



SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 : (03 points)

Les êtres vivants sont constitués environ d'une vingtaine d'acides alpha-aminés. Ils jouent un rôle crucial dans les cellules des êtres vivants et constituent l'essentiel de la masse du corps humain. Transformée par le foie en source d'énergie, l'alanine contribue à la formation des globules blancs. On peut retrouver l'alanine dans des aliments tels que la viande et le poisson.

L'alanine est un acide α -aminé de formule $R-CH(NH_2)-COOH$ où R est un radical alkyle.

1.1 Le pourcentage massique de carbone dans la molécule d'alanine est de 40,44%.

1.1.1 Montrer que sa formule brute est $C_3H_7NO_2$. (0,25 pt)

1.1.2 Ecrire sa formule semi-développée puis donner son nom dans la nomenclature systématique. (0,5 pt)

1.1.3 La molécule d'alanine est-elle chirale ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

1.1.4 Donner les représentations de Fischer de ses énantiomères. (0,25 pt)

1.2 Dans une solution aqueuse d'alanine, apparaît un ion dipolaire appelé Zwitterion. Les valeurs des pK_A des couples acide/base associés au Zwitterion sont $pK_{A1} = 2,33$ et $pK_{A2} = 9,71$.

1.2.1 Expliquer la formation du Zwitterion. (0,25 pt)

1.2.2 Montrer le caractère amphotère de cet ion. (0,25 pt)

1.2.3 L'analyse d'une portion de viande de veau montre qu'elle contient 1 780 mg d'alanine. On récupère toute la masse d'alanine contenue dans cette viande que l'on dissout dans 500 mL d'eau pure. On obtient ainsi une solution (S) de $pH = 2$.

Calculer la concentration molaire volumique de l'espèce majoritaire dans la solution (S). (0,5 pt)

1.3 On considère deux acides α -aminés dont l'alanine notée A et l'autre noté B. On effectue les réactions chimiques suivantes :

- $A + CH_3 - CH_2 - OH \rightleftharpoons A' + H_2O$
- $B + CH_3 - CO - Cl \rightarrow B' + HCl$
- $A' + B' \rightarrow C + H_2O$

Le corps C a la formule suivante : $CH_3 - CH_2 - O - CO - CH(CH_3) - NH - CO - CH_2 - NH - CO - CH_3$
Par un raisonnement clair (succinct), déterminer les formules semi-développées des composés A', B et B'.

(0,75 pt)

Données masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: C(12), O (16) ; H(1) et N(14)

EXERCICE 2 (03 points)

Les acides carboxyliques sont des substances chimiques que l'on retrouve dans des composés organiques naturels ou synthétiques.

On s'intéresse à l'étude d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de formule C_2H_5-COOH .

Données : $pK_A (C_2H_5-COOH / C_2H_5-COO^-) = 4,9$

2.1 On dispose d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration molaire C et de $pH = 2,9$.

2.1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau. (0,25 pt)

2.1.2 Exprimer le pH de la solution en fonction du pK_A du couple $C_2H_5-COOH / C_2H_5-COO^-$ et des concentrations des deux espèces chimiques C_2H_5-COOH et $C_2H_5-COO^-$ en solution. (0,5 pt)

2.1.3 Montrer que le degré ou le coefficient de dissociation α de l'acide propanoïque dans cette solution peut s'écrire sous la forme : $\alpha = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$ Calculer sa valeur. (0,75 pt)

2.2 On prélève un échantillon de volume V_A d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration molaire C_A auquel on ajoute progressivement une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_B . On suit les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de

solution d'hydroxyde de sodium ajouté. V_{BE} est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence.

