

**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 : (03 points)**

Les dérivés d'acide, notamment les dérivés d'acides carboxyliques, jouent un rôle crucial en chimie organique dans de nombreuses applications industrielles et biologiques. Très utilisés en chimie organique, avec des applications variées allant de la synthèse à la production industrielle et aux sciences biologiques, ils jouent un rôle important dans le domaine de la biochimie.

1.1-Préparation d'un ester

Le méthanoate d'éthyle est un ester utilisé comme solvant dans l'industrie des matières plastiques, mais également comme arôme pour la limonade et les essences aromatiques.

Un groupe d'élèves prépare le méthanoate d'éthyle en faisant réagir un acide carboxylique A de masse volumique $\rho_A = 1,2 \text{ g.mL}^{-1}$, de volume $V_A = 11,5 \text{ mL}$ avec un alcool B de masse volumique $\rho_B = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$.

1.1.1- Donner les formules semi-développées de l'acide A et de l'alcool B puis écrire l'équation-bilan de la synthèse du méthanoate d'éthyle. **(0,75pt)**

1.1.2- Déterminer le volume V_B de l'alcool B qu'il faudrait mélanger avec l'acide A sachant que le mélange initial d'acide et d'alcool est équimolaire. **(0,25pt)**

1.1.3- Après réaction, la masse de l'ester obtenu est $m_E = 14,8 \text{ g}$. Déterminer le rendement r de la réaction. **(0,25pt)**

1.2- Préparation de dérivés d'acide

1.2.1- La réaction entre l'acide A et le chlorure de thionyle (SOCl_2) donne un composé organique C.

Écrire l'équation-bilan de cette réaction puis nommer le composé C en précisant sa fonction chimique. **(0,5pt)**

1.2.2- On fait réagir le composé C avec l'alcool B. Écrire l'équation-bilan de la réaction puis donner ses caractéristiques. **(0,5pt)**

1.2.3- le composé C réagit avec la N-méthyléthylamine ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-CH}_3$) pour donner un composé organique D. Donner la formule semi-développée et le nom du composé D. **(0,25pt)**

1.2.4- La déshydratation de l'acide carboxylique A en présence de P_4O_{10} conduit à la formation d'un composé organique E.

1.2.4.1- Donner le nom et la fonction chimique du composé E. **(0,25pt)**

1.2.4.2- Écrire l'équation-bilan de la réaction entre le composé E et l'alcool B. **(0,25pt)**

On donne en g.mol^{-1} : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{H}) = 1$

EXERCICE 2 : (03 points)

Les amines sont des composés polyvalents et essentiels dans de nombreux domaines de la chimie, de la biologie, et de l'industrie. Leur réactivité et leurs propriétés chimiques permettent une large gamme d'applications pratiques et scientifiques.

Un groupe d'élèves de terminale trouve dans le laboratoire de leur lycée une bouteille contenant une solution d'une amine B dont l'étiquette porte les indications suivantes :

- Formule moléculaire : $(\text{CH}_3)_3\text{N}$
- Pourcentage en masse : $p = 45,3 \%$,
- Densité par rapport à l'eau : $d = 0,86$
- Masse molaire moléculaire : 59 g.mol^{-1}

Les élèves se proposent de déterminer expérimentalement la concentration molaire volumique ainsi que le pK_a du couple auquel appartient cette amine.

(0,5pt)

2.1- Écrire l'équation-bilan de la réaction de cette amine avec l'eau, puis donner les couples acide/base mis en jeu.

2.2- Établir l'expression de la concentration molaire volumique C_0 de la solution commerciale (S_0) de cette amine en fonction de p , d et de sa masse molaire M_B puis calculer sa valeur à partir des données. **(0,5pt)**

2.3- Pour vérifier expérimentalement la concentration molaire C_0 de la solution (S_0), ils préparent une solution diluée S_1 de concentration molaire volumique $C_1 = \frac{C_0}{100}$ à partir de la solution (S_0).

un pH-mètre, des béchers (100 mL, 250 mL, 500 mL), des pipettes jaugées (5,0 mL, 10 mL, 20 mL), des fioles jaugées (100 mL, 250 mL, 500 mL), des éprouvettes graduées (25 mL, 50 mL et 100 mL) et d'une burette graduée de 25 mL.

2.3.1- Décrire la préparation de 500 mL de la solution S_1 en précisant le matériel utilisé ainsi que le mode opératoire. **(0,25pt)**

2.3.2- Le groupe d'élèves effectue un dosage pH-métrique d'un échantillon de volume $V_1 = 20$ mL de la solution S_1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_A = 1,0 \cdot 10^{-1}$ mol. L⁻¹.

