



REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère De l'Education Nationale
OOOO



INSPECTION D'ACADEMIE DE DIOURBEL

BP : 74 - Tel : 33 971-17-35 – Fax : 33 971-41 -24

E-mail : iadiour-me@sentoo.sn

COMPOSITION STANDARDISEE DU SECOND SEMESTRE

2024/2025

EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DUREE : 4h

NIVEAU : TS1

EXERCICE 1 :

(03 points)

Les amines sont des composées 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 scientifique 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 pKa du couple auquel appartient cette amine.

1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de cette amine avec l'eau. **(0,25pt)**

1.2 Etablir 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)**

1.3 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). Les élèves ont à leur disposition le matériel suivant : un pH-mètre, des béchers (100mL, 250mL, 500mL), des pipettes jaugées (5,0mL, 10mL, 20mL), des fioles jaugées (100mL, 250mL, 500mL), des éprouvettes graduées (25mL, 50mL et 100mL) et d'une burette graduée de 25mL.

1.3.1 Décrire la préparation de 500mL de la solution S_1 en précisant le matériel utilisé ainsi que le mode opératoire. **(0,5pt)**

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

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

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

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

1.3.2.3 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 . **(0,5pt)**

1.3.3 Soit V_A le volume d'acide versé. Montrer que si $0 < V_A < V_{AE}$, la constante d'acidité du couple BH^+/B auquel appartient l'amine peut s'exprimer sous la forme :

$$K_{a(\text{BH}^+/\text{B})} = [\text{H}_3\text{O}^+] \left(\frac{V_{AE}}{V_A} - 1 \right). \quad (0,5pt)$$

1.3.4 Une mesure du pH du milieu réactionnel lorsqu'on a versé un volume d'acide $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$, a donné $\text{pH} = 9,9$.

En déduire la valeur du pKa du couple (BH^+/B).

(0,25pt)

On donne les masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{N}) = 14$



EXERCICE 2 : (03 points)

Les protéines sont des macromolécules, communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides α -aminés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction enzymatique c'est-à-dire catalytique dans l'évolution de certaines synthèses biologiques.

On désire synthétiser un dipeptide P à partir de la glycine de formule $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ et d'un autre acide α -aminé dont la formule peut s'écrire : **$\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$** .

Dans un premier temps, on procède à l'identification du radical alkyle R :

On considère l'équation-bilan de la réaction suivante :



où B est un composé organique et A un composé gazeux qui trouble l'eau de chaux.

2.1. Quelle est la fonction chimique et la classe de B ? **(0,25 pt)**

2.2. On dissout une masse $m = 135\text{mg}$ de B dans très peu d'eau. La solution obtenue est neutralisée par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence est obtenue pour un volume $V_a = 15\text{mL}$. Déterminer :

2.2.1. Le nombre de moles de B (n_B) ayant réagi et en déduire la masse molaire M_B de B, **(0,5 pt)**

2.2.2. La formule brute et la formule semi-développée de B. **(0,5 pt)**

2.3. Donner la formule semi-développée de l'acide α -aminé et son nom systématique. **(0,25 pt)**

2.4. Cet acide α -aminé est-il chiral ? Justifier. **(0,25 pt)**

2.5. Donner la représentation de Fischer de ses deux énantiomères. **(0,5 pt)**

2.6. On procède maintenant à la synthèse sélective du dipeptide P dans lequel la glycine est l'acide α -aminé N-terminal.

2.6.1. Donner la formule semi-développée du dipeptide P et encadrer la liaison peptidique. **(0,25 pt)**

2.6.2. En utilisant les produits suivants : $\text{R}_1 - \text{OH}$, $\text{R}_2 - (\text{CO})\text{Cl}$ et SOCl_2 , donner les grandes étapes de la synthèse sélective de P tout en écrivant les équations complètes des réactions mises en jeu. **(0,5 points)**

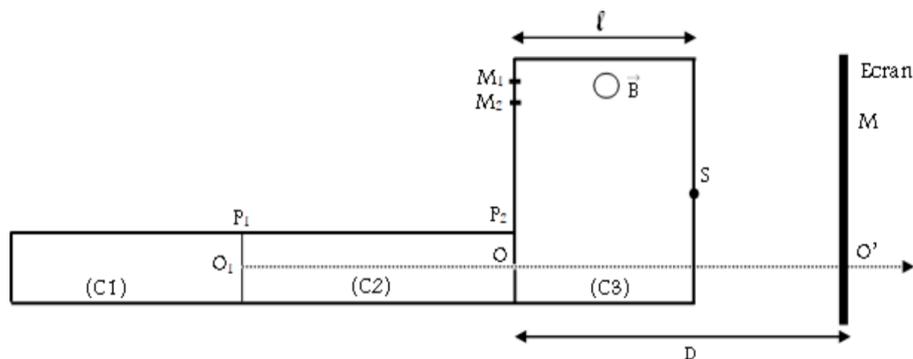
EXERCICE 3 : (04 points)

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

Le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique et les vitesses sont faibles devant la célérité de la lumière.

