



Epreuve du 2e Semestre 2023

Classe : TS2

Durée : 04 h

SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 1 : 04,75 points

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.

Une monobase B est considérée faiblement ionisée dans l'eau, si le taux d'avancement α de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à $5 \cdot 10^{-2}$.

Partie I

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

Les résultats de la mesure du pH de chacune des solutions préparées sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
pH	11,4	11,1	13,0

- 1.1. Montrer que B_1 et B_2 sont deux bases faibles alors que B_3 est une base forte. (0,75pt)
- 1.2. La mesure du pH au cours de la dilution de (S_1) pour des valeurs de la concentration C allant de $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, a permis de tracer $\text{pH} = f(\log C)$ courbe C_1 de la figure 1.

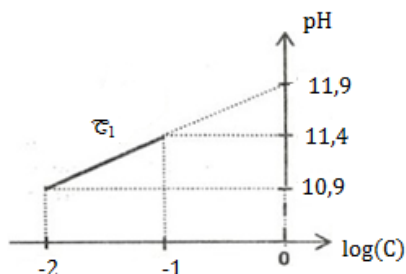


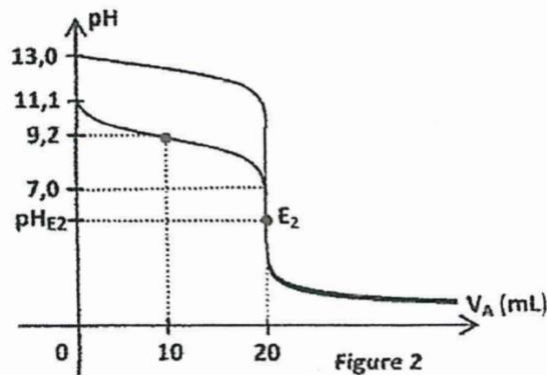
Figure 1

- 1.2.1. En utilisant l'expression de α , que l'on établira, vérifier que la base B_1 est faiblement ionisée dans l'eau. (0,5pt)
- 1.2.2. En précisant les approximations utilisées, établir la relation qui lie pH à $\log C$ et montrer qu'elle s'écrit sous la forme $\text{pH} = b + a \log C$. Trouver les valeurs de a et b. (0,75pt)
- 1.2.3. Calculer la valeur de pK_{a1} du couple B_1H^+/B_1 . (0,25pt)

Partie II

- 1.3. A un même volume $V_{B2} = 10 \text{ mL}$ de (S_2) et $V_{B3} = 10 \text{ mL}$ de (S_3), on ajoute progressivement et séparément une solution d'acide nitrique HNO_3 (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 $\text{pH} = f(V_A)$. Les courbes C_2 et C_3 obtenues sont représentées sur la figure 2.

2/4



- 1.3.1.** Identifier la courbe C_3 qui correspond à l'évolution du $\text{pH} = f(V_A)$ du mélange réactionnel entre (S3) et la solution d'acide nitrique. **(0,25pt)**
- 1.3.2.** Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C_A . **(0,5pt)**
- 1.3.3.** En exploitant la courbe C_2 déterminer la valeur de $\text{p}K_{a2}$ du couple B_2H^+/B_2 et vérifier que B_2 est une base plus faible que B_1 . **(0,5pt)**
- 1.3.4.** Ecrire l'équation de la réaction entre B_2 et l'acide nitrique. Montrer que cette réaction est pratiquement totale. **(0,75pt)**
- 1.3.5.** Montrer, sans faire de calcul, que la solution obtenue à l'équivalence au point E_2 est acide. **(0,25pt)**
- 1.3.6.** Calculer pH_{E2} du mélange obtenu à l'équivalence sachant que le pH dans ces conditions s'écrit : $\text{pH} = 1/2 (\text{p}K_{a2} - \log C)$; où C est la concentration de l'acide B_2H^+ à l'équivalence. **(0,25pt)**

Exercice 2 : 03,25 point

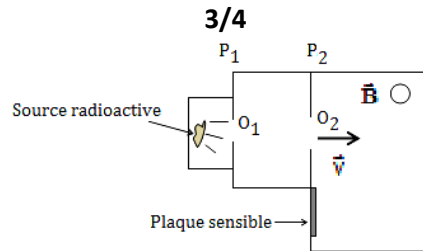
Un dipeptide obtenu par condensation d'une molécule de glycine (acide 2-aminoéthanoïque) et d'une molécule d'un autre acide aminé A. La molécule de A ne comporte que des atomes de C, O, H et N par ailleurs elle possède un seul carbone asymétrique.

