Profs :Seddik & Tobji	Devoir de contrôle n°2 Sciences physiques	Année scolaire : 2011/2012 Section : $4^{ème}$ **Sc.Exp.** Durée : **2 heures**

CHIMIE (9 points)

Exercice n°1 (4 points)

On considère la réaction chimique modélisée par l'équation suivante :

$$N_2O_4\,(g) \underset{❷}{\overset{❶}{\rightleftarrows}} 2\,NO_2\,(g)$$

Dans une enceinte de volume V on introduit, à température θ_1 = 60°C, 0,4 mole de tétraoxyde de diazote N_2O_4. Lorsque l'équilibre chimique s'établit, le nombre finale de N_2O_4 est $n_{1f} = 2,5.10^{-2}$ mole.

1°) a- Déterminer, à la température θ_1, le nombre de mole de dioxyde d'azote à l'équilibre chimique.

b- Déterminer le taux d'avancement final de la réaction.

2°) A partir de l'état d'équilibre, on amène le mélange à une température θ_2 = 25°C. On constate que la couleur du mélange devient plus claire.

a- Justifier que l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens ❷.

b- En déduire le caractère énergétique de la réaction de dissociation de N_2O_4

(On rappelle que N_2O_4 est incolore ; NO_2 est jaune brun).

3°) Le système étant en équilibre à la température θ_2.

Préciser l'effet d'une diminution de la pression sur:

a- la couleur du mélange ;

b- la valeur de la constante d'équilibre K.

Exercice n°2 (5 points)

Toute les solutions sont prises à la température θ = 25 °C.
On considère la réaction acide-base modélisée par l'équation :

$$H_3PO_4 \;+\; HCOO^- \rightleftarrows H_2PO_4^- \;+\; HCOOH$$

1°) Le pKa_1 de l'acide H_3PO_4 est $pKa_1 = 2,16$. En déduire si l'acide H_3PO_4 est fort ou faible.

2°) a- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide H_3PO_4 avec l'eau.

b- En déduire l'expression de la constante d'acidité Ka_1.

3°) a- Donner l'expression de la constante de basicité Kb_2 de la base $HCOO^-$.

b- Justifier que la base $HCOO^-$ est faible. On donne $pKb_2 = 10,24$.

c- Justifier que l'acide H_3PO_4 est plus fort que HCOOH.

4°) a- Exprimer la constante d'équilibre K relative à l'équation de la réaction entre l'acide (1) et la base (2) en fonction de Ka_1, Kb_2 et Ke. On rappelle que le produit ionique de l'eau $Ke = [\,H_3O^+].[\,OH^-]$.

b- Vérifier que K = 39,8. On donne Ke = = 10^{-14}.

c- Montrer que la valeur de K est en accord avec la réponse de 3°) c-.

5°) Au cours d'une expérience, on mélange $n_1 = 10^{-2}$ mol de H_3PO_4, $n_2 = 10^{-2}$ mol de $HCOO^-$,

$n_3 = 10^{-1}$ mol de $H_2PO_4^-$ et $n_4 = 10^{-1}$ mol de HCOOH.

a- Montrer que le système formé ne peut pas être en état d'équilibre.

b- Déterminer alors sa composition à l'état d'équilibre.

PHYSIQUE (11 points)

<u>Exercice n°1</u> (3,5 points)

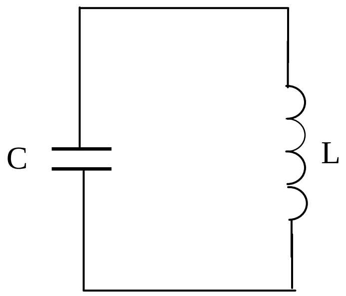


Figure 1

Un condensateur de capacité C = 20 µF, préalablement chargé est relié, à l'instant de date t = 0 s, aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. (figure 1)

1°) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur.

