



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⁻¹, on dissout respectivement trois monobases B_1 , B_2 et B_3 dans l'eau pure.

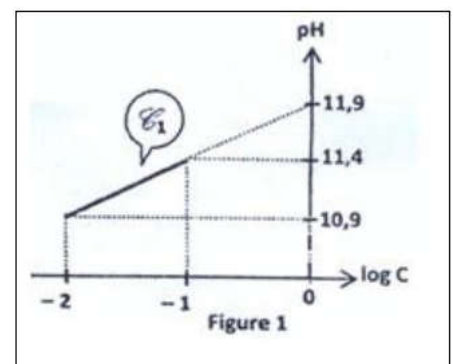
2.1. Etude de la base B_1 appartenant au couple B_1H^+/B_1

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⁻¹ à 10^{-1} mol.L⁻¹, 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 B₂ et B₃

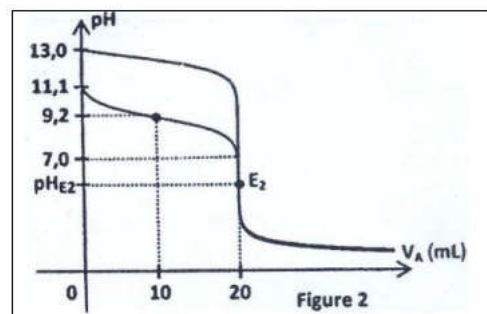
Les pH des solutions (S₂) et (S₃) sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Solution	(S ₂)	(S ₃)
pH	11,1	13,0

2.2.1. Pour chacune de ces solutions basiques de concentration C₀, on définit le coefficient d'ionisation par la relation : $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_0}$

- Montrer que α peut se mettre sous la forme : $\alpha = \frac{10^{pH-pK_e}}{C_0}$ (0,25 pt)
- Calculer les coefficients d'ionisation α_2 et α_3 respectivement pour les solutions (S₂) et (S₃) et en déduire que B₂ est une base faible alors que B₃ est une base forte. (0,5 pt)

2.2.2. On ajoute progressivement et séparément aux deux volumes V_{S2} = 10 mL de S₂ et V_{S3} = 10 mL de S₃, une solution d'acide nitrique HNO₃ (acide fort) de concentration molaire C_A. La mesure du pH, après chaque ajout d'un volume V_A de la solution acide, a permis de tracer dans chaque cas, la courbe pH = f(V_A). Les courbes C₂ et C₃ obtenues sont représentées sur la **figure 2**.



- Identifier et reproduire la courbe C₃ qui correspond à l'évolution du pH du mélange réactionnel entre (S₃) et la solution d'acide nitrique. (0,25 pt)
- Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C_A. (0,25 pt)
- En exprimant la courbe C₂, déterminer la valeur de pK_{a2} du couple B₂H⁺/B₂ et vérifier que B₂ est une base plus faible que B₁. (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 O₁ avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O₁ et O₂ par la tension $|U_0| = |U_{P1P2}| = 5\text{ kV}$ existant entre les plaques P₁ et P₂. 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 U₀? (0,25 pt)

3.1.2. Calculer la vitesse v de l'isotope $^{68}\text{Zn}^{2+}$ en O₂. (0,25 pt)

3.1.3. Si v et v' désignent respectivement les vitesses en O₂ 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 O₂, 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 $U = V_M - V_N = 1,68\text{ kV}$.

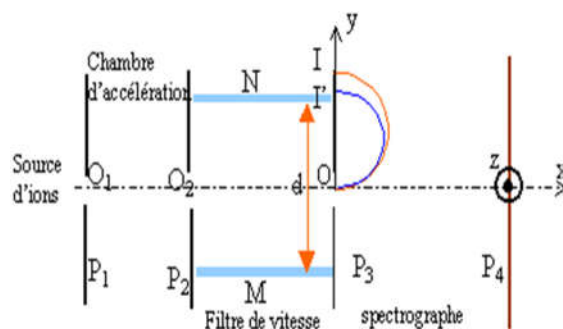
- Un dispositif du type bobines de Helmholtz qui crée dans l'espace inter plaques un champ magnétique de direction O₂Z, perpendiculaire aux vitesses v et v' ainsi qu'au champ électrique E.

3.2.1. Quel doit être le sens du champ magnétique B pour que les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ arrivant en O₂ 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 O₂ 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 $B_0=0,5$ 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 P₃ est $\Pi'=a=7,2$ 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 $t = 0$ 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 α pour que $u_c = A + Be^{-\alpha t}$ soit solution de l'équation différentielle. (0,75 pt)

c). Définir la constante de temps τ d'un dipôle RC. Montrer que τ 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 τ_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 :

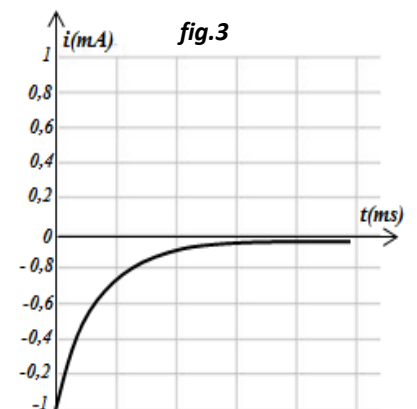
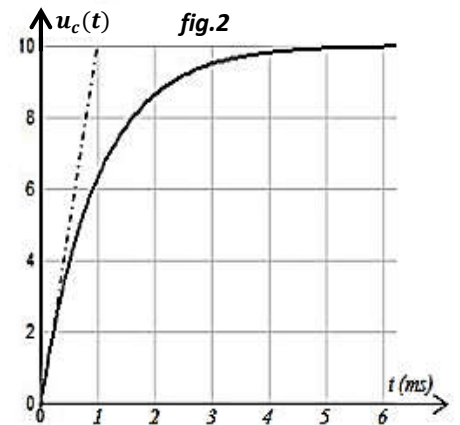
Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur K en position 2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates.

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 τ_2 . (0,75 pt)

b). Montrer qu'à la date $t = 5$ ms l'énergie dissipée par effet joule dans le résistor R_2 est $W_{R_2} = 6,845 \cdot 10^{-6}$ 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. (0,25pt)

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. (0,5pt)

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 $N_2=159Hz$. (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)

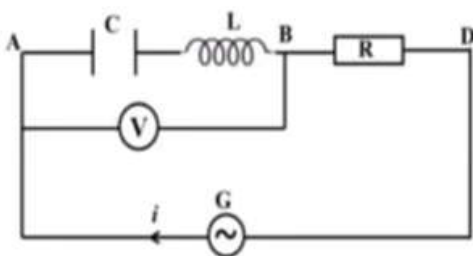


Figure 1

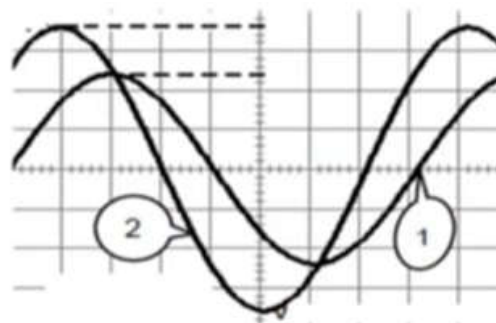


Figure 2

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

FIN DU SUJET