Lycée de Cebbala **Sidi Bouzid**	**Devoir de contrôle n°2 – durée : 2h** **le 07/02/2016**	**Classe : 4sc. Exp. 1** **Prof : Mr Barhoumi E.**

CHIMIE : (9 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e=10^{-14}$.

Exercice n°1 : (4,25 points)

On dispose des trois solutions basiques suivantes :

- une solution S_1 d'une monobase B_1 de concentration molaire $C_1=10^{-1}$ mol.L^{-1} et de pH_1 =11,1 ;

- une solution S_2 d'une monobase B_2 de concentration molaire $C_2=10^{-2}$ mol.L^{-1} et de pH_2 =12 ;

- une solution S_3 d'une monobase B_3 de concentration molaire $C_3=10^{-3}$ mol.L^{-1} et de pH_3 =10,1.

1/ On considère le couple acide base BH^+/B où B est une monobase faible dont sa solution aqueuse est de concentration molaire C.

a- En utilisant l'avancement volumique y, dresser un tableau descriptif d'évolution du système. **{0,75pt}**

b- Etablir l'expression de τ_f (taux d'avancement final de la réaction de la base B avec l'eau) en fonction de pH, pK_e et C en précisant l'approximation utilisée. **{0,5pt}**

c- Montrer que l'une des monobases est forte et que les deux autres sont faibles. **{0,75pt}**

2/ a - Montrer, en précisant l'approximation, que la constante de basicité K_b du couple BH^+/B s'écrit: $K_b = C.\tau_f^2$. **{0,75pt}**

b- En déduire que $pK_b = 2(pK_e – pH) + \log C$. **{0,5pt}**

c- Montrer que les deux monobases faibles étudiées représentent en fait la même monobase. **{0,5pt}**

3/ La solution S_3 de la monobase B_3 est préparée à partir d'un volume V_1=10mL de la solution S_1, en lui ajoutant un volume V_e d'eau. Déterminer la valeur du volume V_e. **{0,5pt}**

Exercice n°2 : (4,75 points)

On considère une solution aqueuse (S_1) d'acide éthanoïque CH_3CO_2H de concentration molaire C_1=0,2mol.L^{-1}, de pH_1 = 2,75.

1/ a- Exprimer le taux final d'avancement τ_{f_1} de la réaction d'ionisation de CH_3CO_2H dans l'eau en fonction de pH_1 et C_1 et calculer sa valeur. **{0,75pt}**

b- Montrer que CH_3CO_2H est faiblement ionisé dans l'eau. **{0,25pt}**

2/ a- Etablir l'expression de la constante d'acidité K_a du couple ($CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-$) en fonction du taux final d'avancement τ_{f_1} et C_1, en précisant à chaque fois l'approximation nécessaire. **{1pt}**

b- Calculer K_a. **{0,25pt}**

3/ A partir d'un volume V_1 de (S_1), on réalise une dilution, par l'ajout d'un volume V_e d'eau pure. La solution (S_2) obtenu est de concentration molaire C_2 et de volume V_2.

a- Montrer que le taux d'avancement final τ_{f_2} de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans la solution (S_2) s'écrit : $\tau_{f_2} = \tau_{f_1}\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$. **{0,75pt}**

b- Exprimer pH_2 de la solution (S_2) en fonction du pH_1, C_1 et C_2. **{0,75pt}**

c- Calculer pH_2 et τ_{f_2} quand $V_e=3V_1$. **{0,5pt}**

d/ Etudier, en le justifiant, l'effet de cette dilution d'un acide faible sur :

- le taux final d'avancement τ_f. **{0,25pt}**

- le pH de la solution. **{0,25pt}**

PHYSIQUE (11 points)

Exercice n°1 : (7 points)

Le circuit schématisé ci-contre (figure-1) comporte :

- un générateur de basse fréquence GBF,
- un résistor de résistance R=120Ω,
- une bobine d'inductance L et de résistance interne r,
- un condensateur de capacité C
- un ampèremètre,
- un voltmètre.

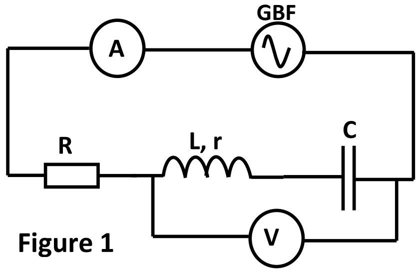


Figure 1

On fixe la fréquence de la tension de sorte que le GBF délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2000\pi t + \frac{\pi}{2})$ de valeur efficace et de phase initiale constantes.

