

LYCEE PILOTE
SFAX

DEVOIR DE CONTROLE

(II)
Matière : SCIENCES PHYSIQUES

Année scolaire : 2013-2014
1^{er} Trimestre

DUREE DATE CLASSES
2^h 23/01/2014 4^{ème} Math

Professeurs : M^{rs} : BENAMOR - CHEFFI - KASSIS - AMMAR - BOUSSARSAR

CHIMIE (7 points)

www.BAC.org.tn
Page BAC-TUNISIE
Tél: 25 361 197 / 53 371 502

Exercice n°1 (2,75 pts)

2417

Dans un récipient de volume V, on introduit 0,2 mol d'ammoniac NH₃ gazeux et 0,7 mol de dioxygène O₂ à une température T₁.

A l'équilibre chimique, il se forme 0,12 mol de dioxyde d'azote gazeux NO₂ selon une réaction endothermique d'équation :



- 1°) a- En se servant d'un tableau descriptif d'évolution, déterminer, en mol, la composition finale du mélange.
b- En déduire la valeur du taux d'avancement final τ_{f1} de la réaction étudiée.
- 2°) A pression constante, on fait varier la température du mélange obtenu à l'équilibre précédent.
Le taux d'avancement final de la réaction étudiée prend une nouvelle valeur $\tau_{f2} = 0,4$.
a- Déterminer le nombre de mole total de gaz dans le nouvel état d'équilibre.
b- Préciser, en justifiant la réponse, si on a augmenté ou diminué la température du milieu réactionnel.
- 3°) Dans quel sens se déplace l'équilibre si on augmente la pression du mélange réactionnel obtenu à la température T₁ ?

Exercice n°2 (4,25 pts)

On donne : Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$.

مكتبة 18 جانفي
مدرج باب الفردي داخل الصعود
صفحات الهاتف 22.740.485

- 1°) a- Définir une base selon la théorie de Bronsted.
b- Etablir, pour un couple acide base AH/A⁻, la relation reliant la constante d'acidité K_a, la constante de basicité K_b et le produit ionique de l'eau K_e
- 2°) a- Compléter (sur la page 3 de la feuille annexe) le tableau suivant en indiquant la formule de la base ou de l'acide conjugué de chaque composé donné et en calculant les valeurs de K_b et du pK_a.

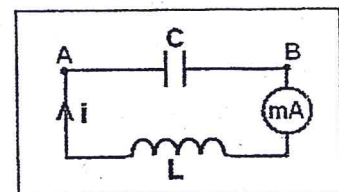
| acide | ..... | ..... | ..... | HNO ₂ |
|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------|
| Base conjuguée | NH ₃ | ClO ⁻ | HCOO ⁻ | |
| pK _a | ..... | 7,5 | ..... | 3,3 |
| K _b | 1,58.10 ⁻⁵ | ..... | 6,31.10 ⁻¹¹ | ..... |

- b- Classer les bases de ces couples acide-base par ordre de force décroissante.
- 3°) L'acide nitreux HNO₂, de constante d'acidité K_{a1}, réagit avec la base HCOO⁻ de constante d'acidité K_{a2}.
a- Ecrire l'équation de cette réaction.
b- Montrer que la constante d'équilibre peut s'écrire sous la forme $K = 10^{pK_{b1} + pK_{a2} - pK_e}$.
Calculer sa valeur. Vérifier la comparaison des forces des deux bases effectuée à la question 2-b.
- 4°) Si on part d'un mélange équimolaire contenant n₀ = 7.10⁻² mol de chacune des entités intervenant dans la réaction précédente.
a- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.
b- On agit sans variation de volume considérable sur la quantité d'acide nitreux HNO₂ obtenue à l'équilibre, pour rendre la quantité de HCOO⁻ égale à 6.10⁻² mol.
Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'une augmentation ou d'une diminution de la quantité de HNO₂.

PHYSIQUE (13 points)

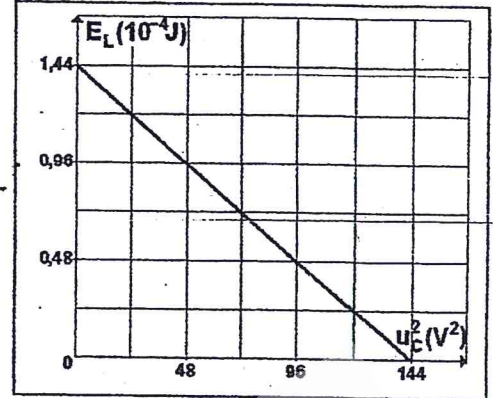
Exercice n° 1 : (5,5 pts)

Un condensateur de capacité C, préalablement chargé sous une tension U_{AB} > 0, est lié à une bobine purement inductive d'inductance L = 0,5 H et un milliampèremètre de résistance négligeable.
Des oscillations électriques prennent naissance dans le circuit.



