

Epreuve du 1^{er} groupe**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1**

(04 points)

Les esters constituent la famille la plus importante des dérivés d'acides carboxyliques. Abondants dans le milieu naturel avec leurs nombreuses applications, ils peuvent être préparés au laboratoire par l'estérification directe.

Un groupe d'élèves du lycée Samba Dione de Gandiaye (Kaolack), sous la supervision de leur professeur de physique-chimie, décide d'étudier la synthèse d'un ester. Le groupe mélange un volume V_1 d'un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée de masse molaire $M_1 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$ avec un volume V_2 de butan-1-ol en présence d'acide sulfurique. Le mélange, de volume $V = 74,25 \text{ mL}$, est réparti dans 10 tubes qu'il place dans un bain marie. Pour déterminer la concentration C de l'ester formé à différentes dates, il prend un tube et dose l'acide carboxylique restant par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$) de concentration molaire $C_b = 4 \text{ mol.L}^{-1}$. Le point équivalent est atteint lorsqu'un volume V_b d'une solution d'hydroxyde de sodium est versé. Un suivi cinétique de la réaction a permis d'obtenir le tableau de valeurs suivant :

t (min)	0	2	5	8	12	16	20	30	40	50
V_b (mL)	12,5	10	7,8	6,5	5,6	5,1	4,8	4,5	4,3	4,3
C (mol.L ⁻¹)										

1.1. Déterminer la formule brute de l'acide carboxylique. (0,25pt)

Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de l'ester en utilisant les formules semi-développées des composés organiques. (0,5pt)

1.2. La concentration de l'ester restant en solution dans le mélange à chaque date t est donnée par la relation :

$$C = \frac{0,5 - 10C_b V_b}{V}; V \text{ est le volume du mélange et } V_b \text{ le volume d'hydroxyde de sodium. Ils sont exprimés en litre.}$$

1.2.1. Compléter le tableau de valeurs puis tracer la courbe de variation de la concentration de l'ester en fonction du temps. (0,75pt)

Echelle : en abscisse : 1 cm pour 5 min ; en ordonnée : 1 cm pour 0,5 mol. L⁻¹

1.2.2. Déterminer la vitesse instantanée de formation de l'ester aux dates $t_1 = 5 \text{ min}$ et $t_2 = 20 \text{ min}$. (0,5pt)

1.3. Le tableau de valeurs indique un volume d'hydroxyde de sodium $V_{b1} = 12,5 \text{ mL}$ au début du dosage à la date $t = 0$. Les densités de l'acide carboxylique et du butan-1-ol sont respectivement $d_1 = 1,05$ et $d_2 = 0,81$.

1.3.1. Montrer que le volume d'acide carboxylique initial dans le mélange à cette date $t = 0$ est donné par la relation :

$$V_1 = 10 \frac{C_b V_{b1} M_1}{d_1 \rho_{\text{eau}}} \quad (0,5pt)$$

1.3.2. Calculer les valeurs numériques des volumes V_1 et V_2 respectivement d'acide carboxylique et d'alcool initialement présents dans le mélange. On donne $\rho_e = 1000 \text{ g.L}^{-1}$ (0,5pt)

1.3.3. Déterminer les quantités de matière initiales n_{01} et n_{02} d'acide carboxylique et de butan-1-ol dans le mélange initial. (0,5pt)

1.3.4. Indiquer les deux caractéristiques de cette réaction que la courbe met en évidence. (0,25pt)

1.3.5. Déterminer le rendement de la réaction. (0,25pt)

On donne en g/mol les masses molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$.

EXERCICE 2 (04 points)

Les solutions commerciales sont en général très concentrées. On ne les utilise dans les laboratoires qu'après dilution.

Afin de préparer sa séance de « TP » de chimie, en classe de terminale S₂, un laborantin du lycée Taiba-ICS de Mboro se propose de :

- préparer une solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique ;
- déterminer la concentration molaire C_0 d'une solution commerciale d'ammoniac (NH_3) par dosage pH-métrie.

