



## EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES TS1

(Durée : 04 h)

### EXERCICE 1 : (03 points)

On introduit 4,83 g d'un monoacide carboxylique saturé dans de l'eau pour obtenir 1 litre de solution. Dans un bécher contenant 30 mL de cette solution on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_B = 10^{-1}$  mol/L. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau de mesures ci-dessous.

$V_B$ (mL)	0	5	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
pH	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

**1.1** - Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume  $V_B$  de base versé. (01 pt)

Echelle : 1 cm pour 5 mL d'hydroxyde de sodium versé ; 1 cm pour 1 unité pH

**1.2** - Déduire graphiquement :

**1.2.1**- Une valeur approchée de la concentration molaire volumique  $C$  de la solution aqueuse d'acide. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide. (0,75 pt)

**1.2.2**- Le  $pK_a$  du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré. (0,25 pt)

**1.3** - Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume  $V_B = 28$  mL de solution d'hydroxyde de sodium. (0,5 pt)

**1.4** - On désire réaliser une solution tampon de pH = 4 et de volume  $V$  à partir de l'acide considéré.

**1.4.1**- Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon. (0,25 pt)

**1.4.2**- Proposer une méthode pour obtenir cette solution tampon. (0,25 pt)

### EXERCICE 2: Etude comparative de trois bases. (03 points)

**Données :**

- Toutes les expériences sont faites à la même température supposée constante et égale à 25°C, température à laquelle  $pK_e = 14$ .
- On néglige dans tout ce qui suit les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

Pour préparer trois solutions aqueuses ( $S_1$ ), ( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) de même concentration molaire  $C_0 = 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>, on dissout respectivement trois monobases  $B_1$ ,  $B_2$  et  $B_3$  dans l'eau pure.

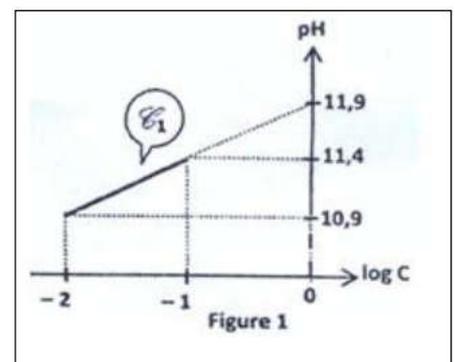
#### **2.1. Etude de la base $B_1$ appartenant au couple $B_1H^+/B_1$**

**2.1.1.** La mesure du pH au cours de la dilution de ( $S_1$ ) pour des valeurs de la concentration  $c$  allant de  $10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> à  $10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>, a permis de tracer la courbe  $C_1$  de la **figure 1**.

**a.** A partir de la courbe  $C_1$ , montrer que la relation qui lie le pH

à  $\log c$  est :  $pH = 11,9 + \frac{1}{2} \log c$ . (0,25 pt)

**b.** A partir de la relation qui lie le pH à  $\log c$ , déduire que la base  $B_1$  n'est pas une monobase forte. (0,25 pt)



**2.1.2.** On considère une solution aqueuse  $S$  d'une base faible  $B$ , de concentration  $c$ .

**a.** Ecrire l'équation-bilan d'ionisation dans l'eau de cette base  $B$  et recenser toutes les espèces chimiques présentes dans la solution. (0,5 pt)

**b.** Montrer que le pH de la solution  $S$  s'écrit :  $pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \log c)$  en précisant les approximations utilisées. (0,25 pt)

**c.** En déduire la valeur  $pK_{a1}$  du couple  $B_1H^+/B_1$  en utilisant la question 2.1.1.a). (0,25 pt)

## 2.2. Etude des bases B<sub>2</sub> et B<sub>3</sub>

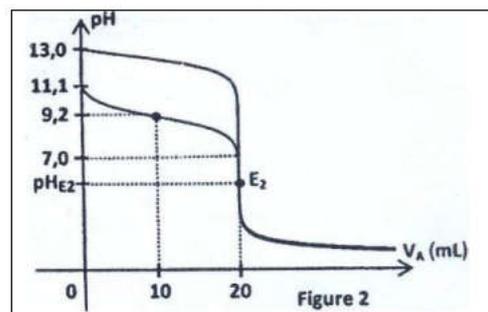
Les pH des solutions (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Solution	(S <sub>2</sub> )	(S <sub>3</sub> )
pH	11,1	13,0

**2.2.1.** Pour chacune de ces solutions basiques de concentration C<sub>0</sub>, on définit le coefficient d'ionisation par la relation :  $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_0}$

