Correction du devoir de contrôle N°2
CHIMIE (7 points)

Exercice N°1

1- Le tableau d'avancement volumique

Équation de la réaction		AH	$+ \ H_2O$	$\rightleftharpoons \ A^-$	$+ \ H_3O^+$
État du syst.	Avan.volumique	Concentrations $(mol.L^{-1})$			
État initial	0	$C = 10^{-2}$	excès	0	$10^{-pKe/2}$
État final	y_f	$10^{-2} - y_f$	excès	y_f	$y_{f} + 10^{pH-pKe}$

2-a- $[H_3O^+]_{eau}=10^{pH-pKe}= 10^{3,4-14}=10^{-10,6}$ mol.L^{-1} =2,5.10^{-11} mol.L^{-1}

$[H_3O^+]_{eau}$=2,5.10^{-11} mol.L^{-1}<<$[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-3,4}$ mol.L^{-1}$\Rightarrow$ l'autoprotolyse de l'eau est négligeable

b- Le taux d'avancement final $\tau_f = \dfrac{y_f}{y_{max}}$ or $y_f = [H_3O^+] = 10^{-pH}$ et pour chercher y_{max}, on suppose que la réaction est totale $\Rightarrow$ y_{max} =C et $\tau_f = \dfrac{y_f}{y_{max}} = \dfrac{10^{-pH}}{C}$, AN : $\tau_f = \dfrac{10^{-3,4}}{10^{-2}}$ =0,04

τ_f=0,04< 0,05 donc l'acide est faiblement ionisé.

3- $K_a = \dfrac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]} = \dfrac{y_f^2}{C-y_f} = \dfrac{(10^{-pH})^2}{C-C.\tau_f} = \dfrac{10^{-2pH}}{C(1-\tau_f)} \approx \dfrac{10^{-2pH}}{C} \Rightarrow 10^{-2pH} = C.K_a \Rightarrow$

$-2pH = \log(C.K_a) = \log(C)+\log(K_a) \Rightarrow -\log(K_a) = pK_a = 2pH+\log(C)$, AN : $pK_a = 2.3,4+\log(10^{-2})=4,8$

Exercice N°2(5 points)

I-1-a-On néglige l'ionisation propre de l'eau

Équation de la réaction		B	$+ \ H_2O$	$\rightleftharpoons \ BH^+$	$+ \ OH^-$
État du syst.	Avan.volumique	Concentrations $(mol.L^{-1})$			
État initial	0	$C = 10^{-2}$	excès	0	0
État final	y_f	$10^{-2} - y_f$	excès	y_f	y_f

b-L'avancement volumique final est $y_f = [OH^-] = \dfrac{K_e}{[H_3O^+]} = \dfrac{K_e}{10^{-pH}} = \dfrac{10^{-14}}{10^{-10,6}} = 10^{-3,4} \approx 4.10^{-4}$ mol.L^{-1}.

c- Pour déterminer l'avancement volumique maximal y_{max} , on suppose que la réaction est totale $\Rightarrow 10^{-2} - y_{max} = 0 \Rightarrow y_{max} = C = 10^{-2}$ mol.L^{-1}=2,510^{-11} mol.L^{-1}.

Le taux d'avancement final est $\tau_f = \dfrac{y_f}{y_{max}} = \dfrac{4.10^{-4}}{10^{-2}} = 0,04$

d- Il s'agit d'une base faible car $\tau_f = 0,04 < 1$

2-a- Les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution autre que l'eau

$[OH^-] = [BH^+] = y_f = 4.10^{-4}$ mol.L^{-1} et $[B] = 10^{-2} - y_f = 10^{-2} - 4.10^{-4} = 96.10^{-4}$ mol.L^{-1}

$[H_3O^+]=10^{-pH}= 10^{-10,6}$ =2,5.10^{-11} mol.L^{-1}.

b- $K_{b1} = \dfrac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \dfrac{(4.10^{-4})^2}{96.10^{-4}} = 1,67.10^{-5}$ et $pK_{b1} = -\log(K_{b1}) = -\log(1,67.10^{-5}) \approx 4,8$