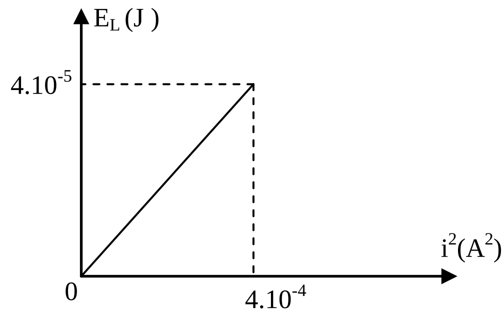
2°) On donne la courbe de variation de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en fonction du carré de l'intensité de courant $E_L = f(i^2)$. (figure 2).

a- Rappeler l'expression de l'énergie magnétique E_L.

b- Déterminer la valeur de I_m.

c- Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine. En déduire la valeur de la pulsation propre ω_0.

figure 2



3°) Déterminer l'expression de q(t).

4°) a- Exprimer l'énergie électrique E_C en fonction de l'énergie électromagnétique E, L et i.

b- En déduire l'expression $E_C = \frac{1}{2C}\left(Q_m^2 - \frac{i^2}{\omega_0^2}\right)$.

c- Calculer l'intensité **i** pour $E_C = 3\,E_L$.

<u>Exercice n°2</u> (7,5 points)

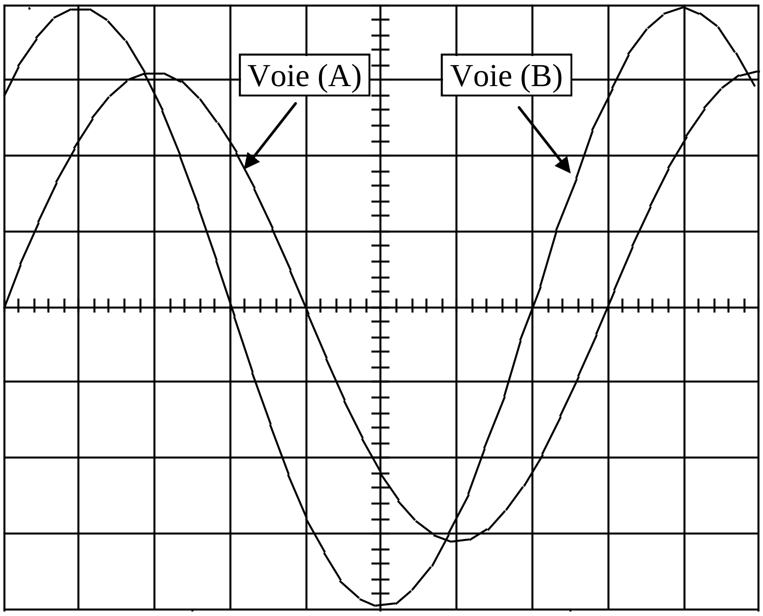
On dispose du matériel suivant :

- Un générateur basse fréquence (G) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m.\sin(2\pi Nt)$;
- Un résistor de résistance R = 90 Ω;
- Une bobine (B) d'inductance L et de résistance interne r ;
- Un condensateur de capacité $C = 10^{-6}$ F ;
- Un oscilloscope bicourbe ;
- Un voltmètre branché aux bornes du condensateur.
- Des fils de connexion.

On réalise le circuit comportant, en série, le générateur (G), le résistor (R), le condensateur (C) et la bobine (B).

On branche l'oscilloscope pour visualiser la tension u(t) sur la voie (A) et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor sur la voie (B).

Pour une valeur N_1 = 800 Hz de la fréquence N de la tension excitatrice, on obtient l'oscillogramme suivant :



Sensibilités verticales
Voie (A) : **2 V/Div**
Voie (B) : **1V/Div**

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

2°) Déterminer à partir de l'oscillogramme :

a- La valeur maximale U_m de la tension excitatrice.
b- La valeur maximale I_m de l'intensité du courant.
c- La phase initiale φ_i de l'intensité i(t) du courant. Préciser si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.

3°) On donne sur l'annexe (à remettre avec la copie) deux figures (fig (a) et fig (b)) représentant deux constructions de Fresnel incomplètes et relatives à l'équation différentielle de l'oscillateur pour la même fréquence N_1 :

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

a- Dans cette représentation le vecteur $\overrightarrow{OB}$ représente (R + r)i. Que représente le vecteur $\overrightarrow{OA}$?
b- • Préciser, parmi les figures (a) et (b), celle qui correspond à l'état du circuit pour la même fréquence N_1 = 800Hz.
• Compléter, en respectant l'ordre dans l'équation différentielle, la construction de Fresnel choisie à l'échelle indiquée.
c- Déduire les valeurs de L = 2.10^{-2} H et de r = 10 Ω .