A partir des mesures obtenues, on a tracé la courbe représentant les variations du pH du mélange en

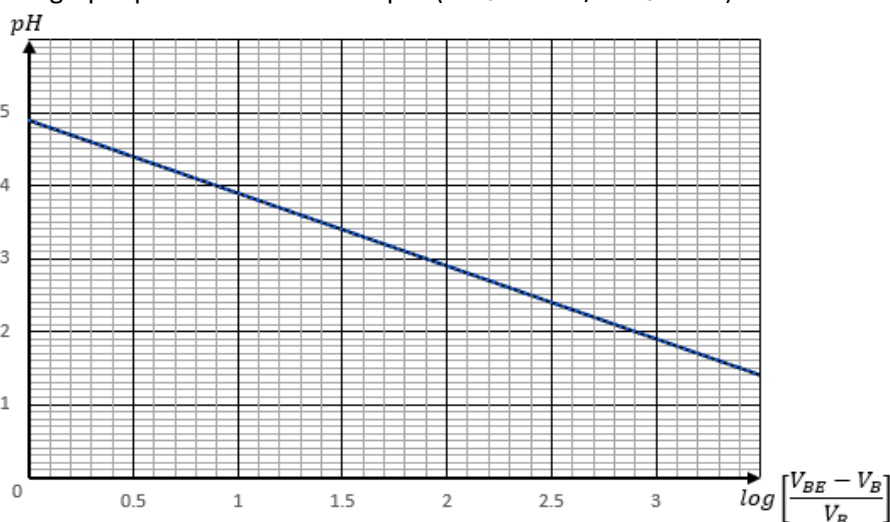
fonction de $\log\left(\frac{V_{BE}-V_B}{V_B}\right)$ avec $V_B < V_{BE}$

2.2.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide propanoïque et l'hydroxyde de sodium. (0,25pt)

2.2.2 Etablir, pour $V_B < V_{BE}$ l'expression du rapport $\frac{[C_2H_5-COO^-]}{[C_2H_5-COOH]}$ en fonction de V_B et V_{BE} . (On fera les approximations nécessaires). (0,5pt)

2.2.3 Montrer que pour $V_B < V_{BE}$ le pH du mélange peut s'écrire $pH = pK_A - \log\left(\frac{V_{BE}-V_B}{V_B}\right)$ (0,5pt)

2.2.4 Retrouver graphiquement la valeur du pK_A ($C_2H_5-COOH / C_2H_5-COO^-$) (0,25pt)



EXERCICE 3 (04,5 points)

Les mouvements des particules chargées dans les champs sont d'une importance fondamentale dans de nombreux domaines de la physique, de la chimie et de l'ingénierie.

Données : $1 u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $L=d=10 \text{ cm}$; $D=20 \text{ cm}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $v_0=1,0 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$; $U_1=10 \text{ kV}$; $B = 1,0 \text{ T}$.

3.1 Un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ lancé à la vitesse \vec{v}_1 dans un plan horizontal heurte un neutron ${}^1_0\text{n}$ au repos. Ce dernier est projeté avec une vitesse $v'_2 = 1,6 v_1$ suivant la direction de \vec{v}_1 . Le choc est parfaitement élastique. Montrer que $A = 4$.

On donne $m({}^4_2\text{He}) = Au$ et $m({}^1_0\text{n}) = 1 u$ (où u représente l'unité de masse atomique). (0,5 pt)

3.2 Un ion ${}^4_2\text{He}^{2+}$ animé maintenant d'une vitesse \vec{v}_0 horizontale pénètre en O entre les armatures horizontales PP' et QQ' d'un condensateur plan où règne un champ électrique uniforme \vec{E}_0 (Figure 1). Ces armatures ont pour longueur L et sont distantes de d. Un écran (E) fluorescent est placé perpendiculairement aux armatures et situé à une distance D de celles-ci. On applique une tension $U_0 = V_P - V_Q = 5,0 \text{ kV}$ entre les armatures du condensateur. On négligera le poids de l'ion.