L'intensité du courant qui circule dans le circuit est $i(t)=I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ de valeur efficace indiquée par l'ampèremètre est $I=25\sqrt{2}$ mA.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise sur la voie (1) la tension u(t) et sur la voie (2) la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

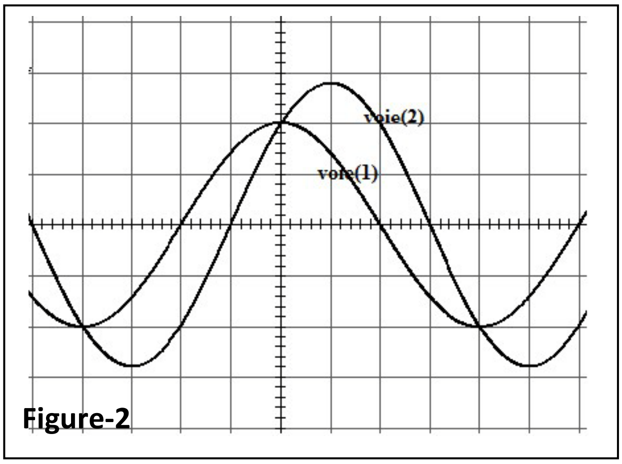


Figure-2

On obtient les oscillogrammes de la figure 2.

Les deux voies ont la même sensibilité verticale, soit $5V.div^{-1}$.

1/ a- Reproduire le schéma du montage de la figure-1, en faisant apparaitre les connexions nécessaires de l'oscilloscope. **{0,5pt}**

b- Déterminer les expressions numériques des tensions de u(t) et $u_c(t)$. **{1pt}**

c- Calculer φ_i. En déduire la nature du circuit. **{0,75pt}**

2/ a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'intensité i(t) est donnée par :

$$(R + r)i(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t)dt = u(t). \qquad \textbf{\{0,5pt\}}$$

b- Effectuer la construction de Fresnel relative à ce circuit en prenant pour échelle : (1cm→2V). **{1pt}**

c- Déduire les valeurs de C, de L et de r. **{1,25pt}**

d- Déterminer l'indication du voltmètre dans ces conditions. **{0,5pt}**

3/ a- En s'appuyant sur la construction de Fresnel, établir l'expression de l'amplitude I_m de l'intensité du courant en fonction de U_m, R, r, L, C et la pulsation ω. **{0,5pt}**

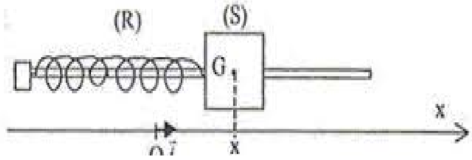
b- Déduire l'expression de l'amplitude Q_m de la charge instantanée du condensateur. **{0,25pt}**

c- Montrer que la pulsation à la résonance de charge est : $\omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2}}$ où ω_0 représente la pulsation propre du résonateur. **{0,5pt}**

d- Préciser, en justifiant, s'il faut augmenter ou diminuer la fréquence N du GBF pour atteindre la résonance de charge. **{0,25pt}**

Exercice n°2 : (4 points)

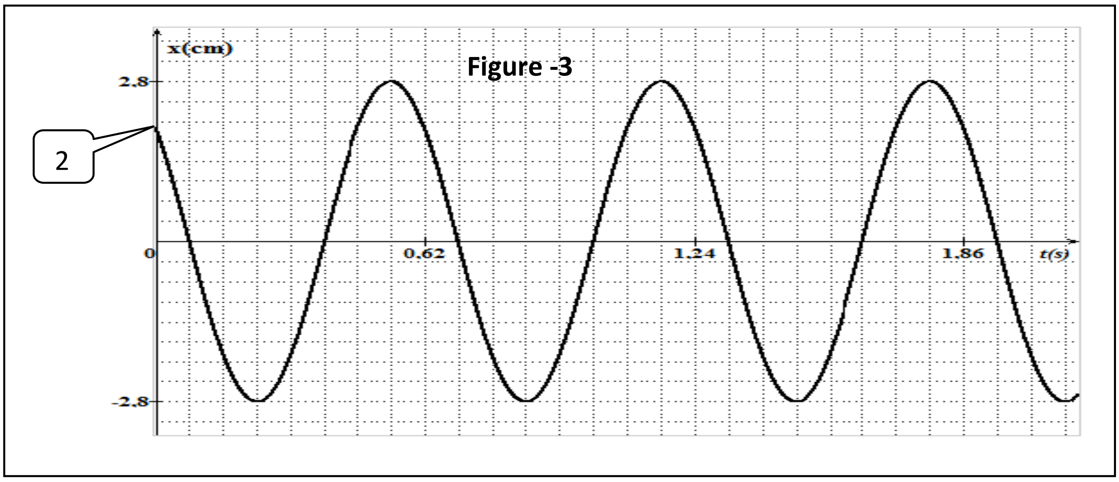
Un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m=195g pouvant coulisser sans frottement le long d'une tige horizontale et attaché à l'extrémité libre d'un ressort (R) de raideur K.