4°) a- Pour atteindre la résonance d'intensité, doit-on augmenter ou diminuer la valeur de la fréquence N ?
b- Déterminer la puissance moyenne P absorbée par l'oscillateur à la résonance d'intensité.

5°) a- En faisant varier la fréquence N, on constate que la valeur la plus élevée indiquée par le voltmètre est U_c = 7 V pour une fréquence N_2 = 976 Hz. Nommer le phénomène qui se produit dans le circuit à cette fréquence.

b- Déterminer N_0 et retrouver la valeur de l'inductance L. On donne : $N_2 = \sqrt{N_0^2 - \frac{R_T^2}{8\pi^2L^2}}$.

c- Donner l'allure de la courbe U_c = f(N).

Bon courage

ANNEXE

Nom et prénom : ………………. Classe :……………………….

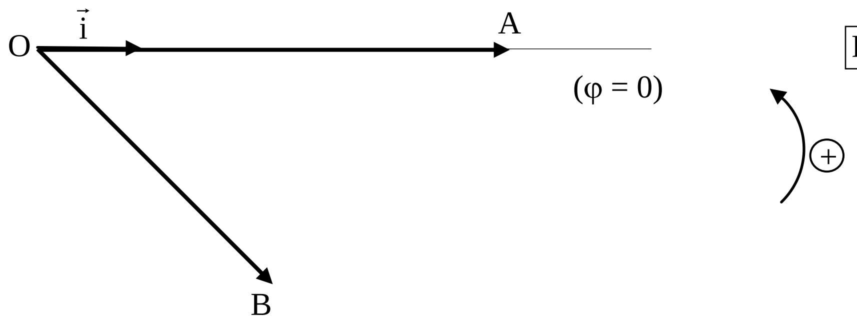


Figure (a)

Echelle : 1 cm représente 1 V.

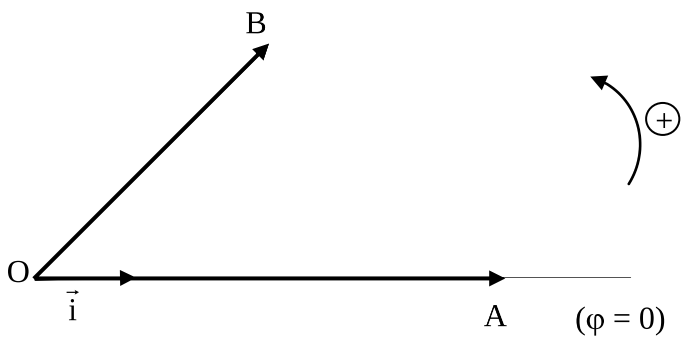


Figure (b)

Corrigé du devoir de contrôle N° 2
Année scolaire 11- 12

Chimie

Exercice N°1 (4 pt)

1°) a- Déterminons, à la température θ_1, la composition du mélange à l'équilibre chimique.
D'après le tableau descriptif d'évolution du système, on peut déduire :
$n_f(N_2O_4) = (0,4- x_f) = 2,5.10^{-2}$ mol. $\Rightarrow x_f = 37,5.10^{-2}$ mol d'où $n_f(NO_2) = 2x_f = 0,75$ mol. **(0,75pt)**

b- Déterminons le taux d'avancement final de la réaction.
N_2O_4 est le seul réactif. Si la réaction est totale, $n_f(N_2O_4) = (0,4- x_{max}) = 0$ mol donc $x_{max} = 0,4$ mol.