2 4 2

- 1°) a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur.
b- Exprimer en fonction de L et C la période T_0 des oscillations.
- 2°) a- Donner les expressions des énergies électrostatique E_C et magnétique E_L en fonction de u_C .
b- Montrer que l'énergie totale du système se conserve.
- 3°) Un dispositif approprié permet d'enregistrer les variations de l'énergie magnétique E_L en fonction de u_C^2 .
Déterminer en utilisant le graphe :
a- La tension maximale aux bornes du condensateur.
b- La capacité C du condensateur.
c- L'intensité du courant affichée par le milliampèremètre.
d- La période T_0 des oscillations.
- 4°) Déterminer l'intensité du courant dans le circuit lorsque $u_C = \frac{U_{cm}}{2}$ lors de la décharge.
- 5°) A l'origine des dates, la tension aux bornes du condensateur est $u_0 > 0$ et l'intensité du courant dans le circuit est $i_0 = -12\sqrt{3}$ mA.
a- Exprimer la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps en précisant la valeur de φ_{uc} .
b- Calculer la valeur de u_0 .
c- Déduire l'expression de $i(t)$.
d- Déterminer en fonction de T_0 les dates pour lesquelles $i = 12$ mA et le condensateur se décharge.



Exercice n° 2 (7,5 pts)

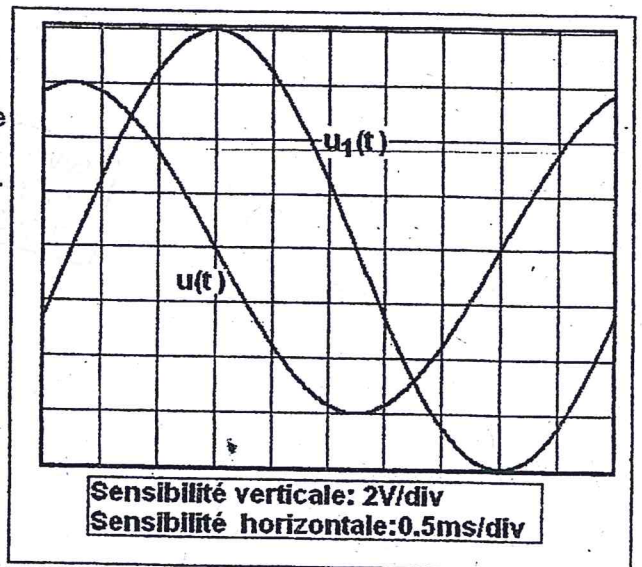
- Un circuit comporte en série :
- ♦ Un résistor de résistance R.
 - ♦ Un condensateur de capacité $C = 5,74 \mu\text{F}$
 - ♦ Une bobine d'inductance L et de résistance r.
 - ♦ Un ampèremètre de résistance négligeable.

Un générateur basse fréquence impose aux bornes de cette association une tension $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante.

Un oscilloscope bicourbe convenablement branché permet de visualiser simultanément la tension $u(t)$ et la tension $u_1(t)$ aux bornes de l'ensemble (résistor + condensateur).

- 1°) a- Représenter le schéma du circuit en précisant les branchements à l'oscilloscope.
b- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
- 2°) Pour $N = N_1$, l'ampèremètre indique $I_1 = 25\sqrt{2}$ mA et on obtient l'oscillogramme suivant :

- a-
 - ❖ Déterminer graphiquement : N_1 , U_m et U_{1m} .
 - ❖ Déduire les expressions de $u(t)$ et $u_1(t)$.
- b-
 - ❖ Compléter la construction de Fresnel de la page 3 à l'échelle adoptée en représentant uniquement les vecteurs associés à $u_1(t)$ et $u_b(t)$.
 - ❖ Déduire l'expression de la tension $u_b(t)$.
- c-
 - ❖ Calculer U_{cm} puis montrer que :
$$\varphi_i - \varphi_{u_1} = \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$
 - ❖ Déduire les valeurs de R, r et L.