La position de G est définie par son abscisse qu'on désigne par x dans le repère $(O,\vec{i})$, O étant la position d'équilibre de G et $\vec{i}$ un vecteur unitaire de même direction que la tige. La deuxième extrémité du ressort étant fixe dans le repère $(O,\vec{i})$.

A partir d'une certaine date qu'on choisit comme origine du temps, un dispositif approprié a permis d'enregistrer l'évolution de l'élongation x de G en fonction du temps.

La figure -3 représente une partie de la courbe x=f(t)



1/ a- Etablir l'équation différentielle en fonction de l'élongation x(t). **{0,5pt}**

b- Ecrire, en s'aidant de la courbe de la figure-3, l'expression numérique de x(t). **{0,75pt}**.

c- Déterminer la valeur de K. **{0,25pt}**

2/ a- Montrer que l'énergie mécanique E du système (solide + ressort) se conserve. **{1pt}**

b- Calculer la valeur de E. **{0,5pt}**

c- Déterminer, à l'instant initiale, les valeurs de l'énergie potentielle élastique Epe(t=0) et celui de l'énergie cinétique Ec(t=0). **{1pt}**

Chimie : Ex.1.

1/ a-

équation	B	+ H_2O ↔	BH^+	+ OH^-
t=0	C	excès	0	10^{-7}
t>0	C-y	excès	y	y_+10^{-7}
t=t_f	C-y_f	excès	y_f	y_f+10^{-7}

b- $\tau_f = \frac{y_f}{y_{max}}$; avec $y_{max} = C$;

on néglige les ions OH^- provenant de l'eau devant celle provenant de la base : $[OH^-]_f = y_f + 10^{-7} \approx y_f$

$\tau_f = \frac{[OH^-]}{C} = \frac{(Ke/[H_3O^+])}{C} = \frac{10^{pH-pKe}}{C}$;

c- $\tau_{f_1} = \frac{10^{11,1-14}}{10^{-1}}$ = 0,0125<1 donc B_1 est une base faible,

$\tau_{f_2} = \frac{10^{12-14}}{10^{-2}}$ = 1 donc B_2 est une base forte,

$\tau_{f_1} = \frac{10^{10,1-14}}{10^{-3}}$ = 0,125<1 donc B_3 est une base faible.

2/ a- on néglige les ions OH^- provenant de l'eau devant celle provenant de la base : $[OH^-]_f = y_f + 10^{-7} \approx y_f$

Pour une base faible $C >> y_f \rightarrow C + y_f \approx C$

$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{(y_f)(y_f+10^{-7})}{C-y_f} = \frac{y_f^2}{C} = \frac{(C.\tau_f)^2}{C} = C.\tau_f^2$

b- $K_b = C.\tau_f^2 \rightarrow -\log(K_b) = -\log(C.\tau_f^2) \rightarrow pK_b = -\log C - 2\log(\tau_f) \rightarrow pK_b = -\log C - 2\log(\frac{10^{pH-pKe}}{C})$

$pK_b = -\log C - 2\log(10^{pH-pKe}) + 2\log C \rightarrow pK_b = \log C - 2(pH - pKe) \rightarrow pK_b = 2(pKe - pH) + \log C$.

c- $pK_{b1} = 4,8$ et $pK_{b3} = 4,8$ donc B_1 et B_3 sont en fait la même monobase.