- Montrer que  $\alpha$  peut se mettre sous la forme :  $\alpha = \frac{10^{pH-pK_e}}{C_0}$  (0,25 pt)
- Calculer les coefficients d'ionisation  $\alpha_2$  et  $\alpha_3$  respectivement pour les solutions (S<sub>2</sub>) et (S<sub>3</sub>) et en déduire que B<sub>2</sub> est une base faible alors que B<sub>3</sub> est une base forte. (0,5 pt)

**2.2.2.** On ajoute progressivement et séparément aux deux volumes V<sub>S2</sub> = 10 mL de S<sub>2</sub> et V<sub>S3</sub> = 10 mL de S<sub>3</sub>, une solution d'acide nitrique HNO<sub>3</sub> (acide fort) de concentration molaire C<sub>A</sub>. La mesure du pH, après chaque ajout d'un volume V<sub>A</sub> de la solution acide, a permis de tracer dans chaque cas, la courbe pH = f(V<sub>A</sub>). Les courbes C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> obtenues sont représentées sur la **figure 2**.



- Identifier et reproduire la courbe C<sub>3</sub> qui correspond à l'évolution du pH du mélange réactionnel entre (S<sub>3</sub>) et la solution d'acide nitrique. (0,25 pt)
- Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C<sub>A</sub>. (0,25 pt)
- En exprimant la courbe C<sub>2</sub>, déterminer la valeur de pK<sub>a2</sub> du couple B<sub>2</sub>H<sup>+</sup>/B<sub>2</sub> et vérifier que B<sub>2</sub> est une base plus faible que B<sub>1</sub>. (0,5 pt)

## Exercice 3 : (05 points)

Des ions positifs isotopes du zinc  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  et  $^x\text{Zn}^{2+}$  de même charge  $q = 2e$  avec  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ , de masse respective  $m = 68u$  et  $m' = xu$  avec  $u = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ , émis à partir du point O<sub>1</sub> avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub> par la tension  $|U_0| = |U_{P1P2}| = 5\text{ kV}$  existant entre les plaques P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>. Ils se déplacent dans le vide suivant la direction Ox. On négligera le poids devant les autres forces.

### 3.1. ACCELERATION DES IONS :

**3.1.1.** Quel est le signe de la tension U<sub>0</sub>? (0,25 pt)

**3.1.2.** Calculer la vitesse v de l'isotope  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  en O<sub>2</sub>. (0,25 pt)

**3.1.3.** Si v et v' désignent respectivement les vitesses en O<sub>2</sub> des deux isotopes, donner la relation entre v, v', m et m'. (0,5 pt)

**3.1.4.** Le rapport v' / v = 1,03; en déduire la valeur entière x du nombre de masse de l'ion  $^x\text{Zn}^{2+}$ . (0,25 pt)

### 3.2. FILTRE DE VITESSE :

Arrivés en O<sub>2</sub>, les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- Deux plaques horizontales M et N distantes de d=20 cm entre lesquelles on établit une différence de potentiel  $U = V_M - V_N = 1,68\text{ kV}$ .

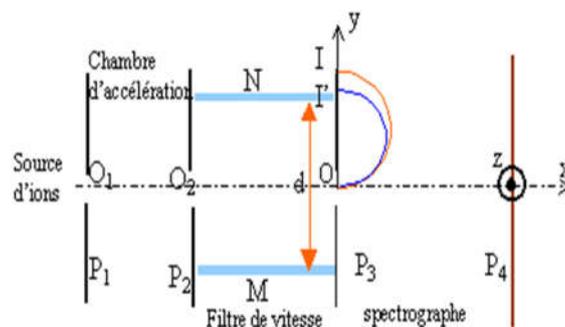
- Un dispositif du type bobines de Helmholtz qui crée dans l'espace inter plaques un champ magnétique de direction O<sub>2</sub>Z, perpendiculaire aux vitesses v et v' ainsi qu'au champ électrique E.

**3.2.1.** Quel doit être le sens du champ magnétique B pour que les ions  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  arrivant en O<sub>2</sub> avec la vitesse v traversent le dispositif en ligne droite? (0,25 pt)

**3.2.2.** Exprimer B en fonction de v, U, d. Calculer B en mT. (0,5 pt)

**3.2.3.** Répondre par vrai ou faux à la proposition suivante: " les ions  $^x\text{Zn}^{2+}$  qui arrivent en O<sub>2</sub> avec la vitesse v' sont déviés vers la plaque N". (0,25 pt)

**3.2.4.** Quelle doit être la valeur de B' du champ magnétique pour que les ions  $^x\text{Zn}^{2+}$  traversent le dispositif sans subir de déviation. (0,25 pt)



### 3.3. SPECTROGRAPHE DE MASSE :

En faisant varier la valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire passer par le point O l'un ou l'autre des isotopes. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique  $B_0$  dirigé suivant Oz tel que  $B_0=0,5 \text{ T}$ .