- 3°) Dans la suite de l'exercice on prendra :
 $R = 80\Omega$, $r = 24\Omega$ et $L = 0,16\text{H}$.

En faisant varier la fréquence, l'ampèremètre indique la plus grande valeur de I pour $N = N_2$.

- a- A-t-on diminué ou augmenté la fréquence ? Justifier la réponse.
- b- Quelle est la valeur indiquée par l'ampèremètre ?
- c- Déterminer l'expression de $u_C(t)$. Ya-t-il un phénomène de surtension ?
- d- Calculer la valeur de la puissance moyenne absorbée par le dipôle AB.

مكتبة 18 جانفي 1
مدراج باب الفريسي داخل الصواري
صطافس الهاتف 22.740.485

www.BAC.org.tn
Page BAC-TUNISIE
Tél: 25 361 197 / 53 371 502

243

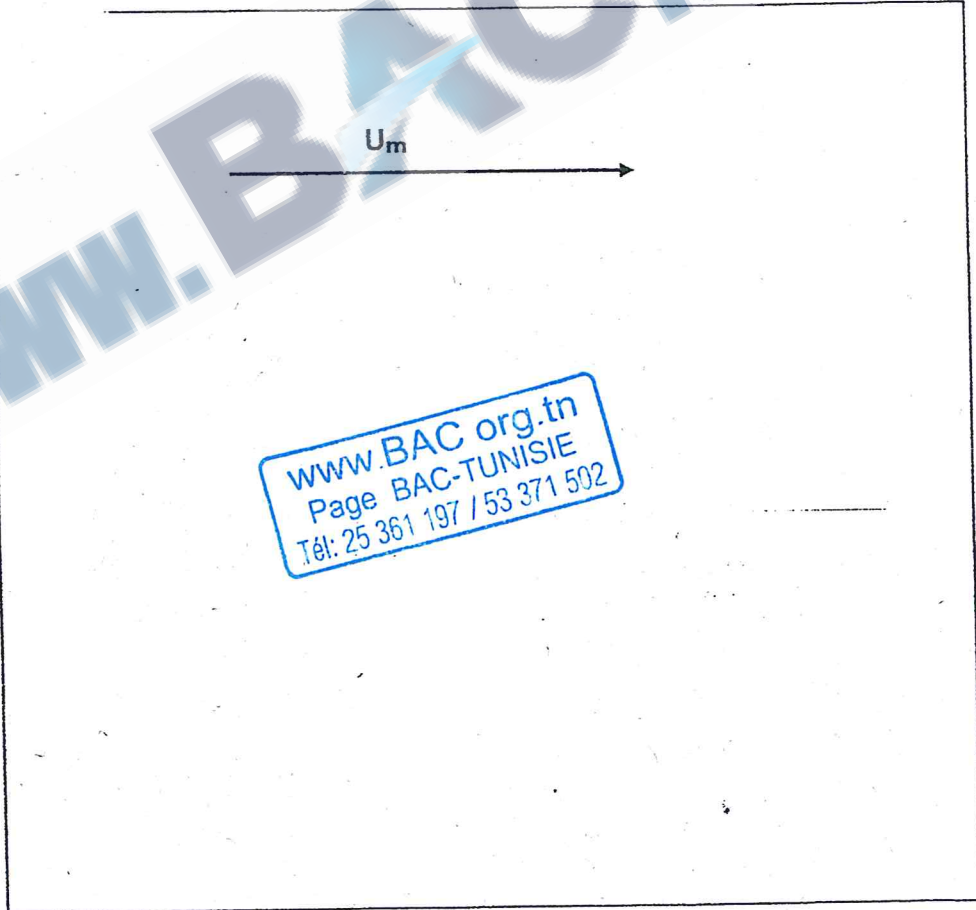
FEUILLE ANNEXE (A remettre avec la copie)

Nom et Prénom : Classe : 4ème Math

مكتبة 18 جانفي 1
مخرج باب القروي داخل الصنور
صناديق الهاتف 22.740.485

| | | | | |
|----------------|-----------------------|-------|------------------------|------------------|
| Acide | ..... | HClO | ..... | HNO ₂ |
| Base conjuguée | NH ₃ | ..... | HCOO ⁻ | |
| pKa | ..... | 7,5 | ..... | 3,3 |
| K _b | 1,58.10 ⁻⁵ | ..... | 6,31.10 ⁻¹¹ | ..... |

Vérifier sur la copie que U_m est représentée par 6 cm.