On se propose d'identifier les deux types d'ions du fer ($^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$ et $^{54}\text{Fe}^{\beta+}$), de masses respectives m_1 et m_2 par deux méthodes.

Ces deux ions sont produits simultanément dans une chambre d'ionisation (C1) d'un spectrographe de masse. Ces ions pénètrent, avec une vitesse initiale négligeable, par un point O_1 dans une chambre (C2) délimitée par deux plaques métalliques P_1 et P_2 verticales et parallèles où ils sont accélérés par une tension $U_0 = V_{P1} - V_{P2}$ réglable. Au-delà du point O, ces ions sont déviés dans une chambre (C3) large d'une distance ℓ où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} .



Première méthode

On fixe dans toute cette partie la valeur de la tension $U_0 = 100 \text{ V}$.

3.1 Dans la chambre (C2) d'accélération

3.1.1 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer :

3.1.1.1 L'intensité v_1 de la vitesse \vec{v}_1 de l'ion $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$ à la sortie de (C2) au point O, en fonction de sa masse m_1 , de α , de la charge élémentaire e et de la tension U_0 . **(0,25pt)**

3.1.1.2 L'intensité v_2 de la vitesse \vec{v}_2 de l'ion $^{54}\text{Fe}^{\beta+}$ à la sortie de (C2) au point O, en fonction de sa masse m_2 , de β , de la charge élémentaire e et de la tension U_0 . **(0,25pt)**

3.1.2 Etablir une relation entre $v_1, v_2, m_1, m_2, \beta$ et α . **(0,25pt)**

3.2 Dans la chambre (C3) de déviation :

3.2.1 Montrer que le mouvement d'un ion s'effectue dans un plan que l'on précisera puis montrer que ce mouvement est circulaire uniforme. **(0,75pt)**

3.2.2 Sachant que la largeur ℓ du champ magnétique uniforme \vec{B} est supérieure aux rayons de courbures des ions et que ces derniers rencontrent la plaque défectrice aux points M_1 et M_2 tel que la distance $M_1M_2 = d = 3\text{mm}$:

3.2.2.1 Préciser le sens de \vec{B} . **(0,25pt)**

3.2.2. Déterminer les entiers α et β sachant que $\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{9}{14}$. **(0,5pt)**

Deuxième méthode

3.3 Dans cette partie, on admettra que la largeur ℓ du champ magnétique uniforme \vec{B} est :

- Inférieure aux rayons de courbures des ions ;
- Négligeable devant D (distance entre O et l'écran).

On donne : D = 1 m ; $\ell = 10 \text{ cm}$

3.3.1 Quel dispositif faudrait-il placer entre la chambre (C2) d'accélération et la chambre (C3) de déviation pour que seul l'ion $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$ sorte par le point S et vienne heurter l'écran en un point M ? **(0,5pt)**

3.3.2 Exprimer la déflexion magnétique $O'M = Y$ en fonction de D, ℓ , B, e, U_0 , u et α . **(0,5pt)**

On supposera petit l'angle que fait la vitesse de l'ion à la sortie avec l'axe O.

3.3.3 Pour déterminer l'entier α de l'ion $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$, on fait varier la tension accélératrice U_0 entre 1000V et 5000V. Pour chaque valeur de U_0 , on repère l'ordonnée du point d'impact de l'ion sur l'écran. On obtient les résultats suivants :

$U_0(V)$	1000	2000	3000	4000	5000
$Y^2(m^2)$	17,1	8,6	5,7	4,3	3,4

3.3.3.1 Tracer le graphe $Y^2 = f(\frac{1}{U_0})$ en choisissant convenablement une échelle. **(0,5pt)**

3.3.3.2 En utilisant le graphe et ce qui précède, déterminer l'entier α de l'ion $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$. **(0,25pt)**

EXERCICE 4 : (6 points)

Pour étudier la charge et la décharge d'un condensateur on réalise le circuit de la figure 2 représentée ci-contre.

Données : $E = 4 \text{ V}$; $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 400 \Omega$; $C = 1\mu\text{F}$; $L = 0,4 \text{ H}$.