Données : Toutes les solutions aqueuses sont à 25°C ; La masse molaire de l'acide : $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$; masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1000 \text{ g.L}^{-1}$.

2.1. Préparation de la solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique.

Il dispose d'une solution commerciale S_1 d'acide chlorhydrique de concentration C_1 dont la densité par rapport à l'eau est $d = 1,15$. Le pourcentage massique de l'acide de cette solution S_1 est 37%.

...../..2..

Epreuve du 1^{er} groupe

2.1.1. Montrer que la concentration C_1 de la solution S_1 s'écrit sous la forme : $C_1 = \frac{370 \times d}{M(HCl)}$. (0,5pt)

Faire l'application numérique. (0,25pt)

2.1.2. Déterminer le volume V_0 qu'il faut prélever de la solution S_1 pour préparer 1,165 L de la solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,08 \text{ mol. L}^{-1}$. (0,25pt)

2.1.3. Calculer le pH de la solution aqueuse S_A . (0,25pt)

2.2. Détermination de la concentration molaire volumique C_0 .

On dispose d'une solution commerciale S_0 d'ammoniac (NH_3) de concentration C_0 . A partir de cette solution S_0 , on prépare une solution aqueuse S_B d'ammoniac en diluant 100 fois un volume $V_p = 10 \text{ mL}$ de la solution S_0 . On dose ensuite un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ de la solution S_B de concentration C_B avec la solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique déjà préparée.

La figure 1 représente les variations du pH en fonction du volume V_A d'acide chlorhydrique versé.

2.2.1. En utilisant la courbe, déterminer les coordonnées E du point équivalent. (0,5pt)

2.2.2. Déterminer la concentration molaire volumique C_B de la solution S_B diluée. En déduire la concentration molaire C_0 de la solution commerciale S_0 d'ammoniac. (0,75pt)

2.2.3. Déterminer, graphiquement et en justifiant, la valeur du pK_a du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$. En déduire la constante d'acidité K_a . (0,5pt)

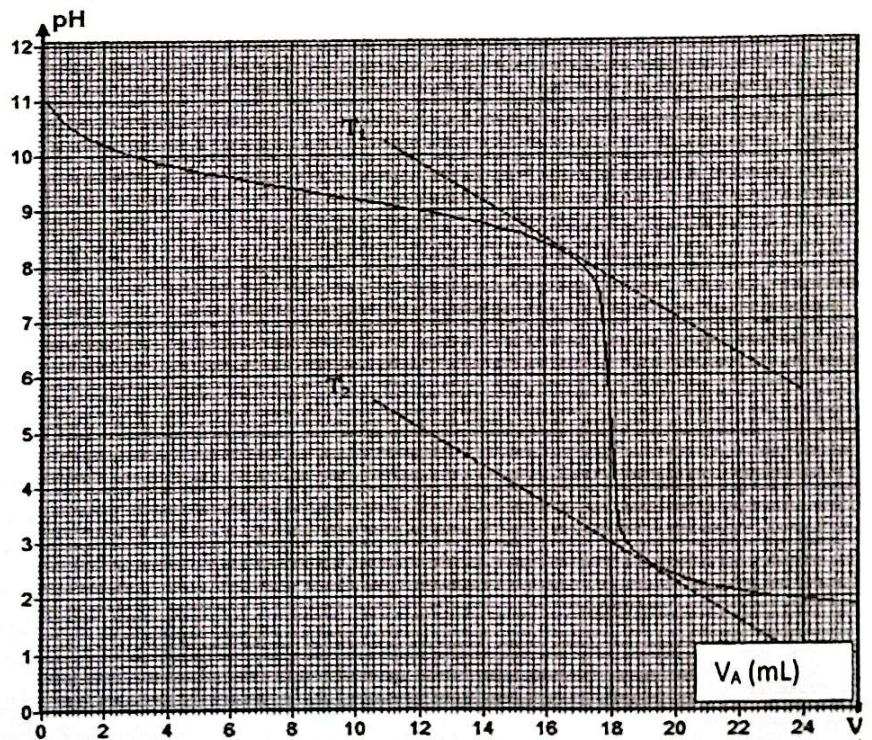


Figure 1

2.3. On désire préparer une solution tampon de $\text{pH} = 9,2$ à partir de la solution S_A d'acide chlorhydrique et de la solution S_B d'ammoniac.