$pK_{a1}= pKe - pK_{b1}= 14 - pK_{b1}=14-4,8=9,2$

3- D'après le tableau, la base est NH_3

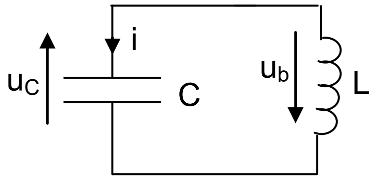
4-a- L'équation de la réaction acide base est: $HNO_3 + NH_3 \rightleftharpoons NO_3^- + NH_4^+$

b- La constante d'équilibre, est $K= \dfrac{[NO_3^-][NH_4^+]}{[HNO_3][NH_3]} = \dfrac{[NO_3^-][NH_4^+]}{[HNO_3][NH_3]}\dfrac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} =$

$$\frac{[NO_3^-][H_3O^+]}{[HNO_3]}\frac{[NH_4^+]}{[NH_3][H_3O^+]} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = 10^{pKa1-pKa2} = 10^{9,2+2} = 1{,}58.10^{11}$$

c- $K > 10^4$ donc la réaction est totale et par suite on doit remplacer la double flèche par une simple flèche

PHYSIQUE (13 points)



Exercice N°1

1- Loi des mailles : $u_b(t) + u_c(t) = 0$

Or $u_b(t) = L\dfrac{di(t)}{dt}$ (bobine idéale)

On a $i(t) = C\dfrac{du_C(t)}{dt}$ et $\dfrac{di(t)}{dt} = C\dfrac{d^2u_C(t)}{dt^2} \Rightarrow u_b(t) = L\,C\dfrac{d^2u_C(t)}{dt^2}$, on a $u_b(t) + u_c(t) = 0 \Rightarrow$

$$L\,C\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + u_c(t) = 0 \Rightarrow \frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_c(t) = 0 = \frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + \omega_0^2.u_C(t) \text{ avec } \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

2- L'énergie totale $E_{tot} = E_L(t) + E_C(t) = \dfrac{1}{2}.L.i^2(t) + \dfrac{1}{2}.C.u_C^2(t)$ et $\dfrac{dE_{tot}}{dt} = \dfrac{1}{2}.L.2.i(t)\dfrac{di(t)}{dt} + \dfrac{1}{2}.2C..\dfrac{du_C(t)}{dt}u_C(t)$

$= L.i(t).\dfrac{di(t)}{dt} + C..\dfrac{du_C(t)}{dt}u_C(t)$ or $i(t) = C\dfrac{du_C(t)}{dt}$ et $\dfrac{di(t)}{dt} = C\dfrac{d^2u_C(t)}{dt^2} \Rightarrow$

$\dfrac{dE_{tot}}{dt} = i(t).\left(L..C\dfrac{d^2u_C(t)}{dt^2} + u_C(t)\right)$ or $L..C\dfrac{d^2u_C(t)}{dt^2} + u_C(t) = 0$ d'après l'eq.diff $\Rightarrow \dfrac{dE_{tot}}{dt} = 0$

donc E_{tot}= constante $\Rightarrow$ l'énergie totale du circuit (L,C) se conserve.

3-a- $I_{max} = 8mA$

La période énergétique est $T_E = \pi\ ms = \dfrac{T_0}{2} \Rightarrow T_0 = 2.T_E = 2\pi$ ms

b- $E_{tot} = E_{Cmax} = E_{Lmax} = 16.10^{-6}J$ or $E_{Lmax} = \dfrac{1}{2}L.I_{max}^2 \Rightarrow L = 2\cdot\dfrac{E_{Lmax}}{I_{max}^2} = 2\cdot\dfrac{16.10^{-6}}{(8.10^{-3})^2}$ **=0,5H**

c- On a $T_0 = 2\pi.\sqrt{LC} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow C = \dfrac{T_0^2}{4\pi^2 L} = \dfrac{(2.\pi.10^{-3})^2}{4\pi^2.0{,}5}$ **= 2.10⁻⁶F**

On a E_{tot}=cte $\Rightarrow E_{tot}(t) = E_{tot}(0) = \dfrac{1}{2}.C.E^2 \Rightarrow E^2 = 2\cdot\dfrac{E_{tot}}{C} \Rightarrow E = \sqrt{2\cdot\dfrac{E_{tot}}{C}} = \sqrt{2\cdot\dfrac{16.10^{-6}}{2.10^{-6}}}$ **=4V**