D'où $\tau_{f1} = \dfrac{x_f}{X_{max}} = 0,937$ **(0,5pt)**

2°) a- Justifiions que l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens ❷.
Suite à l'abaissement de la température, la couleur du mélange devient plus claire alors la concentration molaire de N_2O_4 a augmenté et celle de NO_2 a diminué. D'où l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens inverse. **(0,5pt)**

b- Déduisons le caractère énergétique de la réaction de dissociation de N_2O_4.
Suite à l'abaissement de la température l'équilibre est déplacé spontanément dans le sens inverse.
D'après la loi de modération, un abaissement de la température à pression constante favorise le sens exothermique donc le sens inverse est endothermique alors que le sens direct (dissociation de N_2O_4) est endothermique.**(0,75pt)**

3°) a- Précisons l'effet d'une diminution de la pression sur la couleur du mélange.
D'après la loi de modération, une diminution de la pression à température constante déplace l'équilibre dans le sens qui fait augmenter le nombre de moles total de gaz qui est le sens direct. Donc la concentration molaire de NO_2 augmente. D'où la couleur du mélange devient plus intense lorsque le nouvel état d'équilibre est atteint. **(0,75pt)**

b- Précisons l'effet d'une diminution de la pression sur la valeur de la constante d'équilibre.
La valeur de la constante d'équilibre n'est la sensible à la variation de la pression car elle dépend que la température. **(0,75pt)**

Exercice N°2 (5 pt)

1°) Déduisons que si l'acide H_3PO_4 est fort ou faible.
$-1,74 < pKa_1 (H_3PO_4/ H_2PO_4^-) = 2,16 < 15,74$ alors H_3PO_4 est un acide faible. **(0,25pt)**

2°) a- Ecrivons l'équation de la réaction de l'acide HNO_2 avec l'eau.

$$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_4^-$$ **(0,25pt)**

b- Déduisons l'expression de la constante d'acidité Ka_1.

$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}$$ **(0,25pt)**

3°) a- Donnons l'expression de la constante de basicité Kb_2 de la base $HCOO^-$.

$$K_{b2} = \frac{[OH^-][HO_2H]}{[HCO_2^-]}$$ **(0,25pt)**

b- Justifions que la base $HCOO^-$ est faible.
$-1,7 < pKb_2(HCO_2H/ HCO_2^-) = 10,24 < 15,74$ alors HCO_2^- est une base faible. **(0,25pt)**

c- Justifiions que l'acide H_3PO_4 est plus fort que HCOOH.
$pKa_2 = pKe - pKb_2$. **A.N** pKa_2 **= 14 -** 10,24 **= 3,76** > pKa_1 = 2,16 alors HCOOH est plus faible

que H_3PO_4. **(0,75pt)**

4°) Exprimons la constante d'équilibre K.

$$H_3PO_4 \ + \ HCOO^- \rightleftarrows H_2PO_4^- \ + \ HCOOH$$

(0,5pt) $$K = \frac{[H_2PO_4^-][HCOOH]}{[H_3PO_4][HCOO^-]} = \frac{Ka_1 . K_{b_2}}{Ke}$$ **(0,5pt)**

$$b- \ AN: K = \frac{10^{-2,16} . 10^{-10,24}}{10^{14}} = 10^{1,6} \approx 39,8$$

c- Montrons que la valeur de K est en accord avec la réponse 3°) c.

K > 1, l'acide H_3PO_4 est plus fort que HCO_2H ce qui est en accord avec la réponse 3°) c. **(0,5pt)**

5°) a- Montrons que le système formé ne peut pas être en état d'équilibre.

$\pi = \dfrac{[H_3PO_4^-][HCOOH]}{[H_3PO_4][HCOO^-]} = \dfrac{10^{-1}.10^{-1}}{10^{-2}.10^{-2}} = 10^2 \neq k$ le système ne peut pas se maintenir en état d'équilibre.
(0,5pt)

b- Déterminons alors sa composition à l'état d'équilibre.

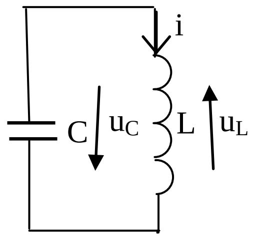
On a $\pi > k$ alors le système évolue spontanément dans le sens inverse. Alors on peut écrire :

$K = \dfrac{(10^{-1} - x_f)^2}{(10^{-2} + x_f)^2} = 39,8 \iff \sqrt{K} = 6,3 = \dfrac{(10^{-1} - x_f)}{(10^{-2} + x_f)}$ car $(10^{-1} - x_f) > 0$ la réaction est limitée.

