



UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

1/4

2020 G 27 A-R

Durée : 4 heures

Séries : S2-S2A– Coef. 6

Séries S4-S5– Coef. 5

 □□◆□□
OFFICE DU BACCALAUREAT
E.mail : office@ucad.edu.sn

site web : officedubac.sn

Epreuve du 1^{er} groupe**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1** (4 points)

« Les solutions tampons présentent la propriété de garder le pH du milieu dans lequel elles se trouvent, constant. L'effet tampon a une très grande importance en biochimie puisque les pH des liquides physiologiques ont des valeurs très précises et sont contrôlés par des solutions tampons naturelles. »

On se propose de préparer une solution tampon constituée d'une amine RNH_2 et de son acide conjugué RNH_3^+ . Pour cela on fait réagir une solution aqueuse (A) d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et une solution aqueuse (B) d'une amine RNH_2 de concentration $C_B = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH} = 11,4$. Les solutions sont maintenues à la température de 25°C pendant toutes les expériences.

1.1 Etude de la solution (A).

L'acide chlorhydrique est un monoacide fort.

1.1.1 Définir un acide fort et écrire l'équation bilan de la réaction de l'acide chlorhydrique avec l'eau. (0,5 point)**1.1.2** Calculer la valeur du pH de la solution (A). (0,25 point)**1.2 Etude de la solution (B).****1.2.1** Après avoir défini une base faible, montrer que l'amine RNH_2 est une base faible. (0,5 point)**1.2.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'amine avec l'eau. (0,25 point)**1.2.3** Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution (B) et montrer que le pK_a du couple $\text{RNH}_3^+/\text{RNH}_2$ associé à l'amine est 10,3. (1 point)**1.3 Préparation de la solution tampon**Pour préparer une solution tampon (S) de $\text{pH} = 10,3$, on mélange les volumes V_A et V_B des solutions (A) et (B).**1.3.1** Définir une solution tampon et rappeler sa propriété essentielle. (0,5 point)**1.3.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors du mélange entre l'acide fort et la base faible. (0,25 point)**1.3.3** Calculer les volumes V_A et V_B nécessaires pour obtenir une solution tampon de volume $V = 260 \text{ mL}$ (0,75 point)**EXERCICE 2** (4 points)

Les esters ont souvent une odeur agréable et sont généralement à l'origine de l'arôme naturel des fruits. Ils sont aussi utilisés pour la synthèse des arômes et dans la parfumerie. On les synthétise généralement à partir des acides carboxyliques ou de dérivés d'acides carboxyliques.

Un ester E a pour formule générale RCOOR' . Sa masse molaire moléculaire est $M(E) = 102 \text{ g.mol}^{-1}$. Par hydrolyse, cet ester donne deux composés A et B.

2.1 Rappeler les caractéristiques de la réaction d'hydrolyse de l'ester puis écrire son équation bilan. (0,75 point)

2.2 Le composé A est un acide carboxylique. Il est isolé puis séché. On en prélève une masse $m = 2,96 \text{ g}$ que l'on dissout dans de l'eau pure. On obtient ainsi une solution de volume $V = 100 \text{ mL}$. On dose un volume $V_a = 10 \text{ mL}$ de cette solution de A par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_b = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence a lieu lorsqu'on a versé un volume $V_b = 20 \text{ mL}$ de la solution d'hydroxyde de sodium.

SCIENCES PHYSIQUES

2/4

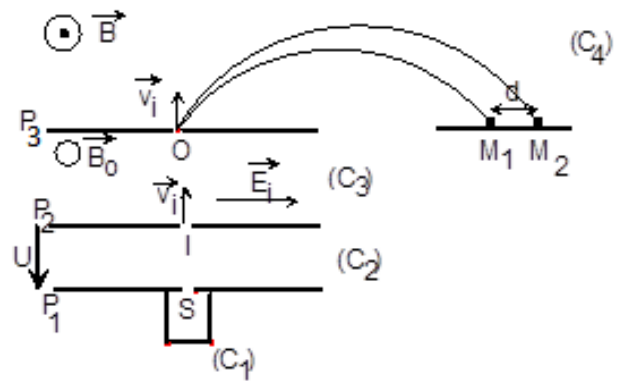
2020 G 27 A-R
Séries : S2-S2A-S4-S5
Epreuve du 1^{er} groupe