Chimie

Exercice n°1

1/a/ Tableau descriptif

Eq. Ré: $4NH_3 + 7O_2 \rightarrow 4NO_2 + 6H_2O$

| État | AV | quantité de matière (mol) | | | |
|------|----------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| b=0 | 0 | 0,2 | 0,7 | 0 | 0 |
| b=6 | x ₆ | 0,2 - 4x ₆ | 0,7 - 7x ₆ | 4x ₆ | 6x ₆ |

$n_6(NO_2) = 4x_6 = 0,12 \text{ mol}$
 $d \Rightarrow x_6 = \frac{0,12}{4} = 0,03 \text{ mol}$
 la composition final est:
 $n(NH_3) = 0,2 - 4 \times 0,03 = 0,08 \text{ mol}$
 $n(O_2) = 0,7 - 7 \times 0,03 = 0,49 \text{ mol}$
 $n(NO_2) = 0,12 \text{ mol}$
 $n(H_2O) = 0,18 \text{ mol}$

b/ $x_6 = \frac{x_6}{x_{max}}$
 $x_{max} = 0,03$
 est est supprimé totale In 2
 l'état final $n_6(NH_3) = 0$
 $n_6(O_2) = 0$
 $\Rightarrow 0,2 - 4x_{max} = 0 \Rightarrow 0,2 = 4x_{max} \Rightarrow x_{max} = 0,05 \text{ mol}$
 $\Rightarrow x_{max} = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ mol}$
 $x_{max} = \frac{0,7}{7} = 0,1 \text{ mol}$
 $\sim 0,05 < 0,1$ d'où
 $x_{max} = 0,05 \text{ mol}$
 pour l'unité
 $x_6 = \frac{0,03}{0,05} = 0,6$

2/a/ $n_6 = n(NH_3) + n(O_2) + n_6(NH_3)$
 $= 0,9 - 2x_6$

$x_6 = \frac{n_6}{x_{max}} \Rightarrow x_6 = \frac{0,2}{0,05} = 4$
 $x_6 = 0,4 \times 0,05 = 0,02 \text{ mol}$
 d'où $n_6 = 0,88 \text{ mol}$

b/ i. état d'équilibre initial
 $n_6 = 0,08 + 0,49 + 0,12 + 0,18 = 0,87 \text{ mol}$
 $\Rightarrow n_6 < n_6$ \Rightarrow le système évolue dans le sens inverse au cours duquel le nombre de moles augmente. \Rightarrow la réaction est exothermique.
 d'où la loi de modération, la réaction exothermique est favorisée par la diminution de la température et par une constante d'équilibre plus élevée.

d'où on conclut que la température a été diminuée. \Rightarrow d'après la loi de modération l'augmentation de la pression et la température constante de pression l'équilibre se déplace vers le sens au cours duquel le nombre de moles gazeuses total diminue. ce nombre diminue dans le sens direct pour la réaction \Rightarrow le système évolue dans le sens direct.

Exercice n°2

1/a/ Équilibre chimique chargé n neutre capable de compter un ion hydrogène au cours d'une réaction chimique

b/ pour le couple AH/A^-
 $K_a = \frac{[OH^-][A^-]}{[AH]}$

$K_b = \frac{[OH^-][A^-]}{[A^-]}$
 où $K_a K_b = \frac{[OH^-][A^-]}{[AH]} \cdot \frac{[OH^-][A^-]}{[A^-]} = \frac{[OH^-]^2 [A^-]^2}{[AH]^2}$

2/a/ $pK_a = -\log K_a$ $\Rightarrow K_a = 10^{-pK_a}$
 $K_a = \frac{K_e}{K_b}$ et $K_b = \frac{K_e}{K_a}$
 couple 1
 Acide: NH_4^+
 Base: NH_3
 $pK_a = 9,2$

couple 2
 Acide: $HCOOH$
 Base: $HCOO^-$
 $pK_a = 3,8$

couple 3
 Acide: HNO_2
 Base: NO_2^-
 $K_b = 2 \cdot 10^{-11}$

b/ La base la plus forte possède la constante de basicité K_b la plus élevée.