L'équivalence acido-basique est obtenue lorsqu'on a versé un volume $V_{AE} = 13,0$ mL de la solution acide.

2.3.2.1- Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,25pt)**

2.3.2.2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de ce dosage. **(0,25pt)**

2.3.2.3- Définir l'équivalence acido-basique, puis à partir de la relation à l'équivalence calculer la concentration molaire volumique C_1 de la solution S_1 , puis en déduire C_0 . **(0,75pt)**

2.3.3- Soit V_A le volume d'acide versé. Montrer que pour $0 < V_A < V_{AE}$, la constante d'acidité du couple BH^+/B auquel appartient l'amine peut s'exprimer sous la forme : $K_a(BH^+/B) = [H_3O^+] \left(\frac{V_{AE}}{V_A} - 1 \right)$. **(0,25pt)**

2.3.4- Une mesure du pH du milieu réactionnel lorsqu'on a versé un volume d'acide $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$, a donné $pH = 9,9$. En déduire la valeur du pK_a du couple (BH^+/B) . **(0,25pt)**

On donne les masses molaires atomiques en g.mol⁻¹ : H : 1,0 ; C : 12 ; O : 16 ; N : 14.

EXERCICE 3 : (4,75 Points)

Les spectrographes de masse sont des instruments utilisés dans de nombreux domaines. Leur capacité à identifier, quantifier et analyser les composés chimiques avec une grande précision en fait un outil essentiel pour la recherche scientifique, le diagnostic médical, la sécurité alimentaire, le contrôle environnemental, et bien d'autres applications industrielles.

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

3.1- Un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}^{2+}$ 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 étant élastique montrer que $A = 4$ sachant que $m({}^4_2\text{He}^{2+}) = Au$ et $m({}^1_0\text{n}) = 1 \text{ u}$ où u représente l'unité de masse atomique.

(0,5pt)

3.2- Cet ion ${}^4_2\text{He}^{2+}$ animé maintenant d'une vitesse \vec{v}_0 horizontale pénètre en O dans la région entre les armatures horizontales PP' et QQ' d'un condensateur plan où règne un champ électrique uniforme \vec{E}_0 .

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. (Voir figure 1)

On applique une tension $U_0 = V_P - V_Q = 5,0 \text{ kV}$ entre les armatures du condensateur.

3.2.1- Recopier le schéma de la figure 1 et y représenter le vecteur champ \vec{E}_0 . **(0,25pt)**

3.2.2- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de cet ion pendant la traversée du condensateur. **(0,25pt)**

3.2.3- Déterminer les valeurs des coordonnées du point de sortie S. **(0,25pt)**

3.2.4- Quelle est la nature du mouvement de cet ion après sa sortie du condensateur ? Justifier. **(0,5pt)**

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

3.3- On désire séparer les ions ${}^3_2\text{He}^{2+}$ et ${}^4_2\text{He}^{2+}$ d'un mélange isotopique avec le dispositif expérimental de la figure 2. Ces particules de vitesse initiale nulle en A et de masses respectives m_1 et m_2 sont soumises dans la chambre (C) à une tension accélératrice U_1 ; elles traversent un petit trou T avec des vitesses respectives \vec{v}_1 et \vec{v}_2 perpendiculaires à (O_1, O_2) et sont soumises à l'action d'un champ \vec{B} uniforme orthogonal à \vec{v}_1 et \vec{v}_2 et normal au plan de la figure. Les points O_1 et O_2 sont respectivement les points d'impact des ions ${}^3_2\text{He}^{2+}$ et ${}^4_2\text{He}^{2+}$ sur une plaque photographique.

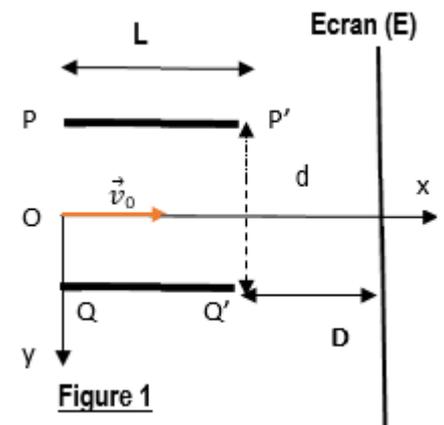


Figure 1

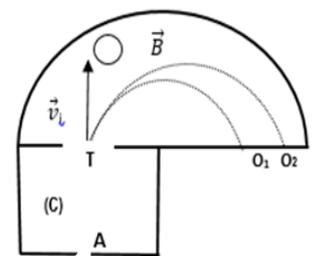


Figure 2

$U_1 = 10 \text{ kV}$; $B = 1,0 \text{ T}$. On supposera que la distance minimale de séparation $a_{\min} = 1,0 \text{ mm}$.