- 2.2.1** Montrer que la masse molaire du composé A vaut $M(A) = 74 \text{ g.mol}^{-1}$. En déduire la formule brute, la formule semi-développée et le nom du composé A. **(1 point)**
- 2.2.2** Ecrire la formule semi-développée du composé B et le nommer. **(0,25 point)**
- 2.2.3** Déterminer la formule semi-développée de l'ester E; nommer le. **(0,5 point)**
- 2.3** Proposer deux dérivés de l'acide A qui, par action sur B, conduiraient à E. **(0,5 point)**
- 2.4** Ecrire les équations des réactions conduisant à l'ester E à partir des dérivés proposés à la question précédentes. Rappeler les caractéristiques de ces réactions à celles de l'estérification directe. **(1 point)**

EXERCICE 3 (4 points)

On se propose d'identifier des ions hydrogène ${}^1_1\text{H}^+$ et hélium ${}^4_2\text{He}^{2+}$ produits simultanément par la chambre d'ionisation (C_1) d'un spectrographe de masse. Ces ions pénètrent, avec une vitesse initiale négligeable, par un point S dans une chambre (C_2) où ils sont accélérés par une tension U appliquée entre les plaques P_1 et P_2 . Au point I chaque type d'ions acquiert une vitesse \vec{v}_i (On attribue l'indice $i = 1$ à l'ion ${}^1_1\text{H}^+$ et l'indice $i = 2$ à l'ion ${}^4_2\text{He}^{2+}$).

Cette vitesse est maintenue constante dans un sélecteur (C_3) délimité par les plaques P_2 et P_3 où règnent simultanément un champ électrique uniforme \vec{E}_1 réglable et un champ magnétique uniforme \vec{B}_0 . Au-delà du trou O, les ions sont déviés dans une chambre (C_4) où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} et collectés sur une plaque déflectrice.



3.1 La chambre d'accélération (C_2).

- 3.1.1.** En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer l'intensité v_i de la vitesse \vec{v}_i d'un ion (i) à la sortie de (C_2) au point I, en fonction de sa masse m_i , de sa charge q_i et de la tension U. **(0,25 point)**
- 3.1.2. Montrer que le rapport des masses $\frac{m_2}{m_1} = 2 \frac{v_1^2}{v_2^2}$ **(0,25 point)**

3.2. Le sélecteur (C_3) ou filtre de vitesses

On règle l'intensité du champ électrique \vec{E}_1 à une valeur E_1 pour faire passer un type d'ions par le trou O.

- 3.2.1.** Reproduire sur la copie le sélecteur (C_3), puis représenter la force électrique $\vec{F}E_1$ et la force magnétique $\vec{F}m_1$ qui s'appliquent sur l'ion (1). Justifier la direction et le sens de $\vec{F}m_1$ **(0,75 point)**
- 3.2.2.** Indiquer le sens du vecteur champ magnétique \vec{B}_0 . Justifier. **(0,5 point)**
- 3.2.3.** Etablir l'expression de la valeur v_1 de la vitesse \vec{v}_1 en fonction de E_1 et B_0 . **(0,25 point)**

3.3. La chambre de déviation (C_4).

3.3.1. Chaque type d'ions effectue dans le plan de la figure un mouvement circulaire uniforme. Montrer que le

rayon R_i de la trajectoire d'un ion (i) a pour expression $R_i = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2 m_i U}{q_i}}$ **(0,5 point)**

3.3.2. Les deux types d'ions rencontrent la plaque déflectrice aux points M_1 et M_2 tel que la distance $M_1M_2 = d = 1,5 \text{ cm}$. Déterminer les masses m_1 et m_2 puis identifier les isotopes étudiés **(1,5 points)**

N.B. Le sélecteur de vitesse a permis de calculer la valeur du rapport des vitesses $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$.

Données : $U = 980 \text{ V}$; $B = 0,25 \text{ T}$; l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; masse d'un atome : $m = Au$

SCIENCES PHYSIQUES

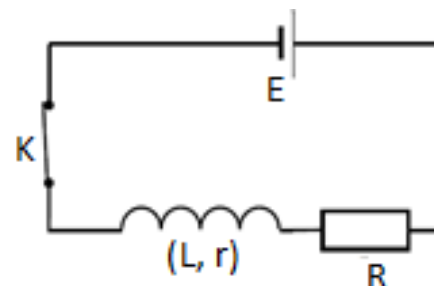
3/4

2020 G 27 A-R
Séries : S2-S2A-S4-S5
Epreuve du 1^{er} groupe

EXERCICE 4

(4 points)