**3.3.1.** Quel doit être le sens de ce champ pour que les ions soient déviés vers les y positifs? (0,25 pt)

**3.3.2.** Donner l'expression du rayon R de la trajectoire de l'ion de masse m et de charge q et de vitesse v. (0,25 pt)

**3.3.3.** Exprimer la différence R-R' des rayons des trajectoires que décrivent les deux sortes d'ions en fonction de R et de x. (0,5 pt)

**3.3.4.** La distance entre les points d'impact I et I' sur la plaque P<sub>3</sub> est  $\Pi'=a= 7,2\text{mm}$ . Exprimer en fonction de a et R le nombre de masse x de l'ion  ${}^x\text{Zn}^{2+}$  et calculer sa valeur numérique. (0,5 pt)

### EXERCICE 4 : (04 points)

On étudie la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique, pour cela on réalise le montage (fig.1) comportant :

- Un générateur idéal de tension de f.e.m E.
- Deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1 = 2\text{k}\Omega$  et  $R_2$  inconnue.
- Un condensateur de capacité C d'armatures A et B.
- Un interrupteur à deux positions 1 et 2.

#### 4.1. La charge du condensateur :

**4.1.1.** Le condensateur étant initialement déchargé, A la date  $t = 0\text{s}$ , on bascule l'interrupteur en position 1. Reproduire le schéma nécessaire pour la charge et représenter par des flèches, les tensions  $u_c$  aux bornes du condensateur et  $u_{R_1}$  aux bornes du résistor  $R_1$ . (0,75 pt)

**4.1.2.** Donner l'expression de  $u_{R_1}$  en fonction de l'intensité du courant i et de  $R_1$ . Que peut-on conclure à partir de cette relation ? (0,5 pt)

**4.1.3.** On se propose d'étudier les caractéristiques de ce dipôle.

a). Etablir l'équation différentielle régissant les variations de  $u_c(t)$ . (0,5 pt)

b). Trouver A, B et  $\alpha$  pour que  $u_c = A + Be^{-\alpha t}$  soit solution de l'équation différentielle. (0,75 pt)

c). Définir la constante de temps  $\tau$  d'un dipôle RC. Montrer que  $\tau$  est homogène à un temps. (0,5 pt)

**4.1.4.** Exploitation de la courbe.

a). A partir de la courbe  $u_c = f(t)$  (fig.2), trouver la valeur de la f.e.m E du générateur et celle de la constante de temps  $\tau_1$  du dipôle  $R_1 C$ . Déduire la valeur de la capacité C du condensateur. (0,75 pt)

b). Calculer la charge de l'armature B du condensateur à  $t = \tau_1$ . (0,25 pt)

#### 4.2. La décharge du condensateur :

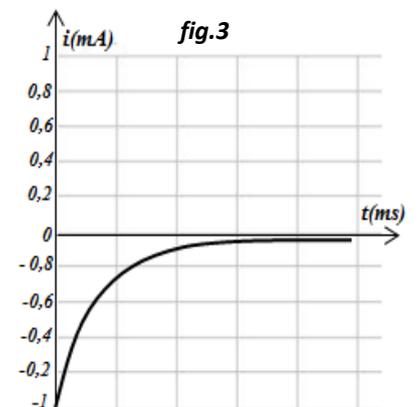
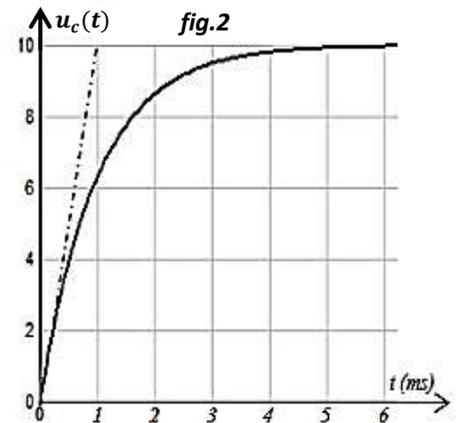
Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur K en position 2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates.