$K_{b1} > K_{b2} > K_{b3} > K_{b4}$
 d'où la classification décroissante par force des bases est:



3/a/ $HNO_2 + HCOO^- \rightleftharpoons NO_2^- + HCOOH$
 b/ d'après la loi d'action de masse:

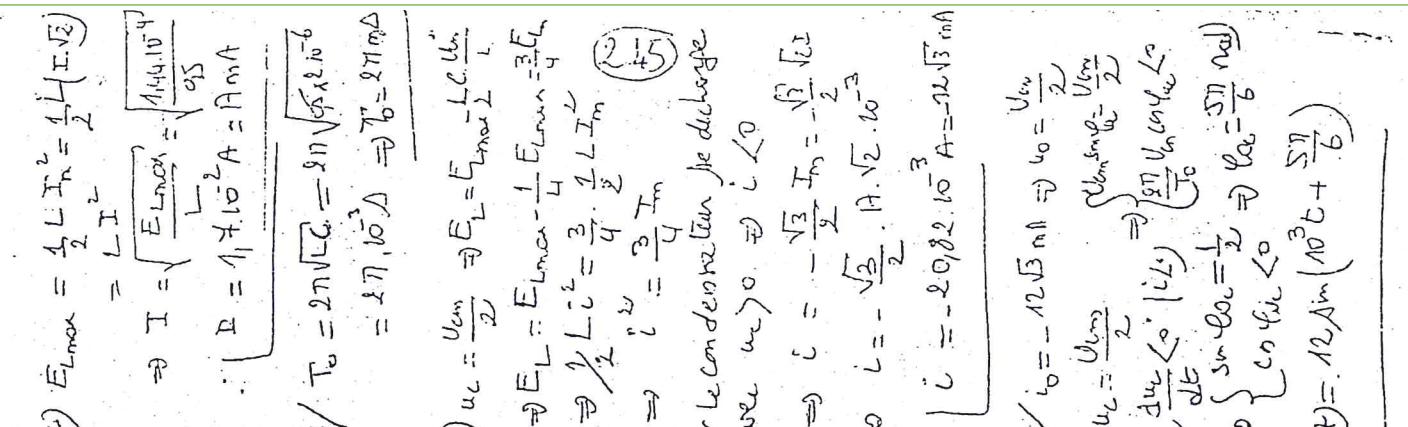
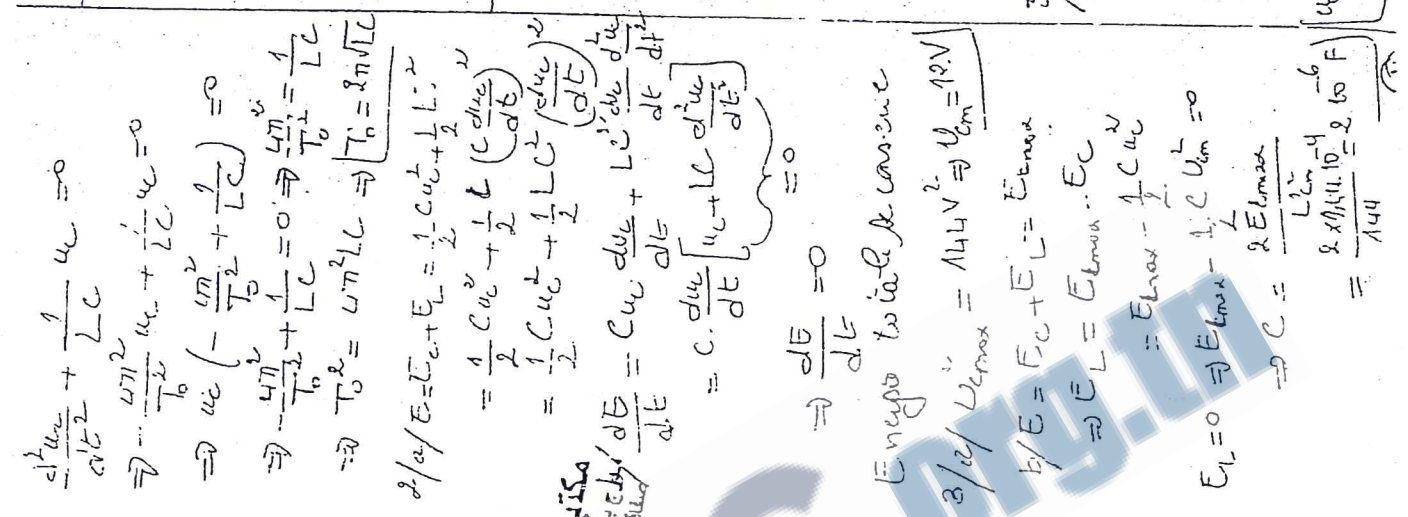
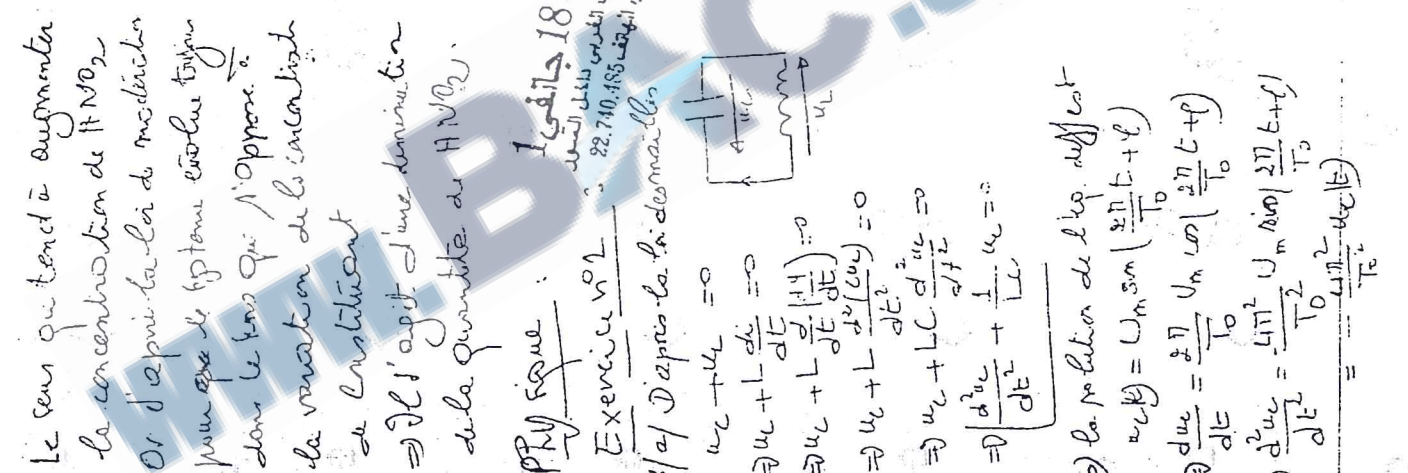