3/ Le nombre de fois de dilution est $n = \frac{C_1}{C_3} = 100 \rightarrow V_3 = 100V_1 \rightarrow V_3 = 10x100 = 1000mL$

→le volume d'eau ajouté est V_e = 990mL.

Chimie : Ex.2.

1/ a- $\tau_f = \frac{y_f}{y_{max}}$; avec $y_{max} = C$ et $y_f = [H_3O^+]$ donc $\tau_{f_1} = \frac{10^{-pH\,1}}{C_1} = \frac{10^{-2,75}}{0,2}$=0,00889.

b- τ_{f_1}<1 donc CH_3COOH est un acide faible.

2/ a-

équation	CH_3COOH +	H_2O ↔	CH_3COO^-	+ H_3O^+
t=0	C	excès	0	10^{-7}
t>0	C-y	excès	y	y_+10^{-7}
t=t_f	C-y_f	excès	y_f	y_f+10^{-7}

On néglige les ions H_3O^+ provenant de l'eau devant celle provenant de l'acide : $[H_3O^+]_f = y_f + 10^{-7} \approx y_f$

L'acide éthanoïque est un acide faible : $C >> y_f \rightarrow C + y_f \approx C$.

$K_a = \frac{[CH3COO^-][H_3O^+]}{[CH3COOH]} = \frac{(y_f)(y_f+10^{-7})}{C-y_f} = \frac{y_f^2}{C} = \frac{(C.\tau_f)^2}{C} = C.\tau_f^2$

b- $K_a = 0,2x(0,00889)^2 = 15,8.10^{-6}$

3/ a- Lors d'une dilution K_a ne varie pas : $K_{a_1} = K_{a_2} \rightarrow C_1.\tau_{f1}^2 = C_2.\tau_{f2}^2 \rightarrow \left(\frac{\tau_{f2}}{\tau_{f1}}\right)^2 = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow \tau_{f2} = \tau_{f1}\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$

b- le nombre de fois de dilution $n = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow pH_2 = pH_1 + \frac{1}{2}\log(n) = pH_1 + \frac{1}{2}\log(\frac{C_1}{C_2})$

c- $Ve = 3V_1 \rightarrow V = V_1+Ve = V_1+3V_1 = 4V_1 \rightarrow$ le nombre de fois de dilution n = 4 $\rightarrow pH_2 = 2,75 + \frac{1}{2}\log(4)$ =3,05

et $\tau_{f2} = 0,00889\sqrt{4} = 0,017$.

d- Avant dilution (pH_1 = 2,75) et après dilution (pH_2 = 3,05) → le pH d'une solution acide faible augmente.

Avant dilution (τ_{f1} = 0,00889), après dilution (et τ_{f2}= 0,017) → τ_f d'un acide faible augmente.

Physique : Ex.1.

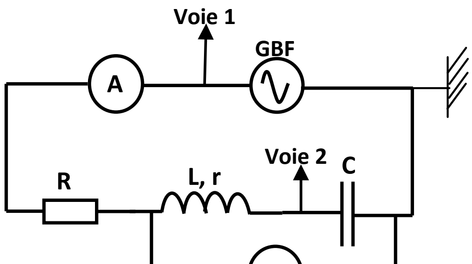


Figure 1

1/ a- voir figure-1.

b- $u(t) = U_m \sin(2000\pi t + \frac{\pi}{2})$

$U_m = 2x5 = 10V \rightarrow u(t) = 10 \sin(2000\pi t + \frac{\pi}{2})$;

$u_C(t) = U_{cm} \sin(2000\pi t + \varphi_{uc})$

$U_{cm} = 2{,}4x5 = 14V$

$\varphi_u - \varphi_{uc} = \frac{2\pi}{T}.\Delta t = \frac{2\pi}{8}x1 = \frac{\pi}{4}\text{rad}$

Or $\varphi_u = \frac{\pi}{2}\text{rad}$, donc $\varphi_{uc} = \frac{\pi}{4}\text{rad}$

$u_C(t) = 14 \sin(2000\pi t + \frac{\pi}{4})$;

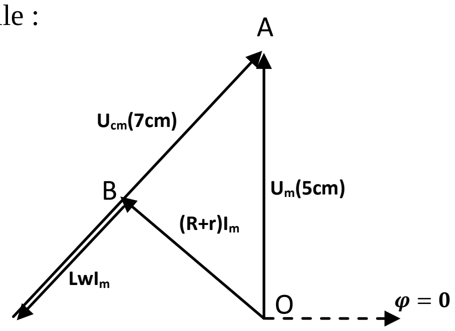
c- $\varphi_i - \varphi_{uc} = \frac{\pi}{2}$ comme $\varphi_{uc} = \frac{\pi}{4}$ donc $\varphi_i = \frac{3\pi}{4}\text{rad}$

$\varphi_i > \varphi_u \rightarrow$ i(t) est en avance de phase sur u(t) $\rightarrow$ le circuit est capacitif.