La résistance du générateur et celle de la bobine sont supposées négligeables.

4.1 Etude de la charge du condensateur

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 à l'instant $t = 0$. On note par $u_c(t)$ la tension aux bornes du condensateur et $i(t)$ l'intensité du courant dans le circuit.

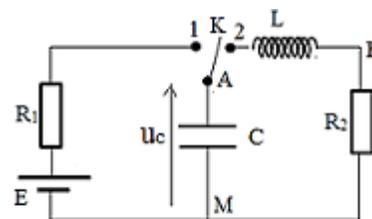


Figure 2



4.1.1 Etablir l'équation reliant les tensions instantanées aux bornes des trois composants du circuit. En déduire l'équation différentielle relative à la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. **(0,5 pt)**

4.1.2 Vérifier que l'expression $u_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ avec $\tau = R_1 C$ est solution de l'équation différentielle établie à la question précédente. Donner la signification de τ et calculer sa valeur. **(0,75 pt)**

4.1.3 Déterminer l'expression de l'intensité du courant I_0 à $t=0$; faire l'application numérique. **(0,5 pt)**

4.1.4 Déterminer les expressions, à l'instant t , de la puissance fournie par le générateur et de la puissance reçue par le condensateur en fonction de E, R_1, t et τ . **(0,5pt)**

4.1.5 Montrer que le rapport de l'énergie emmagasinée par le condensateur $\mathcal{E}(c)$ sur l'énergie fournie par le générateur $\mathcal{E}(G)$ entre l'instant de fermeture du circuit et une date quelconque $t = x\tau$ (x est un nombre positif) est donné par :

$$\frac{\mathcal{E}(C)}{\mathcal{E}(G)} = \frac{1 - e^{-x}}{2} \quad \text{(0,5 pt)}$$

4.1.6 Pour différentes dates $t=x\tau$ où x est donné dans le tableau ci-dessous, reproduire le tableau sur la feuille de copie et le compléter. **(0,5 pt)**

X	0	0,01	0,10	1	5	10	100	$+\infty$
e^{-x}								
$\frac{\mathcal{E}(c)}{\mathcal{E}(G)}$								

4.1.7 En exploitant le tableau, montrer que l'énergie fournie par le générateur n'est pas totalement reçue par le condensateur. Expliquer pourquoi. **(0,5 pt)**

4.1.8 En se servant du tableau, déterminer la quantité de chaleur totale dégagée par effet joule au cours de la charge du condensateur. **(0,5 pt)**

4.2 Etude de la décharge.

A la fin de la charge du condensateur, on bascule l'interrupteur K de la position 1 à la position 2. Cet instant est choisi comme nouvelle origine des dates $t = 0$. Les courbes (1) et (2) de la figure 3 représentent dans un ordre quelconque la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_2 et la tension u_{AM} aux bornes du condensateur.

4.2.1 Recopier la figure 2 et y indiquer les branchements pour visualiser les tensions u_{AM} à la voie 1 et u_{BM} à la voie 2 d'un oscilloscope. **(0,25 pt)**

4.2.2 Affecter à chaque courbe la tension correspondante. Justifier. **(0,5 pt)**

4.2.3 Expliquer l'allure des courbes. Quelle est la courbe qui montre les variations de l'intensité du courant ? Justifier. **(0,5 pt)**

4.2.4 En exploitant la figure 3, déterminer l'énergie restante dans le circuit à la date $t = 2$ ms. La comparer avec l'énergie du condensateur à $t = 0$. **(0,5 pt)**

4.2.4 En exploitant la figure 3, déterminer l'énergie restante dans le circuit à la date $t = 2$ ms. La comparer avec l'énergie du condensateur à $t = 0$. **(0,5 pt)**

EXERCICE 5 : (04 points)

L'indice de réfraction de l'air pur est supposé égal à 1. L'air atmosphérique n'est pas pur, mais pollué ; il contient surtout du dioxyde de carbone. L'indice de réfraction n de l'air ainsi pollué est donné par $n = 1 + 1,55 \cdot 10^{-6} y$ où $y\%$ représente le pourcentage du dioxyde de carbone. Dans le but de déterminer la valeur de y , on réalise le phénomène d'interférences lumineuses à l'aide du dispositif