3.2.1 Déterminer les caractéristiques du vecteur champ \vec{E}_0 . (0,25 pt)

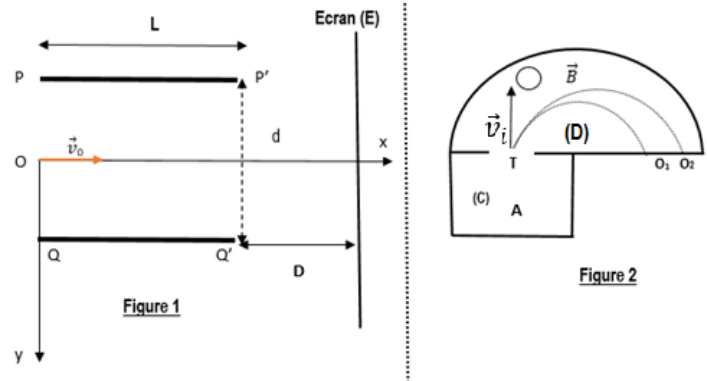
3.2.2 Etablir, pendant la traversée du condensateur, l'équation cartésienne de la trajectoire de cet ion dans le repère indiqué à la figure 1. (0,75 pt)

3.2.3 Déterminer la distance d_0 séparant le point de sortie S et la plaque QQ'. (0,25 pt)

3.2.4 Quelle est la nature du mouvement de cet ion après sa sortie du condensateur ? Justifier. (0,25 pt)

3.2.5 Déterminer l'ordonnée y_M du point d'impact de l'ion sur l'écran. (0,25 pt)

3.3 Avec le dispositif expérimental de la figure 2, on désire maintenant séparer les constituants d'un mélange isotopique formé de ${}^3\text{He}^{2+}$ et ${}^4\text{He}^{2+}$ de masses respectives m_1 et m_2 . Ces isotopes émis sans vitesses initiales en A dans la chambre (C) sont soumis à une tension accélératrice U_1 . Les ions ${}^3\text{He}^{2+}$ et ${}^4\text{He}^{2+}$ traversent ensuite un petit trou T avec des vecteurs vitesses respectifs \vec{v}_1 et \vec{v}_2 perpendiculaires à O_1O_2 . Arrivés dans la chambre (D), ils sont soumis à l'action d'un champ \vec{B} uniforme orthogonal au plan de la figure.



3.3.1 Etablir les expressions de v_1 et de v_2 en fonction de e , U_1 , m_1 ou m_2 . Que vaut le rapport $\frac{v_1}{v_2}$? (0,5 pt)

3.3.2 Reproduire la figure 2, en y représentant le champ magnétique \vec{B} et la force magnétique \vec{F}_m au point T. (0,25 pt)

3.3.3 Montrer que dans la zone (D) où règne le champ \vec{B} , chaque ion décrit un mouvement circulaire uniforme de rayon R . Calculer les rayons respectifs R_1 et R_2 . (0,75 pt)

3.3.4 Montrer que la distance $a = O_1O_2$ séparant les points d'impact des ions peut s'exprimer comme suit :

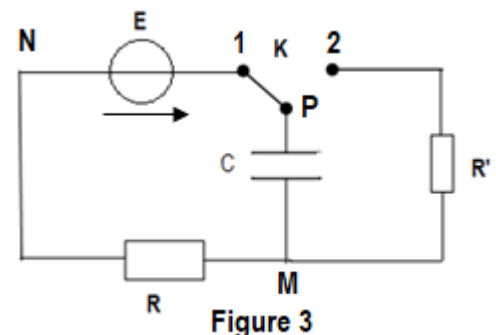
$$a = \frac{2}{B} \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - 1 \right) \sqrt{\frac{m_1 U_1}{e}}. \quad \text{Calculer sa valeur.} \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.3.5 La distance minimale pour une séparation nette des ions est $a_{\min} = 1,0 \text{ mm}$. Ce dispositif permet-il de séparer les deux ions ? (0,25 pt)

EXERCICE 4 (05 points)

Les condensateurs sont essentiels dans de nombreuses applications électroniques pour stocker de l'énergie, filtrer les signaux, créer des résonances, lissage des tensions, et bien plus encore. Leur capacité à stocker et à libérer de l'énergie électrique de manière contrôlée les rend indispensables dans la conception de circuits électroniques.