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

3.3.2- Reprendre la figure 2, en y représentant la force magnétique \vec{F}_m au point T, le champ magnétique \vec{B} puis montrer que dans la zone où règne le champ \vec{B} chaque ion décrit un mouvement circulaire uniforme dont on déterminera les rayons respectifs R_1 et R_2 . Faire l'application numérique (1pt)

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

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

3.3.4- Calculer sa valeur. Les deux types d'ions sont-ils séparés ? Justifier. (0,75pt)

EXERCICE 4 : (05,25 points)

Les parties A, B et C sont indépendantes.

Dans toutes les parties on notera par $t = 0$ la date où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives choisies.

On considère le circuit électrique représenté sur la figure 3, qui comporte :

- Un générateur idéal de tension, de force électromotrice $E = 12 \text{ V}$.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r .
- Un condensateur de capacité $C = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ F}$
- Deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 10 \Omega$ et $R_2 = 30 \Omega$.
- Quatre interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4 .

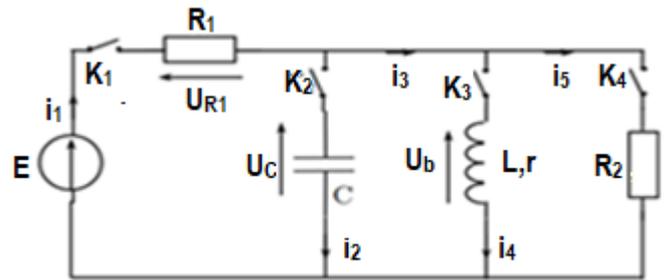


Figure 3

4.1-Partie A : K_1 et K_2 sont fermés, K_3 et K_4 sont ouverts.

4.1.1- Etablir l'équation différentielle relative à la tension u_c aux bornes du condensateur. (0,5pt)

4.1.2- Donner la valeur de la tension u_c en régime permanent. (0,25pt)

4.1.3- Déterminer l'expression temporelle $u_c(t)$ en supposant que le condensateur est initialement déchargé. (0,25pt)

4.1.4- Déterminer la durée nécessaire pour que la tension u_c passe de 5% à 95% de sa valeur maximale. (0,25pt)

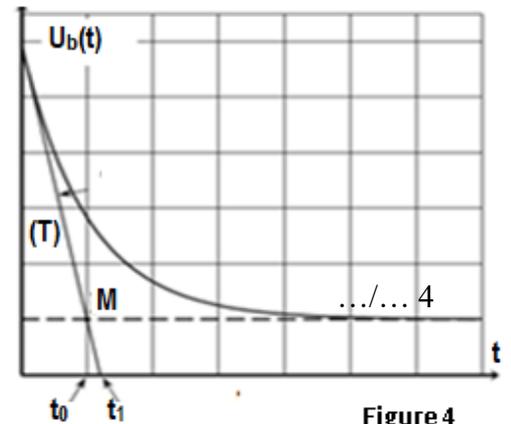


Figure 4

4.2- Partie B : K_1 et K_3 sont fermés, K_2 et K_4 sont ouverts.

4.2.1- Etablir l'équation différentielle relative à la tension u_b aux bornes de la bobine. (0,5pt)

4.2.2- Montrer qu'à la date $t=0 \text{ s}$, $u_b(0) = E$. (0,25pt)

4.2.3- L'expression de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine est : $u_b(t) = A_1 + B_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$ avec $\tau_1 = \frac{L}{R_1+r}$. (0,5pt)

En exploitant les conditions initiales et le régime permanent, exprimer les constantes A_1 et B_1 en fonction de E , r et R_1 .

4.2.4- La figure 4, montre l'évolution de la tension $u_b(t)$ en fonction du temps. Soit (T) la droite tangente à la courbe $u_b(t)$ à la date $t = 0$. Montrer que l'équation de la tangente (T) est : $u_T(t) = -\frac{R_1 E}{L} t + E$ (0,25pt)

4.2.5- Soit t_1 l'abscisse du point d'intersection de la tangente (T) avec l'axe des temps et t_0 l'abscisse du point M d'intersection de la tangente (T) avec l'asymptote horizontale à la courbe.