2.3.1. Calculer le volume V_A d'acide chlorhydrique à ajouter à $V_B = 25 \text{ mL}$ de la solution d'ammoniac S_B pour obtenir une solution tampon. (0,5pt)

2.3.2. Citer les propriétés de cette solution. (0,5pt)

EXERCICE 3 : (04 POINTS)

La déflexion électrique se produit lorsqu'une particule chargée se déplace dans une direction différente de celle du champ électrique. Sous l'influence de ce champ, la trajectoire de la particule est modifiée. Cette déflexion était utilisée dans les tubes cathodiques des anciens téléviseurs où un faisceau d'électrons était dévié pour former l'image sur l'écran.

Des ingénieurs électroniciens, se proposent d'identifier une particule chargée à partir de sa déflexion électrostatique en déterminant sa masse et sa charge.

Une particule de charge $q > 0$, de poids négligeable, pénètre en

O entre les plaques d'un condensateur AB, avec une vitesse horizontale $\vec{v}_0$ telle que $v_0 = 2 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ (figure 2).

Les armatures sont longues de L et distantes de d. A la sortie du champ, la particule est reçue sur un écran, distant de D du milieu du condensateur I. L'ordonnée du point d'impact de la particule sur l'écran est Y. U_{AB} est la tension appliquée aux bornes du condensateur.

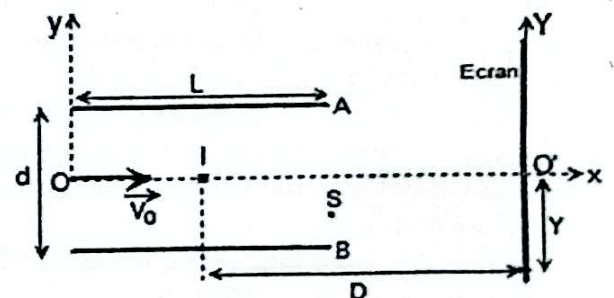


Figure 2

Les mesures de la tension U_{AB} et de la position Y ont permis de tracer le graphe $Y = f(U_{AB})$ (figure 3).

Données : $D = 40 \text{ cm}$; $L = d$.

3.1. Quel doit être le signe de la tension U_{AB} pour que la particule sorte par le point S (figure 2) ? (0,25pt)

3.2. Etablir les équations horaires du mouvement de la particule dans le champ électrique. (0,5pt)

En déduire l'équation de la trajectoire de la particule dans l'espace délimité par ce champ électrique en fonction de q , U_{AB} , m , d et v_0 . (0,5pt)

3.3. Quelle est la nature du mouvement de la particule après la sortie du champ électrique ? Justifier. (0,5pt)

3.4. On montre que la tangente au point de sortie S passe par le milieu I du condensateur.

3.4.1. Montrer que Y s'exprime sous la forme $Y = -\frac{qDU_{AB}}{mv_0^2}$ (0,75pt)

3.4.2. En utilisant le graphe représenté à la figure 3, déterminer la valeur de la charge massique $\frac{q}{m}$ de la particule. (0,5pt)

3.4.3. Identifier la particule étudiée parmi celles consignées dans le tableau ci-dessous. (0,5pt)

3.5. On fixe $U_{AB} = 2000 \text{ V}$. On fait entrer dans le condensateur la particule ${}^6_3\text{Li}^+$ avec la même vitesse $\vec{v}_0$. Déterminer la distance entre les points d'impact de la particule ${}^6_3\text{Li}^+$ et la précédente sur l'écran. (0,5pt)

Donnée :

Particule	${}^1_1\text{H}^+$	${}^4_2\text{He}^{2+}$	${}^6_3\text{Li}^+$
Charge massique en $10^6 \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$	96,1	50,0	16,1