Donc $x_f = 0,5.10^{-2}$ mol. D'où la composition $n_f(H_3PO_4) = n_f(HCOO^-) = 9,5.10^{-2}$ mol et $n_f(H_2PO_4^-) = n_f(HCOOH) = 1,5.10^{-2}$ mol. **(1pt)**

PHYSIQUE (11 points)

<u>Exercice n°1</u> **(3,5 pt)**



1°) Ecrivons l'équation différentielle vérifiée par la charge q

On applique la loi des mailles au circuit : $u_C + u_L = 0 \iff u_C + L\dfrac{di}{dt} = 0$

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

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

2°) a- Rappelons l'expression de l'énergie magnétique E_L.

$E_L = \dfrac{1}{2}Li^2$ **(0,25pt)**

b- Déterminons la valeur de I_{max}.

D'après la courbe, $I_m^2 = 4.10^{-4}\,A^2 \iff I_m = 2.10^{-2}\,A$. **(0,25pt)**

c- Déterminons la valeur de l'inductance L de la bobine et déduisons la valeur de la pulsation propre ω_0.

$E_{L\max} = \dfrac{1}{2}LI_m^2 \iff L = \dfrac{2E_{L\max}}{I_m^2}$ AN: $L = 0,2\,H$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{0,2.20.10^{-6}}} = 500\,rad.s^{-1}$. **(0,75pt)**

3°) a- Donnons l' expressions de q(t).

La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme $q(t) = Q_m\sin(\omega_0 t + \varphi_q)$.

- $Q_m = \dfrac{I_m}{\omega_0} = 4.10^{-5}C$;

- A t = 0 s $q = Q_m\sin(\varphi_q) = Q_m \Leftrightarrow \sin(\varphi_q) = 1 \Leftrightarrow \varphi_q = \frac{\pi}{2}$ rad

$q(t) = 4.10^{-5}\sin(500t + \frac{\pi}{2})$ **(0,5pt)**

4°) a- Exprimons l'énergie électrique E_C en fonction de l'énergie électromagnétique E, L et i.

$E_C = E - E_L = E - \frac{1}{2}Li^2$ **(0,25pt)**

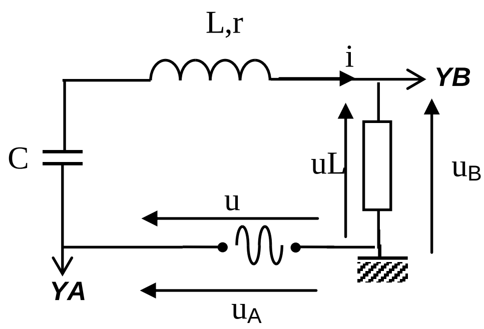
b- Déduire l'expression $E_C = \frac{1}{2C}(Q_m^2 - \frac{i^2}{\omega_0^2})$.

On a $E_C = \frac{1}{2C}Q_m^2 - \frac{1}{2}Li^2 \Leftrightarrow E = \frac{1}{2C}(Q_m^2 - LCi^2)$ d'où $E_C = \frac{1}{2C}(Q_m^2 - \frac{i^2}{\omega_0^2})$ **(0,25pt)**

c- Calculons i pour $E_C = 3\,E_L$.

$E_C = \frac{1}{2C}(Q_m^2 - \frac{i^2}{\omega_0^2}) = 3.\frac{1}{2}Li^2 \Leftrightarrow Q_m^2 = \frac{4}{\omega_0^2}i^2$ d'où $i = \pm\frac{I_m^2}{4} = \pm 10^{-2}A$ **(0,5pt)**

Exercice n°2 **(7,5 pt)**



1°) Faisons le schéma du circuit en précisons le branchement de l'oscilloscope. **(0,25pt)**

2°) Déterminons à partir de l'oscillogramme :

a- $U_m = n.S_v = 3{,}1.2 = 6{,}2$ V **(0,25pt)**

b- $U_{Rm} = n.S_v = R.I_m$ d'où

$I_m = \frac{U_{Em}}{R} = \frac{4}{90} = 4{,}4.10^{-2}$ A **(0,5pt)**

c- $|\Delta\varphi| = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{8} = \frac{\pi}{4}$ rad la tension u(t) est en retard de phase par rapport à u_R(t).

Alors $\Delta\varphi = \varphi u - \varphi u_R = \varphi u - \varphi u_i = -\frac{\pi}{4}$ rad or $\varphi u = 0$ d'où $\varphi u_i = \frac{\pi}{4}$ rad.