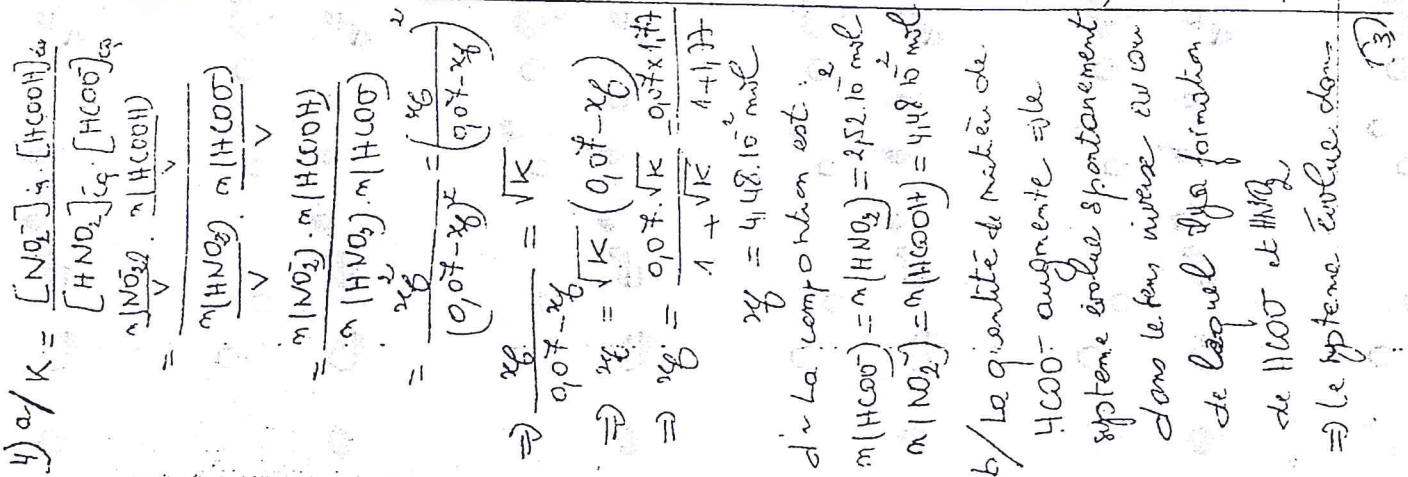
$K = \frac{[NO_2^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HNO_2]_{eq} [HCOO^-]_{eq}} = \frac{[NO_2^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HNO_2]_{eq} [HCOO^-]_{eq}} = \frac{[NO_2^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HNO_2]_{eq} [HCOO^-]_{eq}} = 10^{-pK_e}$