EXERCICE 04

(4 points)

Les circuits électriques comportent des bobines et des condensateurs dont les comportements diffèrent selon leur usage. Pour déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable et la capacité C d'un condensateur, un technicien réalise le montage de la figure 4 qui comprend :

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 6 \text{ V}$;
- la bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable ;
- le condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance identique $R = 200 \Omega$;
- Deux interrupteurs K_1 et K_2 . (figure 4)

4.1.1. A la date $t = 0 \text{ s}$, le technicien ouvre l'interrupteur K_2 et ferme K_1 . Il enregistre les variations de l'intensité $i(t)$ du courant et obtient la courbe représentée sur la figure 5.

4.1.1. Quel est le nom du phénomène physique qui se produit à la fermeture de K_1 ? (0,25pt)

4.1.2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité $i(t)$ s'écrit sous la forme :

$$\frac{L}{R} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}$$

(0,25pt)

4.1.3. La solution de cette équation différentielle est $i(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$.

Déterminer les expressions des constantes A et α en fonction des paramètres du circuit. (0,5pt)

4.1.4. En exploitant la figure 5, déterminer la valeur de l'intensité du courant en régime permanent I_p et la constante de temps τ . En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,75pt)

4.2. Le technicien ouvre maintenant K_1 et ferme K_2 à une nouvelle date prise comme origine.

4.2.1. Quel est le nom du phénomène physique qui se produit à la fermeture de K_2 ? (0,25pt)

4.2.2. Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. (0,25 pt)

4.2.3 La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$.

Calculer la capacité C du condensateur sachant qu'à la date $t = 8,4 \text{ ms}$, la tension aux bornes du condensateur a atteint 50% de sa valeur maximale. (0,5pt)

./..4..

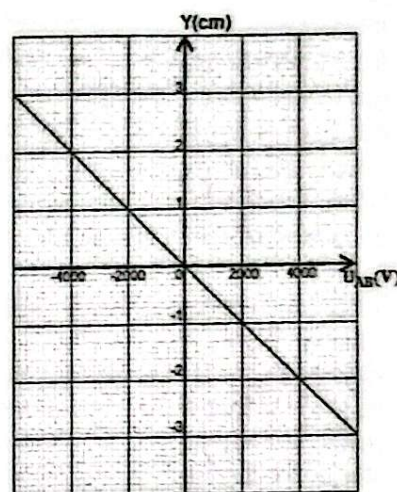


Figure 3

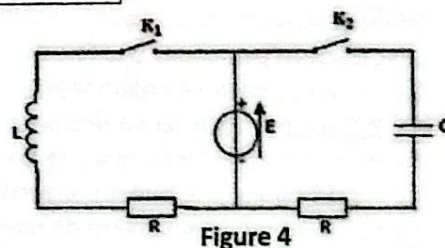


Figure 4

4.3 Le technicien charge le condensateur avec le même générateur. Ensuite il associe, à un instant considéré

comme instant initial, dans un même circuit, la bobine d'inductance $L = 0,4 \text{ H}$ et le condensateur de capacité $C = 60 \mu\text{F}$.

4.3.1 Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ aux bornes du condensateur à une date t . (0,25pt)

4.3.2 La solution de l'équation différentielle précédente

s'écrit : $q(t) = q_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

Déterminer l'expression numérique de la charge instantanée $q(t)$

du condensateur en calculant les valeurs numériques de $q_{\max}$, ω_0 et φ . (0,5pt)

4.3.3 Comment varie l'énergie totale du circuit ? Calculer sa valeur. (0,5pt)

EXERCICE 5 (04 points)

Dans les hôpitaux, l'iode $^{131}_{53}\text{I}$ est utilisé pour diagnostiquer et traiter certaines maladies de la thyroïde. L'interférence lumineuse et la radioactivité de l'iode ne sont pas directement liées mais se croisent dans des applications médicales où les propriétés de la lumière et des radiations sont exploitées ensemble.