**4.2.1.** Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit  $u_{R_2}(t)$ . (0,75 pt)

**4.2.2.** On donne le graphe qui représente les variations de l'intensité i en fonction du temps (fig.3).  $u_{R_2} = -Ee^{-t/\tau_2}$  (avec  $\tau_2 = R_2 C$ ) est solution de l'équation différentielle précédente.

a). En utilisant le graphe, déterminer  $R_2$  puis calculer  $\tau_2$ . (0,75 pt)

b). Montrer qu'à la date  $t = 5\text{ms}$  l'énergie dissipée par effet joule dans le résistor  $R_2$  est  $W_{R_2} = 6,845 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ . (0,5 pt)



### EXERCICE 5: (05 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques et après avoir effectué le tirage au sort, l'élève MOUSSA a eu comme sujet : « Détermination des caractéristiques d'un circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé/résonance d'intensité à l'oscilloscope. ». Pour atteindre ce but, le professeur a mis à la disposition de l'élève le circuit électrique de la figure 1 comporte en série : - un résistor (R) de résistance  $R = 170 \Omega$  ; - une bobine (L) d'inductance L et de résistance propre r ; - un condensateur (C) de capacité  $C = 2,5 \mu F$

Un générateur (G) impose aux bornes A et D de l'ensemble R, L, C une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence N réglable et de valeur efficace U constante

Un voltmètre (V) branché aux bornes A et B de l'ensemble (L ; C) mesure la valeur de la tension efficace  $U_{AB}$ .

**5.1.** A l'aide d'un oscilloscope bicourbe à deux entrées Y1 et Y2 on veut visualiser la tension  $u(t)$  sur la voie Y2 et  $u_R(t)$  sur la voie Y1. Faire les connexions nécessaires sur la **figure 1** (0,25 pt)

**5.2.** Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité  $i(t)$  du courant. (0,5 pt)

**5.3.** On règle la fréquence du générateur à la valeur  $N_1$  et sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes 1 et 2 de la **figure 2**. Balayage horizontal :  $0,2\pi ms/div$  et sensibilité verticale :  $5V/div$

**5.3.1.** Montrer que l'oscillogramme 2 correspond à  $u(t)$ . (0,25 pt)

**5.3.2.** Quel est l'oscillogramme qui nous permet de poursuivre les variations  $i(t)$ . Justifier la réponse. (0,25 pt)

**5.3.3.** Calculer l'amplitude  $I_m$  de l'intensité  $i(t)$ . Déduire la valeur de l'impédance Z. (0,25 pt)

**5.3.4.** Calculer le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ . Déduire le caractère inductif, capacitif, ou résistif du circuit. (0,5 pt)

**5.4.** Faire la construction de Fresnel dans ce cas. Déterminer les valeurs de L et r. (0,75 pt)

**5.5.** Pour une fréquence N quelconque,

**5.5.1.** Exprimer la puissance moyenne P absorbée par l'oscillateur électrique en fonction de :  $U_m$ , R, r, L, C, et N. (0,5 pt)

**5.5.2.** P peut prendre une valeur maximale  $P_2$  pour une fréquence  $N_2$ . Montrer que  $N_2 = 159 Hz$ . (0,25 pt)

**5.5.3.** Exprimer  $P_2$  en fonction de R, r, et  $U_m$  puis calculer sa valeur. (0,5 pt)

**5.6.** La fréquence est toujours égale à  $N_2$

**5.6.1.** Ecrire l'expression de l'intensité  $i(t)$ . (0,25 pt)

**5.6.2.** Quelle est la valeur de la tension indiquée par le voltmètre (V) dans ces conditions. Y'a-t-il surtension ? Justifier. (0,75 pt)

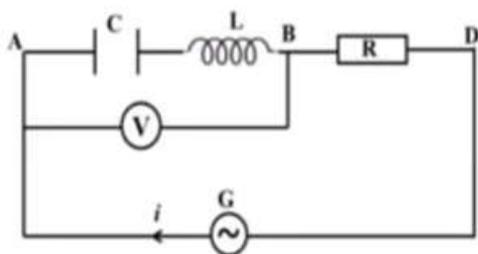


Figure 1

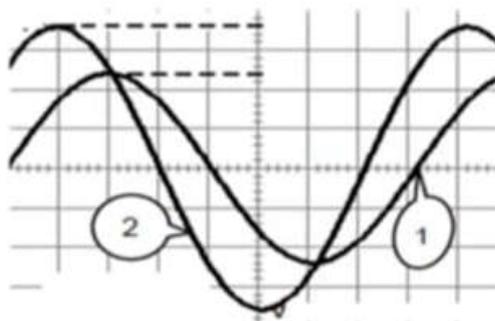


Figure 2

Balayage horizontal :  $0,2\pi ms/div$  et sensibilité verticale :  $5V/div$

**FIN DU SUJET**