Afin de déterminer la résistance r d'une bobine et son inductance L , on réalise, comme indiqué sur le schéma ci-contre, un circuit série comportant cette bobine, un conducteur ohmique de résistance $R = 390 \Omega$, un générateur de résistance négligeable et de force électromotrice $E = 4 \text{ V}$ et un interrupteur. On ferme l'interrupteur à la date $t = 0$. Un dispositif approprié a permis d'enregistrer l'évolution de l'intensité i du courant qui parcourt le circuit au cours du temps t . Le tableau suivant indique des valeurs de i à différentes dates t .



| | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| $t (10^{-3} \text{ s})$ | 0,00 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 1,75 |
| $i (10^{-3} \text{ A})$ | 0,00 | 6,25 | 8,30 | 9,20 | 9,80 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |

- 4.1.** Tracer la courbe de variation de l'intensité du courant en fonction du temps : $i = f(t)$.
Echelles : 2 cm pour $0,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ et 1 cm pour 10^{-3} A (0,5 point)
- 4.2.** Indiquer le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit? Expliquer brièvement. (0,5 point)
- 4.3.** Déterminer graphiquement l'intensité I_0 du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint. (0,25 point)
- 4.4.** Etablir l'équation différentielle ci-dessous régissant la variation dans le temps de l'intensité du courant :
$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i = E$$
 (0,5 point)
- 4.5.** Dédire de cette équation l'expression de l'intensité du courant électrique en régime permanent I_0 en fonction de E , R et r . En déduire la valeur de la résistance r de la bobine. (0,5 point)
- 4.6.** Vérifier que $i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle où τ sera exprimé en fonction de L , R et r . (0,5 point)
- 4.7.** Quel est le nom de la grandeur? Quelle est sa signification physique? Déterminer graphiquement sa valeur. (0,75 point)
- 4.8.** En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,25 point)

EXERCICE 5

(4 points)

L'idée que la matière est composée de particules insécables appelées "atomes" a traversé les siècles en étant parfois rejetée et parfois acceptée. Par la suite des scientifiques ont trouvé que « L'atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons. En 1913 Niels Bohr propose le premier modèle décrivant les niveaux d'énergie des atomes. Il attribue aux niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène la formule :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}, \text{ avec } n \in \mathbb{N}^* \text{ et } E_n \text{ exprimée en eV}$$

- 5.1** Définir le niveau fondamental de l'atome d'hydrogène. (0,5 point)
- 5.2** Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental. (0,5 point)
- 5.3** Exprimer la variation d'énergie d'un atome lorsqu'il passe d'un niveau d'énergie E_q à un niveau d'énergie inférieur E_p en fonction de p et q . Sous quelle forme cette énergie est-elle libérée? (0,5 point)
- 5.4** On considère le cas où le niveau inférieur E_p de la transition est caractérisé par $p = 2$:
- 5.4.1** Montrer que la longueur d'onde de la lumière émise par l'atome d'hydrogène peut s'écrire :

$$\lambda = \frac{0,365}{1 - \frac{1}{q^2}} \text{ en } \mu\text{m}, \text{ avec } q \text{ entier } \geq 3. \quad \text{(0,5 point)}$$

SCIENCES PHYSIQUES

4/4

 2020 G 27 A-R
 Séries : S2-S2A-S4-S5
Epreuve du 1^{er} groupe

5.4.2 Sachant que les radiations visibles ont des longueurs d'onde λ telles que $\lambda_V \leq \lambda \leq \lambda_R$ où

$\lambda_V = 0,400 \mu m$ pour la lumière violette $\lambda_R = 0,750 \mu m$ pour la lumière rouge,

Montrer que le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène renferme des raies visibles pour quatre valeurs de q que l'on déterminera. **(1 point)**

5.5 On constate expérimentalement que les raies visibles du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène sont au nombre de quatre et correspondent aux radiations de longueurs d'onde suivantes :

$\lambda_a = 0,657 \mu m$; $\lambda_b = 0,486 \mu m$; $\lambda_c = 0,434 \mu m$; $\lambda_d = 0,410 \mu m$.

On soumet à l'atome d'hydrogène se trouvant au niveau $p = 2$, une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,434 \mu m$.

5.5.1 Cette radiation est-elle absorbable pour l'atome d'hydrogène ? Justifier **(0,5 point)**.

5.5.2 Dans le cas de l'absorption, identifier le nouvel état excité E_q par la détermination de q . **(0,5 point)**

Données : $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$; Célérité de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$;

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s^{-1}$

FIN DE SUJET