Des élèves de Terminale ayant récupéré un condensateur à partir d'une carcasse de poste radio, décident de déterminer la valeur de sa capacité C . Pour ce faire, il réalise le montage électrique comprenant un générateur de tension idéale de f.é.m. $E = 9,0 \text{ V}$, le condensateur de capacité C , un résistor de résistance $R = 100 \Omega$ et un résistor de résistance $R' = 50 \Omega$. (figure 3)



4.1 A l'instant $t = 0$, le condensateur étant initialement déchargé, on bascule l'interrupteur K à la position 1. On désigne respectivement par $u_C(t)$ et $u_R(t)$, la tension aux bornes du condensateur et celle aux bornes du résistor de résistance R .

4.1.1 Reproduire le schéma du circuit de charge (K en position 1) et y indiquer les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser $u_{PM}(t) = u_C(t)$ à la voie Y_1 et $u_{MN}(t) = u_R(t)$ à la voie Y_2 . (0,5 pt)

4.1.2 Montrer que l'équation différentielle relative à la tension u_C aux bornes du condensateur peut s'écrire sous la forme $A = \alpha \frac{du_C}{dt} + \beta u_C$ avec A , α et β des constantes dont on précisera les expressions. (0,5 pt)

4.1.3 Quelles sont les valeurs de l'intensité du courant et de la tension aux bornes du condensateur en régime permanent. **(0,5 pt)**

4.1.4 Montrer que $u_c(t) = A(1 - e^{-\delta t})$ est solution de l'équation différentielle. On exprimera δ en fonction de R et C. **(0,5 pt)**

4.1.5 Un système d'acquisition électronique non représenté sur le schéma de la figure 4 a permis de tracer la courbe $u_c = f(t)$ représentant la variation de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps (voir figure 4).

4.1.5.1 Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle. En déduire la capacité C_1 du condensateur.

4.1.5.2 Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à la date $t = \tau$.

4.2 Pour vérifier la valeur obtenue pour la capacité du condensateur, les élèves décident de suivre sa décharge à travers le résistor de résistance R' .

A l'instant $t = 0$, le condensateur étant complètement chargé, ils basculent l'interrupteur K à la position 2. Avec un dispositif d'acquisition électronique approprié non représenté sur le schéma, ils suivent la variation de $\ln(u_c)$ en fonction du temps et ils dressent le tableau de mesure suivant :

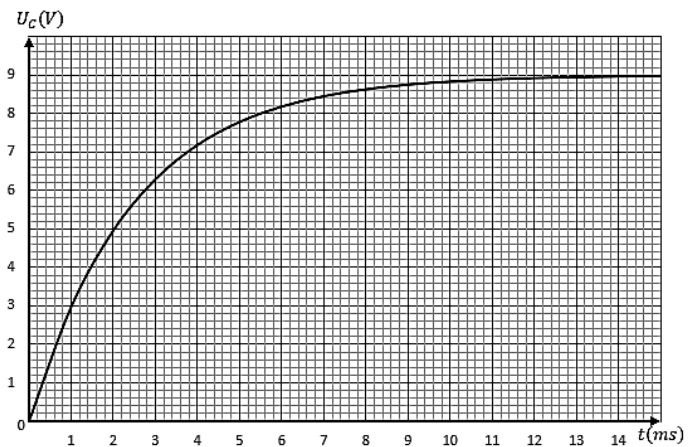


Figure 4

(0,5 pt)

(0,5 pt)

t(10 ⁻⁴ s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Ln(u _c)	2,2	1,8	1,4	1,0	0,6	0,2	-0,2	-0,6	-1,0	-1,4	-1,8

4.2.1 Ecrire l'équation différentielle réagissant l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours de la décharge. **(0,75 pt)**

4.2.2 Tracer la courbe $\ln(u_c)=f(t)$. Echelle 1 cm pour 5.10⁻⁴ s et 1 cm pour $\ln(u_c) = 0,5$ **(0,5 pt)**

4.2.3 Déterminer la valeur de la capacité C_2 du condensateur à partir de la courbe. Comparer ces deux valeurs puis conclure **(0,75 pt)**

EXERCICE 5 (04 points)

La radioactivité est un phénomène naturellement présent dans notre environnement et a une grande importance dans divers domaines de la science, de la médecine, de l'industrie et de la sécurité.