- 2.1.** Le dipeptide a une masse molaire $M = 146 \text{g/mol}$.
- 2.1.1.** Déterminer les formules semi-développées possibles du dipeptide. **(0.75 pt)**
- 2.1.2.** Donner la formule semi développée de A et son nom dans la nomenclature officielle. **(0.5 pt)**
- 2.1.3.** Représenter les deux énantiomères de A à l'aide de la représentation de Fischer en précisant leur configuration. **(0.5pt)**
- 2.2.** On désire obtenir uniquement le dipeptide D_1 dans lequel la glycine est l'acide aminé C-terminal. Ecrire la formule semi développée de D_1 . Combien d'atome(s) de carbone asymétrique(s) possède le dipeptide D_1 ? Le(s) marquer par un astérisque (C^*) sur la formule de D_1 . **(0.5pt)**
- 2.3.** En solution aqueuse, l'acide α -aminé A donne un ion dipolaire appelé Zwitterion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution.
- 2.3.1.** Ecrire les équations des deux réactions du Zwitterion avec l'eau. **(0.5pt)**
- 2.3.2.** Attribuer aux couples acide-base du Zwitterion les valeurs de $\text{p}K_A$; $\text{p}K_1 = 2.3$ et $\text{p}K_2 = 9.7$. **(0.25pt)**
- 2.3.3.** Dans le duodénum, partie initiale de l'intestin grêle où le pH est voisin de 7,4, l'espèce prédominante a un rôle essentiel dans la digestion des aliments et l'assimilation des minéraux. Quelle est cette espèce dominante ? **(0.25pt)**

Exercice 3 : 03,75 points

Mouvement dans le champ électrique

Une source radioactive émet des particules α (noyaux d'hélium He^{2+}). Elles sortent par l'ouverture O_1 avec une vitesse négligeable à l'instant $t=0$ s. Chaque particule est ensuite accélérée entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2 séparées par une distance $d=10\text{cm}$. La tension d'accélération est $U_0=1,0 \cdot 10^3 \text{V}$.



- 3.1.** Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F} qui s'exerce sur la particule α entre les plaques P_1 et P_2 et en déduire la plaque de potentiel plus élevé. **(0,5pt)**
- 3.2.** Le mouvement d'une particule α entre les ouvertures O_1 et O_2 est rectiligne, uniformément accéléré.
- 3.2.1.** Calculer la valeur de l'accélération a_1 . **(0,5pt)**
- 3.2.2.** Etablir les équations horaires du mouvement $v_1(t)$ et $x(t)$. **(0,5pt)**
- 3.2.3.** Calculer le temps t_1 mis par la particule α pour aller de O_1 à O_2 . Quelle est sa vitesse à la sortie du champ électrique. **(0,5pt)**

Mouvement dans le champ magnétique

La particule α pénètre ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} d'intensité $B = 0,2$ T, orthogonal au plan de la figure.

- 3.3.** Quel doit être le sens de \vec{B} pour que la particule α soit déviée vers la plaque sensible ? **(0,25pt)**
- 3.3.1.** Montrer que le mouvement de la particule α est circulaire uniforme. **(0,25pt)**
- 3.3.2.** Déterminer le rayon R de sa trajectoire, son accélération a_2 et le temps mis t_2 pour atteindre la plaque sensible. **(0,75pt)**

Diagrammes du mouvement

- 3.4.** Sans soucis d'échelle représenter graphiquement l'accélération $a(t)$ et la vitesse $v(t)$ de la particule au cours des deux phases du mouvement. **(0,5pt)**

On donne : $m_\alpha = 4u$; $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Exercice 4 : 05 points

A- Etude d'un dipôle (R,C)

On associe en série un générateur basse fréquence (GBF), un résistor $R = 10 \text{ k}\Omega$, un condensateur de capacité $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$ et un interrupteur. Le GBF délivre une tension u , rectangulaire telle que $u(t) = U_0 = 10 \text{V}$ sur l'intervalle $\left[0 ; \frac{T}{2}\right]$ et $u(t) = 0$ sur l'intervalle $\left[\frac{T}{2} ; T\right]$.