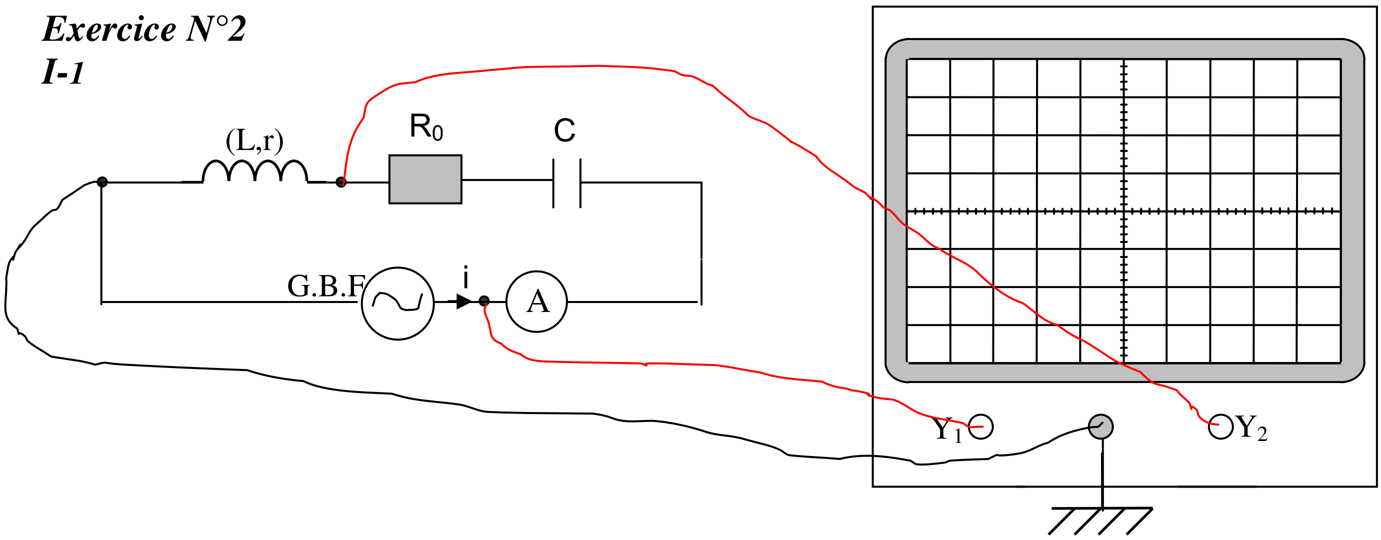
4- On a $I_2 = 5\sqrt{2}$ mA $\Rightarrow I_{2max} = I_2\sqrt{2} = 5\sqrt{2}.\sqrt{2}$ =10 mA

L'énergie totale du circuit ne change pas puisqu'elle ést apportée par le condensateur donc

$E_{tot} = E_{Lmax} = 16.10^{-6}J = \dfrac{1}{2}L_2.I_{2max}^2 \Rightarrow L_2 = 2\cdot\dfrac{E_{Lmax}}{I_{2max}^2} = 2\cdot\dfrac{16.10^{-6}}{(10^{-2})^2}$ **=0,32H**

Exercice N°2

I-1



2-a- On a $u_b(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à u(t) donc la courbe **C** $_1$ est celle de u(t)

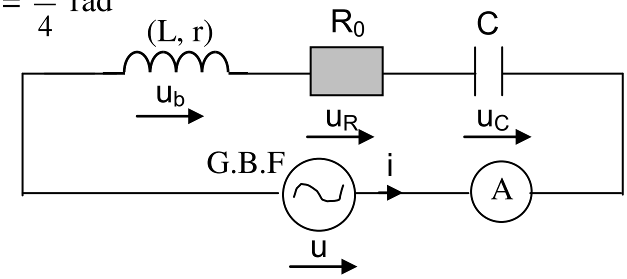
b-b$_1$- La période $T_1=4\pi$ ms et la fréquence $N_1=\dfrac{1}{T_1}=\dfrac{1000}{4.\pi}$ Hz $=\dfrac{250}{\pi}$ Hz $\approx 79{,}6$ Hz

b$_2$- Les valeurs maximales $U_M= 2{,}4\ .5V = 12V$ et $U_{bM} = 2.2V= 4V$

b$_3$- On a $\varphi_{ub}-\varphi_u > 0$ car u_b est toujours en avance de phase par rapport à u(t) $\Rightarrow$

$\varphi_{ub}-\varphi_u = \dfrac{2\pi}{T_1}.\Delta t$ avec $\Delta t = \dfrac{T_1}{4}$ (le décalage horaire) $\Rightarrow \varphi_{ub}-\varphi_u = \dfrac{2\pi}{T_1}\dfrac{T_1}{4}=\dfrac{2\pi}{4}$ rad$=\dfrac{\pi}{2}$ rad

b$_4$- On a $\varphi_{ub}-\varphi_u = \dfrac{\pi}{2}$ rad $\Rightarrow \varphi_{ub} = \varphi_u + \dfrac{\pi}{2} = -\dfrac{\pi}{4} + \dfrac{\pi}{2} = \dfrac{\pi}{4}$ rad