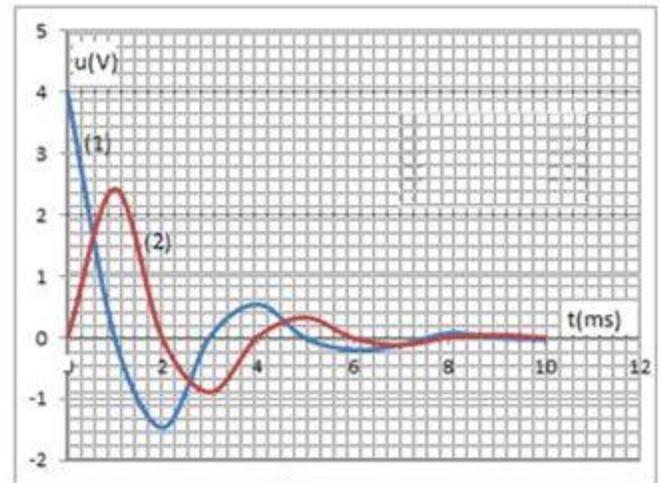
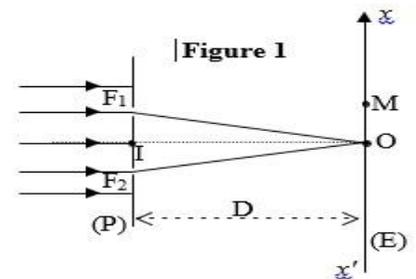


Figure 3

(0,5 pt)



des fentes de Young en éclairant les deux fentes F_1 et F_2 distantes de $a = 1 \text{ mm}$, par un faisceau laser de longueur d'onde dans l'air pur $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$. Le faisceau tombe normalement au plan (P) qui contient les fentes.

On observe des franges sur un écran (E) parallèle à (P) et situé à la distance $D = 2\text{m}$ de ce plan. Le point O est la projection orthogonale du point I milieu de F_1F_2 sur le plan (E) (figure 1).

5.1. Interférences dans l'air pur

On rappelle qu'au point M de l'écran tel que $OM = x$, la différence de marche optique $\delta = MF_2 - MF_1$ est donnée par la relation $\delta = \frac{a \cdot x}{D}$

5.1.1. O est le centre de la frange brillante centrale. Pourquoi ? (0,25pt)

5.1.2. M est le centre de la frange brillante d'ordre k.

5.1.2.1. Donner l'expression de δ en fonction de k et λ . (0,25pt)

5.1.2.2. Déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ , D et a. (0,25pt)

5.1.2.3. M est le point tel que $MF_2 - MF_1 = 1,266 \mu\text{m}$. Préciser, en le justifiant, la nature et l'ordre de la frange dont le centre est en M. (0,5pt)

5.1.3 Le dispositif est maintenant éclairé par une source bichromatique qui émet des radiations de longueur d'onde $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$ et λ' . On observe une coïncidence de rangs sombres entre la 4^{ème} frange de la radiation de longueur d'onde λ et la 5^{ème} frange de la radiation de longueur d'onde λ' . Calculer λ' . (0,5pt)

5.1.4. On remplace la source bichromatique par une source de lumière blanche dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nm et 800 nm.

5.1.4.1. Décrire sommairement l'aspect de l'écran. (0,5pt)

5.1.4.2. Déterminer le nombre de radiations manquantes au point de l'écran (E) d'abscisse $x = 12,66\text{mm}$ du champ d'interférence. (0,5pt)

5.2. Interférences dans l'air pollué

On veut mesurer l'indice de réfraction n de l'air pollué de dioxyde de carbone. Dans le dispositif des fentes de Young utilisé, on considère que le faisceau issu de F_2 se propage dans l'air pur tandis que celui issu de F_1 se propage le long de $\ell = 50 \text{ cm}$ dans l'air pollué et le reste du trajet dans l'air pur (figure 2).

On constate, dans ce cas, que le système des franges d'interférences se déplace vers le haut. La nouvelle expression de la différence de marche optique est alors : $\delta' = MF_2 - MF_1 = \frac{a \cdot x}{D} - \ell(n - 1)$

5.2.1. Sachant que le centre de la frange brillante centrale se déplace vers le haut et occupe la position qu'occupait la frange brillante d'ordre 2, l'interfrange restant le même.

5.2.1.1. Déterminer l'expression donnant n en fonction de ℓ et λ . (0,5pt)

5.2.1.2. Montrer que n vaut 1,0000025. (0,25pt)

5.2.2. L'indice de l'air pollué est donné par $n = 1 + 1,55 \cdot 10^{-6}y$. L'air pollué en dioxyde de carbone devient nocif lorsque $y \geq 0,5$. Cet air pollué est-il nocif ? Pourquoi ? (0,5pt)