$\Rightarrow K = 10^{14 - pK_{b1} + pK_{a2} - pK_e}$

AN- $pK_{b1} = -\log K_{b1} = -\log 2 \cdot 10^{-11} = 10,7$

$K = 10^{10,7 + 3,8 - 14} = 3,16$

$K > 1 \Rightarrow HCOO^-$ est base plus forte que NO_2^-
 \Rightarrow On vérifie la composition préétablie (i-b)



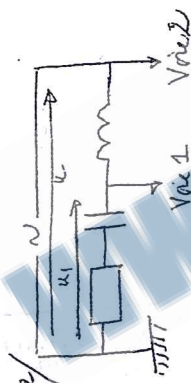
b) $u_0 = \frac{U_{cm}}{2} = 6V$
 c) $i(t) = I_m \sin(\omega_0 t + \phi_0)$
 $I_m = \sqrt{2} I = 17 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2} \text{ mA}$
 $\phi_0 = \phi_{01} + \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{6} + \frac{\pi}{2} = -\frac{2\pi}{3}$
 $i(t) = 17 \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \sin(10^3 t - \frac{2\pi}{3})$

d) $i = 12 \text{ mA}$
 Con des valeurs de décharge

$i = 12 \text{ mA}$
 $\frac{di}{dt} < 0$
 $17 \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \sin(10^3 t - \frac{2\pi}{3}) = 12 \cdot 10^{-3}$
 $17 \sqrt{2} \cos(10^3 t - \frac{2\pi}{3}) < 0$
 $\Rightarrow \sin(10^3 t - \frac{2\pi}{3}) = \frac{12}{17 \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
 $\Rightarrow \cos(10^3 t - \frac{2\pi}{3}) < 0$
 $10^3 t - \frac{2\pi}{3} = \frac{3\pi}{4} + 2k\pi$
 $10^3 t = \frac{3\pi}{4} + \frac{2\pi}{3} + 2k\pi$
 $= \frac{17\pi}{12} + 2k\pi$
 $t = (\frac{17}{12} + 2k) \cdot 10^{-3}$
 $= 2\pi \cdot 10^{-3} (k + \frac{34}{24})$
 $t = (k + \frac{34}{24}) \cdot 10^{-3}$

(3)

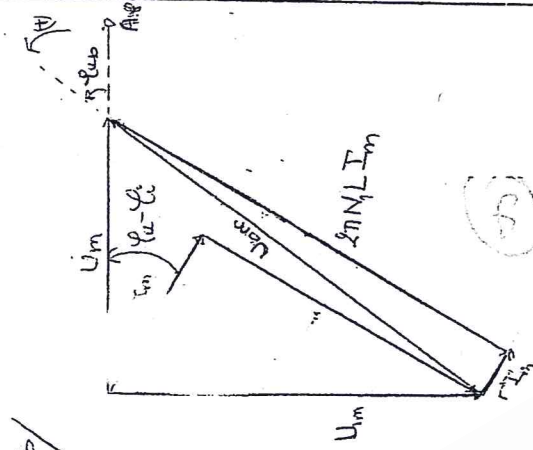
Exercice 2 :



b/ loi de mailles donne:
 $u - u_1 - u_2 = 0 \Rightarrow u = u_1 + u_2$
 $\Rightarrow u = Ri + \frac{1}{C} \int i dt + L \frac{di}{dt}$
 $i = (R + sL) i + \frac{1}{Cs} \int i dt$

