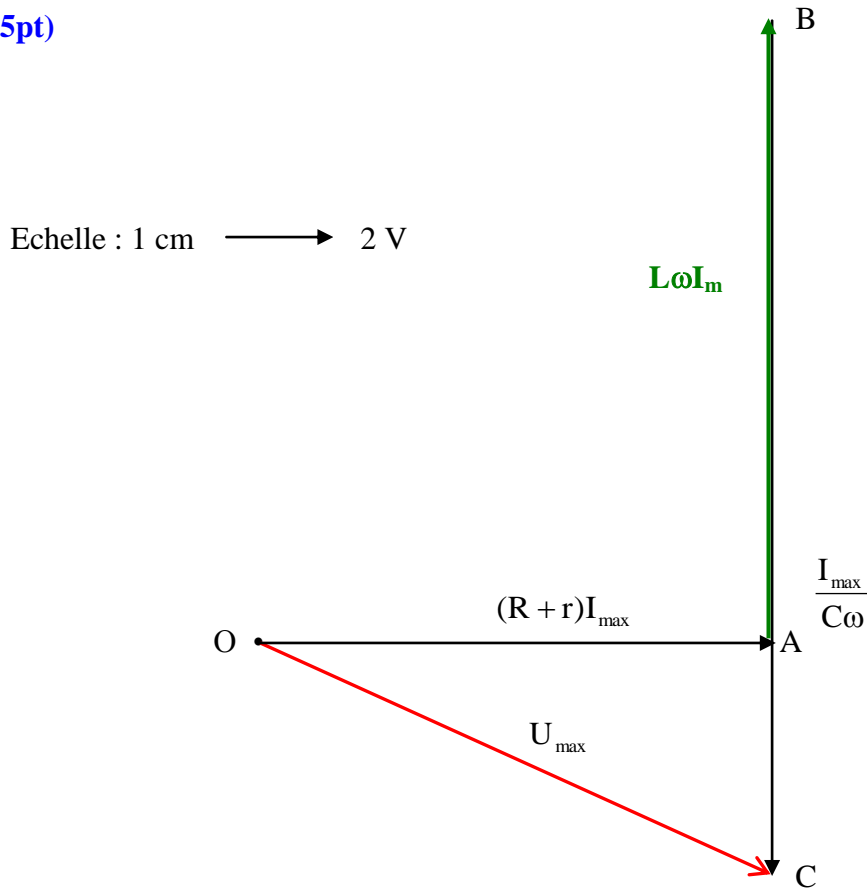
$N_2 < N_1 = N_0$ alors l'oscillateur est capacitif. **(0,25pt)**



a-

- Le vecteur \vec{BC} représente $u_C(t)$ en quadrature retard de phase par rapport à $i(t)$
- Complétons la construction de Fresnel

(0,5pt)



b- Déduisons la valeur de l'inductance L de la bobine.

- Déterminons I_{\max} .

$$U_C = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}C\omega} \Leftrightarrow I_{\max} = U_C \cdot \sqrt{2}C\omega = 16\sqrt{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2\pi \cdot 192 = 0.136 \text{ A}$$

- Déterminons L .

$L\omega I_{\max}$ est représenté par 8,2 cm donc $L\omega I_{\max} = 16,4 \text{ V}$ d'où $L = \frac{16,4}{2\pi \cdot 192 \cdot 0,136} \approx 0,1 \text{ H}$

(0,1pt)