3-a- L'équation différentielle

On peut utiliser La loi des mailles :

$u_R(t)+u_b(t) +u_C(t) - u(t) = 0$

Ou la loi d'additivité : $u_R(t)+u_b(t) +u_C(t) =u(t)$

or $u_R(t) = R_0.i(t)$;

$u_b(t) = r.i(t) + L\dfrac{di(t)}{dt}$ et $u_C(t) = \dfrac{q(t)}{C}$

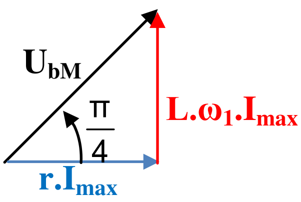
Donc $R_0.i(t) + r.i(t) + L\dfrac{di(t)}{dt} + \dfrac{q(t)}{C} = u(t)$ or $q(t) = \int i(t)dt \Rightarrow L\dfrac{di(t)}{dt} + (R_0 + r).i(t) + \dfrac{1}{C}\int i(t)dt = u(t)$

4-a- $i(t) = I\sqrt{2}.\sin(2\pi Nt) \Rightarrow \varphi_i= 0 > \varphi_u = -\dfrac{\pi}{4}$ rad donc le circuit est capacitif

b- $u(t)=U_{max}.\ \sin\left(2\pi N_1 t-\dfrac{\pi}{4}\right) =12\ \sin\left(2\pi\dfrac{250}{\pi}t-\dfrac{\pi}{4}\right) =12\ \sin\left(500t-\dfrac{\pi}{4}\right)$

$u_b(t)=U_{bmax}.\ \sin(2\pi N_1 t+ \varphi_{ub}) =4\ \sin\left(500t+\dfrac{\pi}{4}\right)$

c- On a $\cos(\varphi_{ub}-\varphi_i)= \cos\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = \dfrac{\sqrt{2}}{2}=\dfrac{r.I_{max}}{U_{bM}} \Rightarrow U_{bM}= \dfrac{2.r.I_{max}}{\sqrt{2}}=\dfrac{2.r.\sqrt{2}.I_1}{\sqrt{2}}$ $=\mathbf{2.r.\ I_1}$