$N_1 = \frac{1}{11} = \frac{1}{10 \times 95 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ H}$
 valeur U_1 et U_m
 $U_{1m} = 2 \times 4 = 8V$
 $U_m = 2 \times 3 = 6V$

b/E xpression de $u(t)$.
 $u(t) = 6 \sin(4000t)$
 * Expression de $u_1(t)$.
 $u_1(t) = U_{1m} \sin(27N_1 t + \phi_1)$
 $u(t)$ en avec u_1 la phase par rapport à u_1
 $\Rightarrow \phi_2 - \phi_1 = \omega_1 \cdot \Delta t = 4000 \times (95 \cdot 10^{-3} \times 25)$
 $= \frac{\pi}{2} \Rightarrow \phi_2 = \phi_1 - \frac{\pi}{2}$
 $= -\frac{\pi}{2}$
 $u_1(t) = 8 \sin(4000t - \frac{\pi}{2})$



$u_2(t) = U_{2m} \sin(27N_2 t + \phi_2)$
 $U_{2m} \rightarrow 10V$
 d'k $U_{2m} = 10V$
 $\phi_2 = 53^\circ = \frac{53\pi}{180} = 0,925 \text{ rad}$
 $u_2(t) = 10 \sin(4000t + 0,925)$

$U_{2max} = Z_C \cdot I_m = \frac{I_m \cdot \sqrt{2}}{4000 \times 574 \cdot 10^{-6}}$
 $= \frac{27N_1 \cdot C}{4000 \times 574 \cdot 10^{-6}}$
 $U_{2max} = 6,93V$
 $\sin(\phi_2 - \phi_1) = \frac{U_{2max}}{U_1} = \frac{6,93}{8} = 0,866$
 $\Rightarrow \phi_2 - \phi_1 = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$

(6)

valeur R :
 $\cos(\phi_2 - \phi_1) = \frac{R I_m}{U_{2m}} = \frac{1}{2}$
 $\Rightarrow R = \frac{U_{2m}}{2 I_m} = \frac{8}{2 \times 95 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2}}$
 $R = 80 \Omega$

valeur r :
 $r I_m \rightarrow 1,2 \text{ cm}$
 d'k $r I_m = 1,2 \sqrt{2} \Rightarrow r = \frac{1,2}{I_m}$
 $r = \frac{1,2}{25 \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2}} = 24 \Omega$

valeur L :
 $27N_1 L I_m \rightarrow 9,9 \text{ cm}$
 $\Rightarrow 27N_1 L I_m = 9,9V$ (246)
 $\Rightarrow L = \frac{9,9}{27N_1 I_m} = \frac{9,9}{4000 \times 95 \cdot 10^{-3}} = 0,158H$
 $L \approx 0,16H$

3) a/ à la fréquence N_2 , I est maximale : c'est la résonance d'intensité d'k $N_2 = N_0$ à la fréquence N_1 , le circuit est inductif car $\omega < \omega_0 > \omega$ d'k $N_2 > N_0$

On déduit alors que la (247) fréquence N est diminuée à partir de la valeur N_2

$$b/ I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot Z}$$

à la résonance d'intensité.

$$Z = R + r = 104 \Omega$$

$$\text{donc } I = \frac{6}{\sqrt{2} \times 104} = 40,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I = 40,8 \text{ mA}$$

$$c/ u_c(t) = U_{cm} \sin(2\pi N_2 t + \varphi_c)$$

$$U_{cm} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ avec } N_2 = N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$= \frac{40,8 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2}}{332 \pi \times 5,14 \cdot 10^{-6}} = 466 \text{ Hz}$$

$$= 6,8 \cdot \sqrt{2} \text{ V}$$

$$\varphi_c = \varphi_i - \frac{\pi}{2} = \varphi_0 - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

à la résonance d'intensité:

$$\varphi_0 = \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = 0 \text{ rad}$$

$$d/ u_c(t) = 6,8 \sqrt{2} \sin(332 \pi t - \frac{\pi}{2})$$

$U_{cm} = 6,8 \sqrt{2} > U_m \Rightarrow$ il y a surtension entre les bornes

$$d) P = \frac{1}{2} R_c \cdot I^2$$

$$= \frac{1}{2} 104 \times (40,8 \cdot 10^{-3})^2$$

$$P = 8,656 \cdot 10^{-2} \text{ W}$$

مكتبة 18 جانفي
مطرح باب الخريفي داخل الصنوبر
صفاقس الهاتف 22.740.485

www.BAC.org.tn
Page BAC-TUNISIE
Tél: 25 361 197 / 53 371 502