5.1. Etude de la désintégration de l'iode $^{131}_{53}\text{I}$

L'iode 131 est un isotope radioactif. Il subit une désintégration et se transforme en xénon $^{131}_{54}\text{Xe}$.

5.1.1. Qu'appelle-t-on isotope ? Donner la composition d'un noyau d'iode $^{131}_{53}\text{I}$. (0,75pt)

5.1.2. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau $^{131}_{53}\text{I}$. (0,5pt)

De quel type de désintégration s'agit-il ?

5.1.3. L'activité initiale d'un échantillon d'iode 131 est $A_0 = 5,0 \cdot 10^6 \text{ Bq}$. Sa période radioactive est $T = 8,02 \text{ jours}$. On donne $1 \text{ j} = 86\,400 \text{ s}$.

En médecine, un patient ayant reçu une dose appropriée d'iode 131 peut quitter le service médical et être en contact avec d'autres personnes une fois que l'activité résiduelle de l'iode dans son corps est inférieure à un seuil de 1000 Bq fixé par les normes internationales.

5.1.3.1. A partir de la loi de décroissance radioactive $N = N_0 e^{-\lambda t}$, établir l'expression de l'activité radioactive $A(t)$ en fonction de l'activité initiale A_0 , de la période radioactive T et du temps t . (0,25pt)

5.1.3.2. Déterminer le temps t_s à partir duquel l'activité résiduelle est inférieure à 1000 Bq ? (0,5pt)

5.1.3.3. Déterminer le nombre de noyaux désintégrés à la date t_s . (0,25pt)

5.2. Etude d'une figure d'interférence lumineuse

Une figure d'interférence lumineuse, obtenue à partir de l'expérience des fentes de Young, comprend 10 franges brillantes vertes successives sur une largeur de $L = 4,5 \text{ mm}$, mesurée entre les milieux de la 1^{re} et de la dernière frange. La distance entre les sources lumineuses S_1 et S_2 est $a = 0,5 \text{ mm}$. La distance entre ces sources et l'écran est D . La longueur d'onde de la radiation monochromatique verte utilisée est $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$.

5.2.1. Calculer la valeur de l'interfrange i . (0,25pt)

5.2.2. Déterminer la distance la distance D entre les sources S_1 et S_2 et l'écran. (0,5pt)

5.2.3. Quelle est la nature de la frange (brillante ou sombre), en un point M situé à une distance $x = 3,5 \text{ mm}$ du milieu de la frange centrale d'ordre $K = 0$, pour la radiation monochromatique de longueur d'onde λ_1 ? Justifier. (0,5pt)

5.2.4. Dans une deuxième expérience, on éclaire les fentes par une lumière dichromatique. On observe une coïncidence entre la septième frange brillante de la radiation monochromatique verte de longueur d'onde λ_1 avec la frange brillante d'ordre $K = 5$ d'une radiation monochromatique rouge de longueur d'onde λ_2 .

Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_2 . (0,5pt)

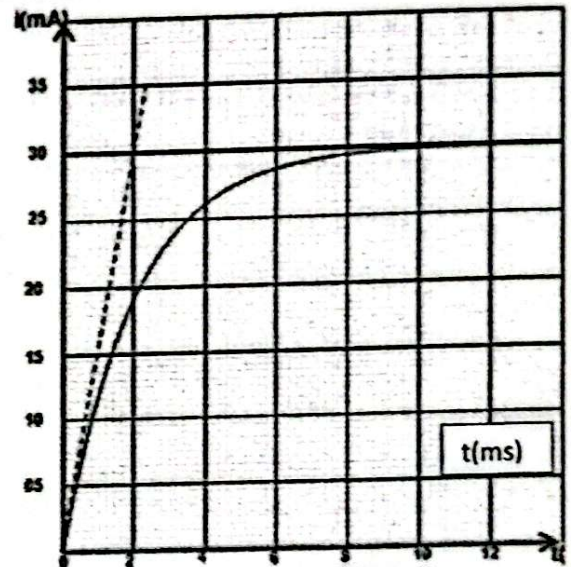


Figure 5

FIN DU SUJET