

**Epreuve du 1<sup>er</sup> 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
$C$ ( $\text{mol.L}^{-1}$ )										

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 formé 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<sup>-1</sup>

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  $V_{bi} = 12,5 \text{ mL}$  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 :

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

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 S<sub>2</sub>, 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 ( $\text{NH}_3$ ) par dosage pH-métrique.

**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<sup>er</sup> 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  $C_0$ .**

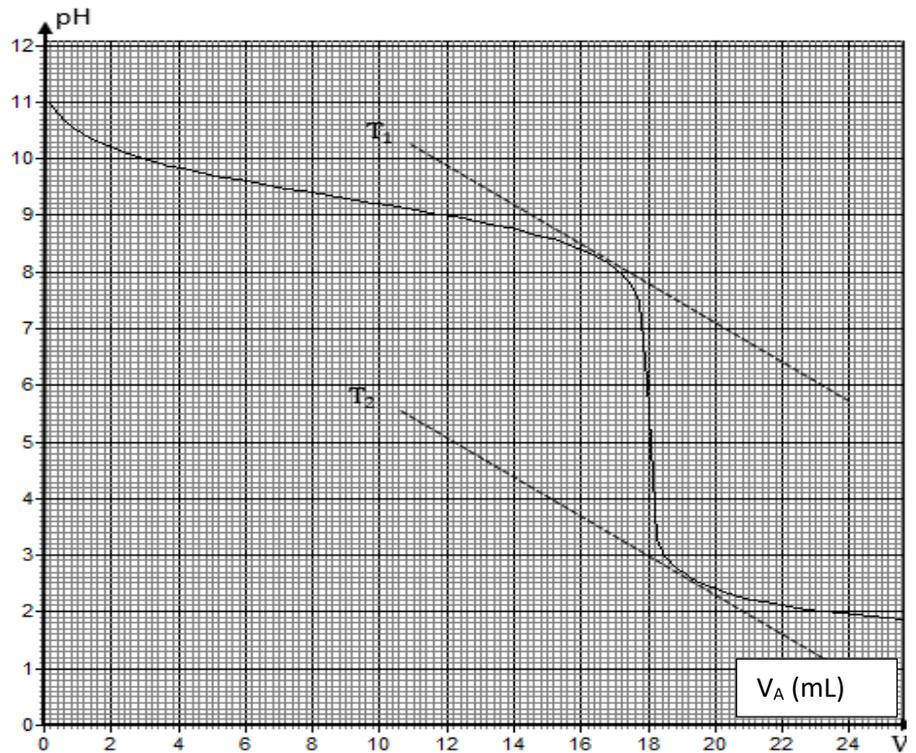
On dispose d'une solution commerciale  $S_0$  d'ammoniac ( $NH_3$ ) de concentration  $C_0$ . A partir de cette solution  $S_0$ , on prépare une solution aqueuse  $S_B$  d'ammoniac en diluant 100 fois un volume  $V_P = 10 \text{ mL}$  de la solution  $S_0$ . On dose ensuite un volume  $V_B = 20 \text{ mL}$  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 pKa du couple  $NH_4^+/NH_3$ . En déduire la constante d'acidité  $K_a$ . **(0,5pt)**



**Figure 1**

**2.3.** On désire préparer une solution tampon de 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)**

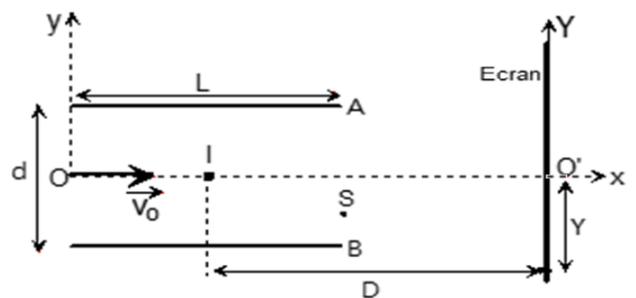
La déflexion électrique se produit lorsqu'une particule chargée se déplace dans une direction différente de celle du champ électrique. Sous l'influence de ce champ, la trajectoire de la particule est modifiée. Cette déflexion était utilisée dans les tubes cathodiques des anciens téléviseurs où un faisceau 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  $v_0 = 2.10^6 \text{ m. s}^{-1}$  (**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. ..../.3



**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

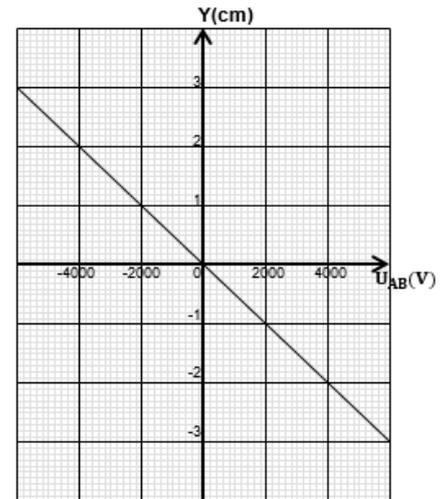


Figure 3

**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)

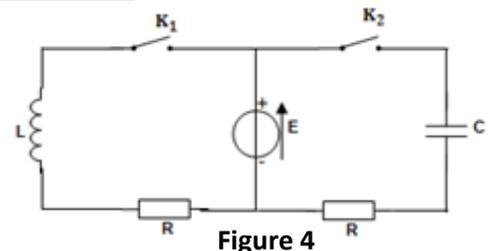


Figure 4

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 :

$$\frac{L}{R} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R} \quad (0,25\text{pt})$$

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

Déterminer les expressions des constantes  $A$  et  $\alpha$  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  $\tau$ . 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..

**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 :  $q(t) = q_{\text{max}} \cos(\omega_0 t + \varphi)$ .

Déterminer l'expression numérique de la charge instantanée  $q(t)$  du condensateur en calculant les valeurs numériques de  $q_{\text{max}}$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$ . **(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  $^{131}_{53}\text{I}$ .

De quel type de désintégration s'agit-il ? **(0,5pt)**

**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  $1000 \text{ Bq}$  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  $1000 \text{ Bq}$ ? **(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<sup>ère</sup> 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  $\lambda_1$ ? 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  $\lambda_1$  avec la frange brillante d'ordre  $K = 5$  d'une radiation monochromatique rouge de longueur d'onde  $\lambda_2$ .

Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_2$ . **(0,5pt)**

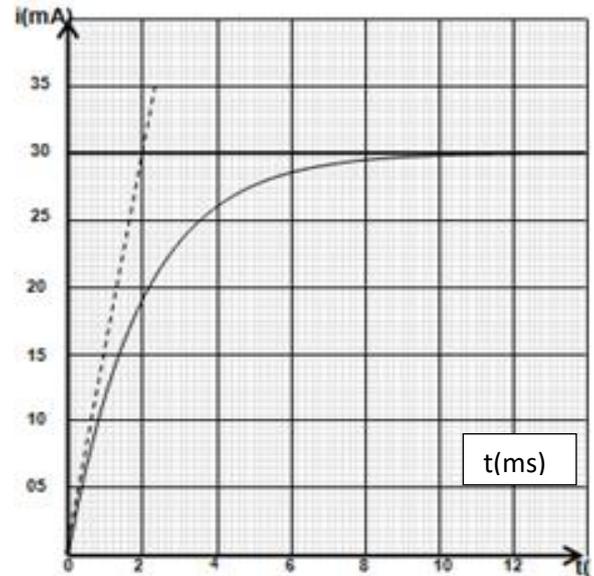


Figure 5

**FIN DU SUJET**