$\Delta\varphi = \varphi u - \varphi u_R < 0$ alors le circuit est capacitif. **(0,75pt)**

3°) a- Le vecteur $\overrightarrow{OA}$ représente la tension u(t) car $\varphi u = 0$ rad. **(0,25pt)**

b- • Précisons, parmi les figures (a) et (b), celle qui correspond à l'état du circuit pour la même fréquence N_1 = 800Hz.

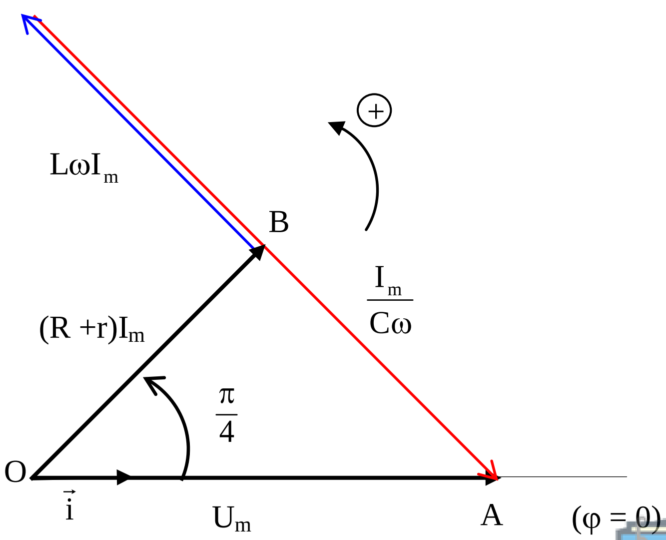
Le circuit étant capacitif alors la figure (b) correspond à l'état du circuit. **(0,5pt)**

- Complétons, en respectant l'ordre dans l'équation différentielle, la construction de Fresnel.

Déterminons $U_{cm} = \frac{I_m}{C2\pi N} = 8{,}73\,V$

est représenté par un vecteur $\|\vec{v}\|$ (8,73 cm)

Déduisons alors le vecteur $\vec{v}'$ qui représente la tension u_L de valeur $L\omega I_m$. **(1pt)**



c- Déduisons L et r

U_{Lm} est représenté par un vecteur $\|\vec{v}'\|$ (4,5 cm) alors $L\omega I_m = 4{,}5$ V

$\Leftrightarrow L = \dfrac{4{,}5}{2.\pi.800..4{,}4.10^{-2}}$ AN : $L \approx 2.10^{-2}$ H **(0,5pt)**

$(R+r)I_m$ est représenté par un vecteur $\|\vec{v}''\|$ (4,4 cm) alors $(R+r)I_m = 4{,}4$ V $\Leftrightarrow r = \dfrac{4{,}4}{I_m} - R \approx 10\,\Omega$.**(0,5pt)**

4°) a- Le circuit étant capacitif, $N < N_0$, pour atteindre la résonance d'intensité ($N = N_0$), il faut augmenter la valeur de fréquence. **(0,5pt)**

b- Déterminons la puissance moyenne P absorbée par l'oscillateur à la résonance d'intensité.

A la résonance d'intensité, l'expression de la puissance moyenne P_m = U.I $= \dfrac{U^2}{(R+r)} = \dfrac{U_m^2}{2(R+r)} = \dfrac{6{,}2^2}{2.100} \approx 0{,}19$ w **(0,5pt)**

5°) a- A la fréquence $N = N_2$, U_C atteint une valeur maximale alors il se produit un phénomène de résonance de charge. **(0,5pt)**

b- Déterminons N_0 et Retrouvons la valeur de l'inductance L.

$N_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 1125$ Hz **(0,5pt)**

$N_2^2 = N_0^2 - \dfrac{R_T^2}{8\pi^2 L^2} \Leftrightarrow \dfrac{R_T^2}{8\pi^2 L^2} = N_0^2 - N_2^2 \Leftrightarrow L = \sqrt{\dfrac{R_T^2}{8\pi^2(N_0^2 - N_2^2)}} \approx 2.10^{-2}$ H **(0,5pt)**

c-

(0,5pt)