- 4.1.** Représenter $u(t)$ sur l'intervalle $[0 ; T]$. **(0,25pt)**
- 4.2.** A l'instant $t=0$ on ferme l'interrupteur et la tension $u(t)$ prend la valeur U_0 .
- 4.2.1.** Faire un schéma du circuit en indiquant le sens du courant et les flèches des différentes tensions aux bornes des dipôles. **(0,5pt)**
- 4.2.2.** Etablir l'équation différentielle caractérisant la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur pendant la première demi-période de $u(t)$. **(0,25pt)**
- 4.3.** On donne comme solution de l'équation différentielle : $u_c(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$
- 4.3.1.** Déterminer littéralement et numériquement A et α . **(0,5pt)**
- 4.3.2.** En déduire l'expression de $u_c(t)$. **(0,25pt)**
- 4.3.3.** Vérifier que la solution trouvée satisfait aux conditions initiales. **(0,25pt)**
- 4.3.4.** Donner l'allure de la tension $u_c(t)$ dans le cas où $\frac{T}{2}$ est très supérieur au produit RC . **(0,25pt)**
- 4.3.5.** En déduire l'énergie stockée à chaque instant par le condensateur. **(0,25pt)**
- 4.3.6.** Que vaut cette énergie en fin de charge ($\frac{T}{2} \gg RC$) ? **(0,25pt)**
- 4.3.7.** A quel instant t , la charge est égale au centième de sa valeur maximale ? **(0,25pt)**

B- Etude d'un dipôle (R,L)

On considère une bobine d'inductance $L=30\text{mH}$ monté en série avec une résistance $R=4,00\ \Omega$. On établit à ces bornes, à la date $t=0$, une tension $U=20\text{V}$.

4.4. A la date $t=0$, l'inverseur K est fermé.

4.4.1. Décrire brièvement ce qui va se passer. Quel en est le phénomène responsable ? (0,5pt)

4.4.2. Etablir l'équation différentielle reliant l'intensité i du courant à la date t . (0,25pt)

4.4.3. Vérifier que $i = \frac{U}{R}(1 - e^{-t/\tau})$ est la solution de cette équation différentielle où τ la constante de temps, exprimer puis calculer τ . (0,5pt)

4.4.4. Etablir les expressions de U_R et de U_L en fonction du temps. (0,5pt)

4.5. Calculer l'énergie magnétique "stockée" dans la bobine à la date $t=0$ puis en régime permanent. (0,25 pt)

Exercice 5 : 03,25 points

Une roue mobile autour d'un axe (Δ) horizontal, constituée de rayons rigides en cuivre de longueur $R = 9\text{ cm}$ régulièrement répartie est plongée dans un champ magnétique \vec{B} uniforme et perpendiculaire au plan de la figure. Lorsqu'on baisse l'interrupteur K, on observe la rotation de la roue dans le sens indiqué sur la figure.

5.1. Expliquer pourquoi il y a ce mouvement de rotation. (0,25 pt)

5.2. Préciser le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} (0,25 pt)

5.3. La roue tourne à 75tours/min et la puissance mécanique est de 5,4 mW. Calculer la valeur du champ magnétique uniforme B. On donne $I = 8,5\text{A}$ (0,5pt)

5.4. La moitié du rayon inférieur est seulement baigné dans le même champ magnétique \vec{B} on permute les bornes du générateur.

5.4.1. Est-ce qu'on a le même sens de rotation ? Justifier. (0,5pt)

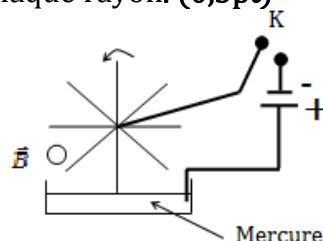
5.4.2. Donner l'expression de la puissance de la force de Laplace. (0,5pt)

5.5. On enlève le générateur et on le remplace par un résistor de résistance $R'=0,12\Omega$. Un dispositif impose à la roue un mouvement de rotation uniforme avec vitesse angulaire de 75tours/min dans le sens trigonométrique.

5.5.1. Donner l'expression de la surface dS balayée par un rayon par un temps dt . (0,25pt)

5.5.2. Quelle est la valeur de la f.é.m. qui apparait à chaque rayon ? (0,5pt)

5.5.3. Calculer l'intensité du courant qui traverse chaque rayon et préciser les caractéristiques de la force de Laplace apparue sur chaque rayon. (0,5pt)



FIN DU SUJET