Données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s ; $c = 3,0 \cdot 10^8$ m.s⁻¹ ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $1 u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV.c⁻²

Noyau ou particule	Sodium 24	Noyau fils X	Particule β^-	Extrait du tableau de classification périodique des éléments :
masse (en u)	23,9996	23,98504	$5,486 \cdot 10^{-4}$	

₉ F	₁₀ Ne	₁₁ Na	₁₂ Mg	₁₃ Al	₁₄ Si
----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

5.1 Le sodium est un élément minéral très présent dans l'organisme, il est apporté par l'alimentation sous forme de chlorure de sodium (sel). Le sodium possède deux isotopes radioactifs le sodium 22 (²²₁₁Na) avec une demi-vie de 2,6 ans et le sodium 24 (²⁴₁₁Na) avec une demi-vie de 15 heures.

5.1.1 Qu'appelle-t-on isotopes ? **(0,25 pt)**

5.1.2 Définir la période radioactive ou demi-vie d'un radioélément. **(0,5 pt)**

5.2 Le sodium 24 se désintègre en émettant une particule β^- et un noyau fils X.

5.2.1 Ecrire l'équation de sa réaction de désintégration et identifier le noyau fils X. **(0,5 pt)**

.../... 5

5.2.2 Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction. En déduire celle libérée par 1 g de sodium 24 en mégajoule. **(0,75 pt)**

5.3 L'atome fils X peut se trouver dans l'un des états excités indiqués sur la figure 5.

5.3.1 Expliquer le phénomène d'émission d'un rayonnement gamma par un atome X. **(0,25 pt)**

5.3.2 Redessiner le diagramme (sans prendre une échelle) puis schématiser par des flèches les transitions de désexcitation possibles menant au niveau fondamental. **(0,25pt)**

5.3.3 Déterminer la longueur d'onde la plus grande λ_{\max} possible et la longueur d'onde la plus petite possible λ_{\min} des photons émis menant l'atome X au niveau fondamental. **(0,5pt)**

5.4 On injecte dans le sang d'un individu un volume $V_0 = 10$ mL d'une solution contenant initialement du sodium 24 radioactif de concentration molaire volumique $C_0 = 10^{-3}$ mol. L⁻¹.

On supposera que tout le sodium 24 contenu dans le sang de l'individu provient de l'injection.

5.4.1 Quelle est la quantité de matière n de sodium 24 qui restera dans le sang de l'individu au bout de 6 heures après l'injection ? **(0,5 pt)**

5.4.2 Au bout d'une durée de 6 heures, on prélève un volume $V_1 = 10$ mL de sang du même individu et on y trouve $n_1 = 1,5 \cdot 10^{-8}$ mol de sodium 24.

En supposant que le sodium 24 est uniformément réparti dans tout le volume sanguin, déterminer la valeur V_s du volume sanguin de l'individu. **(0,5 pt)**

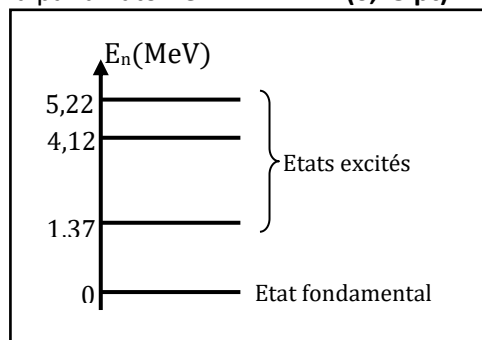


Figure 5

FIN DU SUJET