2/ a- On applique la loi des mailles, et on aboutit à l'équation différentielle :

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

b- Construction de Fresnel



c- $I_m = I\sqrt{2} = 25\sqrt{2}\sqrt{2} = 50mA = 0{,}05A$

$L\,\omega\, I_m = 3{,}5x2 = 7V \rightarrow L = \frac{7}{\omega Im} = \frac{7}{2000x3{,}14x0{,}05} = 0{,}022H$

$RI_m = 120 \text{ x } 0{,}02 = 6V$

$(R+r)I_m = 3{,}5x2 = 7V \rightarrow r = \frac{7}{Im} - R = 20\Omega$

$U_{cm} = \frac{Im}{C\omega} \rightarrow C = \frac{Im}{\omega U_{cm}} = \frac{0{,}05}{2000x3{,}14x14} = 5{,}68.10^{-7}F$

d- L'indication du voltmètre est $U = I\sqrt{r^2 + (\frac{1}{Cw} - Lw)^2} = 5V.$

3/ a- Le théorème de Pythagore appliqué au triangle OAB rectangle en B, donne: $I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2 + (\frac{1}{Cw} - Lw)^2}}$

b- $I_m = \omega\, Q_m \rightarrow$: $Q_m = \frac{I_m}{w} = \frac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2\omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2}}$ on pose $g(\omega) = (R + r)^2\omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2$

c- A la résonance de charge Q_m devient maximale et g(w) devient minimal $g'(\omega) = 0 \rightarrow \omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2}}$

d- Calculons $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}022x5{,}68.10^{-7}}} = 8945 \text{ rad.s}^{-1}$ et $\omega_r = \sqrt{8945^2 - \frac{(120+20)^2}{2x0{,}022^2}} = 7730 \text{ rad.s}^{-1}$

On a $\omega = 2000x3{,}14 = 6280 \text{ rad.s}^{-1}$

$\omega_r > \omega \rightarrow N_r > N \rightarrow$ il faut augmenter la fréquence N pour atteindre la résonance de charge.

Physique : Ex.2.

1/ a- L'équation différentielle : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0.$

b- $x(t) = X_m \sin(2\pi N_0 t + \varphi_x)$; $N_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{0{,}62} = 1{,}61Hz$; $X_m = 2{,}8 \text{ cm} = 2{,}8.10^{-2}$ m

$2{,}8.10^{-2} \sin(\varphi_x) = 0{,}02 \rightarrow \sin(\varphi_x) = 0{,}707 \rightarrow \varphi_x = \frac{\pi}{4}$ ou $\varphi_x = \frac{3\pi}{4}$

x(t) est décroissante au voisinage de t = 0 $\rightarrow \cos(\varphi_x) < 0 \rightarrow \varphi_x = \frac{3\pi}{4}$ rad.

finalement : $x(t) = 2{,}8.10^{-2} \sin(10{,}11t + \frac{3\pi}{4})$ {exprimé en m}

c- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2} = 20 \text{ N.m}^{-1}$

2/ a- $E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$

$\frac{dE}{dt} = kx\frac{dx}{dt} + mv\frac{dv}{dt} = kx\frac{dx}{dt} + m\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dx}{dt}(kx + m\frac{d^2x}{dt^2})$

or d'après l'équation différentielle $kx + m\frac{d^2x}{dt^2} = 0$ donc $\frac{dE}{dt} = 0$, ce qui montre que l'énergie mécanique du système {solide+ressort} est constante au cours du temps.

b- $E = \frac{1}{2}kX_m^2 = 8.10^{-3}$ J.

c- A t = 0, $E_{pe} = \frac{1}{2}kx_0^2 = 4.10^{-3}$ J et on a $E = E_{pe} + E_c \rightarrow E_c = E - E_{pe} = 4.10^{-3}$ J.