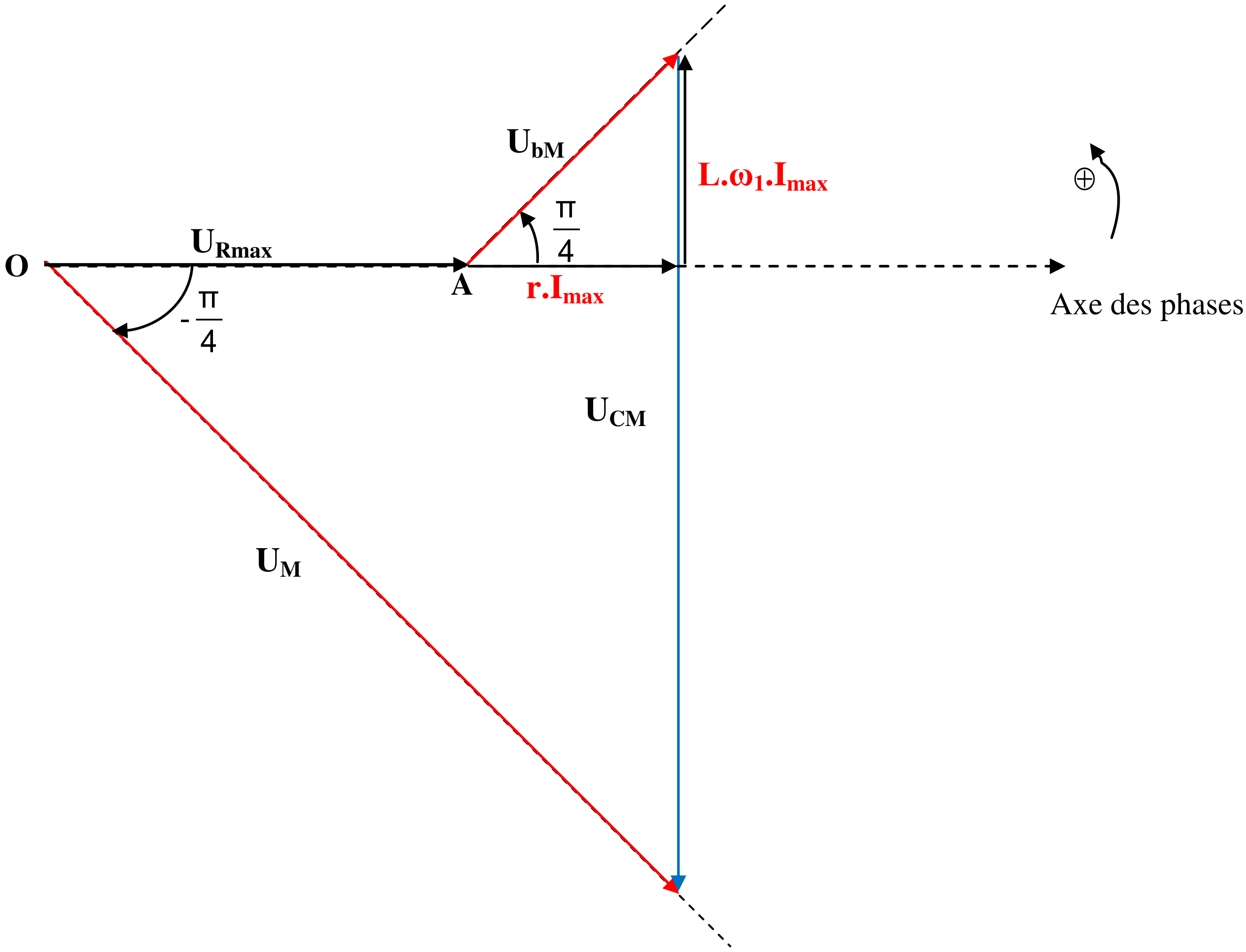


On déduit que $r = \dfrac{U_{bM}}{2.I_1}=\dfrac{4}{2.\ 0{,}1}$ =20□

d- La puissance moyenne est $P_{moy} = \dfrac{U_M.I_{max}}{2}.\ \cos(\varphi_u-\varphi_i) = \dfrac{U_M}{2}.\ \sqrt{2}\,I_1.\ \cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)$

AN: $P_{moy} = \dfrac{12}{2}.\ \sqrt{2}\ .\ 0{,}1\ .\ \dfrac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}6W$

5-a-



b- On a $U_{Rmax} \longrightarrow 5{,}7$ cm $\Rightarrow U_{Rmax} = 5{,}7V = R_0.I_{max} = R_0.\,I_1\sqrt{2} \Rightarrow R_0 = \frac{U_{Rmax}}{I_1.\sqrt{2}} = \frac{5{,}7}{0{,}1.\sqrt{2}} \approx 40\Omega$

$L.\omega_1.I_{max} \longrightarrow$ 2,8 cm $\Rightarrow L.\omega_1.I_{max} = 2{,}8V = L.\omega_1.\,I_1\sqrt{2} \Rightarrow L = \frac{2{,}8}{\omega_1.I_1.\sqrt{2}} = \frac{2{,}8}{500.0{,}1.\sqrt{2}} \approx 0{,}04$ H

$U_{CM} \longrightarrow$ 11,2 cm $\Rightarrow U_{CM} = 11{,}2V = \frac{I_1.\sqrt{2}}{C.\omega_1} \Rightarrow C = \frac{I_1.\sqrt{2}}{11{,}2\,.\omega_1} = \frac{0{,}1.\sqrt{2}}{11{,}2\,.500} \approx 25\ \mu F$

II-1- L'impédance du circuit est $Z = \frac{U_M}{I_{2max}} = \frac{U_M}{I_2.\sqrt{2}} = \frac{12}{141{,}4.10^{-3}.\sqrt{2}} = 60\ \Omega = R_0 + r$

$Z = R_0 + r \Rightarrow$ Le circuit est résistif donc on est à la résonance d'intensité

La fréquence $\mathbf{N_2 = N_0} = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C}} = \frac{1}{2\pi.\sqrt{0{,}04\,.\,25.10^{-6}}} = 159{,}2$ Hz

2-a- Le facteur de surtension $Q = \frac{2\pi.N_0.L}{R_0 + r} = \frac{2.\,3{,}14\,.159{,}2\ \ .0{,}04}{60} = 0{,}67$

b- Le facteur de surtension $Q = \frac{U_{CM}}{U_M} = 0{,}67 < 1 \Rightarrow U_{CM} < U_M$ donc on n'a pas de surtension aux bornes du condensateur