4.2.5.1- Montrer que : $\frac{t_0}{t_1} = \frac{R_1}{R_1+r}$. Calculer la valeur de r si $t_0 = 1,0 \text{ ms}$ et $t_1 = 1,2 \text{ ms}$. (0,5pt)

4.2.5.2- Déterminer l'inductance L de la bobine. (0,25pt)

.../....4

4.3- Partie C : K₁, K₃ et K₄ sont fermés, K₂ est ouvert.

(0,5pt)

4.3.1- Etablir l'expression de l'intensité i_5 en fonction de i_1 et i_4 puis celle de l'intensité i_1 en fonction de E , R_1 , R_2 , et i_4 .

4.3.2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'intensité i_4 s'écrit :

$$\frac{di_4}{dt} + \left(\frac{R_1 r + R_2 r + R_1 R_2}{L \times (R_1 + R_2)} \right) i_4 = \frac{R_2 E}{L \times (R_1 + R_2)} \quad \text{(0,5pt)}$$

4.3.3- Vérifier que $i_4(t) = A_2 + B_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ est solution de l'équation différentielle où A_2 , B_2 et τ_2 sont des constantes qu'on exprimera en fonction de R_1 , R_2 , E , r et L . **(0,75pt)**

EXERCICE 5 : (04 points)

Dans beaucoup de pays développés ou en voie de développement, les centrales nucléaires fournissent l'essentiel des besoins en électricité. Elles utilisent l'énergie libérée lors de la fission contrôlée de noyaux d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ en noyaux plus légers. Bien que ne rejetant pas de CO_2 (g) dans l'atmosphère, ces fissions produisent des déchets radioactifs comme le cobalt 60 dont le traitement et le stockage sont complexes.

La découverte de la radioactivité a permis entre autres de faire de nombreuses avancées dans le domaine médical avec l'apparition des premières radiographies et des traitements par radiothérapie.

5.1- Citez les trois (03) types de radioactivité. **(0,25pt)**

5.2- Donner la signification des lettres X, A et Z pour un noyau noté ${}^A_Z\text{X}$? **(0,25pt)**

5.3- Le cobalt 60 radioélément est un émetteur β^- qui a pour constante radioactive $\lambda = 0,132 \text{ an}^{-1}$.

5.3-1- Ecrire la réaction de désintégration d'un noyau de cobalt 60, puis en appliquant les lois de conservation à préciser identifier le noyau-fils émis. **(0,5pt)**

5.3-2- Déterminer le nombre initial de noyaux radioactifs N_0 de cobalt 60 contenus dans une masse $m_0 = 1,2 \text{ kg}$ de déchets renfermant 70% en masse de cobalt 60. **(0,25pt)**

5.3-3- On définit l'activité massique notée A_m par le rapport de l'activité A sur la masse m à la date t . Calculer l'activité massique A_{m0} du cobalt 60 à la date $t_0 = 0 \text{ s}$ en l'exprimant en Bq.g^{-1} . **(0,5pt)**

5.3.4- La loi de décroissance radioactive peut s'écrire sous la forme : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$.

5.3-4-1- Tracer le graphe $N=f(t)$ en complétant d'abord le tableau suivant et en prenant comme **Échelles** : 1 cm pour 1,31 ans et 1 cm pour $1,05 \cdot 10^{24}$ noyaux **(0,5 pt)**

t (ans)	0	1,31	2,62	3,94	5,25	6,56	7,87	9,18	10,5
N(t)									

5.3-4-2- Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du cobalt 60. **(0,25pt)**

5.3-4-3- Calculer la masse du noyau-fils formé à la date t_1 correspondant à la date pour laquelle les trois quarts (3/4) des noyaux initiaux de cobalt 60 se sont désintégrés. **(0,5pt)**

5.3-4-4- Calculer l'activité radioactive A_1 à la date t_1 . **(0,25pt)**

5.3-4-5- On suppose que le cobalt 60 n'est plus radioactif lorsque le rapport $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{1000}$ avec $t = k t_{1/2}$, où k est un entier naturel. Déterminer k puis en déduire la durée nécessaire pour que le cobalt 60 ne soit plus radioactif. **(0,5pt)**

5.3-4-6- Sachant que la désintégration du cobalt 60 aboutit à la formation d'un noyau stable, non radioactif. Conclure en justifiant la nécessité ou non d'enfouir le cobalt 60 pour des raisons de sécurité. **(0,25pt)**

On donne les symboles des éléments chimiques avec leur numéro atomique : ${}^{55}_{25}\text{Mn}$; ${}^{56}_{26}\text{Fe}$; ${}^{59}_{27}\text{Co}$; ${}^{58}_{28}\text{Ni}$

Données : $M(\text{Co}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Ni}) = 59,7 \text{ g.mol}^{-1}$; Nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; 1 an = 365 jours