



Ministère de
L'Éducation nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE KAOLACK

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
Un Peuple – Un But – Une FOI



COMPOSITION DU SECOND SEMESTRE 2024/2025

DISCIPLINE : SCIENCES PHYSIQUES

NIVEAU : TERMINALE S2

DUREE : 4 HEURES

Les calculatrices réglementaires sont autorisées. Il faut établir les expressions littérales avant de procéder à toute application numérique.

EXERCICE 1 : (04 points)

La fonction amine recouvre un ensemble très grand de composés organiques azotés dont l'intérêt réside, entre autres, dans l'utilisation qu'on en fait dans l'industrie.

La méthylamine et l'éthylamine sont utilisées comme solvants et comme matières premières dans la synthèse de colorants et d'insecticides. Quant à la diéthylamine ou N-éthyléthanamine, elle est utilisée comme inhibiteur de corrosion dans la fabrication de résines ainsi que dans le domaine pharmaceutique. On pourrait citer bien d'autres utilisations industrielles des amines.

On réalise le dosage d'une solution de diéthylamine $(C_2H_5)_2NH$ à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. On prélève un volume $V_b = 20 \text{ mL}$ de la solution basique de concentration C_b que l'on place dans un bécher. On mesure le pH en fonction du volume V_a de la solution acide ajoutée ; on obtient le tableau de valeurs ci-dessous.

V_a (mL)	0	1	3	5	7	9	11	13	15	16	16,5
pH	11,9	11,6	11,4	11,2	11	10,9	10,7	10,4	10,1	9,7	9,4

17	17,2	17,5	18	18,5	19	20	22	25
8,8	7,5	3,6	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8

1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique qui se produit entre les deux solutions. **(0,5 pt)**

1.2 Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_a)$ représentant la variation du pH en fonction de V_a . **(0,5 pt)**

1.3 En déduire de la courbe :

1.3.1 La concentration C_b de la solution aqueuse de diéthylamine. **(0,5 pt)**

1.3.2 Le pK_a du couple acide/base. **(0,25 pt)**

1.3.3 Expliquer pourquoi le pH au point équivalent est-il différent de celui obtenu lors du dosage d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique. **(0,25 pt)**

1.3.4 Déterminer la constante de réaction K_r et conclure. **(0,5 pt)**

On donne : $\text{pK}_a(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$ et $\text{pK}_a(\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-) = 14$.

1.4 Sachant que le pK_a du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ est de 9,3 ; classer les deux bases par basicité croissante et indiquer l'influence de la substitution sur la force d'une base. **(0,5 pt)**

1.5 On désire préparer une solution tampon.

1.5.1 Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ? **(0,5 pt)**

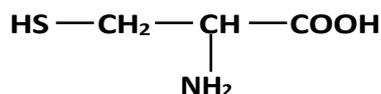
1.5.2 Déterminer les volumes de la solution de diéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ qu'il faut mélanger pour obtenir 100 mL d'une solution tampon. **(0,5 pt)**



EXERCICE 2 (04 points)

L'hepcidine est une protéine qui régule l'absorption intestinale du fer. L'hepcidine est un polypeptide de 25 acides aminés dont la séquence montre la présence de cystéine (Cys).

La formule semi-développée de la cystéine est donnée ci-contre :



2.1 Recopier la formule semi-développée de la cystéine. Entourer et nommer les groupes fonctionnels présents. **(0,5 point)**

2.2 Justifier que la cystéine appartient à la famille des acides α - aminés. **(0,5 point)**

2.3 Rappeler la définition d'un carbone asymétrique, puis justifier que la cystéine est une molécule chirale. **(0,5 point)**

2.4 Donner la représentation de Fischer de l'énantiomère L de la cystéine. **(0,5 point)**

2.5 Dans la séquence d'acides aminés de l'hepcidine on distingue la séquence C-A correspondant au dipeptide formé par la cystéine et un acide α - aminé (A) de formule $\text{R-CH(NH}_2\text{)COOH}$ où R est un radical alkyle ou un atome d'hydrogène.

2.5.1 Déterminer la formule semi-développée et le nom du composé A, sachant que la masse molaire du dipeptide est égale à 178 g.mol^{-1} . **(0,75 point)**

2.5.2 Écrire l'équation-bilan de la réaction de condensation conduisant à la séquence C-A, puis entourer la liaison peptidique. **(0,5 point)**

2.6 À partir de solutions de cystéine et de glycine on souhaite obtenir sélectivement le dipeptide Cys-Gly. Préciser :

2.6.1 Quels sont les groupes fonctionnels qu'il faut bloquer sur les deux acides aminés de départ ? **(0,5 point)**

2.6.2 Quel groupe fonctionnel de quel acide aminé faut-il activer ? **(0,25 point)**

Données : masses molaires (en g.mol^{-1}) : H = 1 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16 ; S = 32

EXERCICE 3 (04 points)

Le chlore naturel est un mélange essentiellement constitué des isotopes ^{A1}Cl et ^{A2}Cl dont les proportions isotopiques sont respectivement 75% et 25%. La masse molaire du chlore naturel est de $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

On considère le spectrographe de masse schématisé à la figure 4. Des atomes de chlore sont ionisés dans la chambre d'ionisation (1) ; les ions $^{A1}\text{Cl}^-$ et $^{A2}\text{Cl}^-$ obtenus sont introduits avec une vitesse initiale nulle par le trou P_1 dans la chambre d'accélération (2) où règne un champ électrique uniforme \vec{E} créé par une tension $U_1 = V_{P1} - V_{P2}$ négative. Les ions sont alors accélérés vers le trou P_2 par lequel ils pénètrent avec une vitesse \vec{V}_{0i} dans la chambre de déviation (3) où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} orthogonal au plan de la figure et de valeur B.

3.1 Quel est la direction et le sens du vecteur champ électrique \vec{E} dans la chambre d'accélération. **(0,5 pt)**

3.2 Etablir l'expression de la vitesse V_{0i} de chaque ion en fonction de e, m_i et U_1 . **(0,5 pt)**

3.3 Dans la chambre (3) de déviation :

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

3.3.2 Exprimer R_1 et R_2 respectivement rayons des trajectoires des ions $^{A1}\text{Cl}^-$ et $^{A2}\text{Cl}^-$ en fonction de e, B, U_1 et m_1 ou m_2 . En déduire l'expression de $\frac{R_2}{R_1}$ en fonction de A_1 et A_2 . **(0,75 pt)**

3.3.3 Donner le sens de \vec{B} pour que les ions tombent aux points M_1 et M_2 . **(0,25 pt)**

3.3.4 Les ions $^{A1}\text{Cl}^-$ et $^{A2}\text{Cl}^-$ tombent respectivement en M_1 et M_2 tel que $OM_1 = 0,972 \times OM_2$. Montrer que $A_1 = 35$ et $A_2 = 37$. **(0,5 pt)**

3.3.5 Calculer les valeurs de R_2 et V_{0_2} pour $R_1 = 20 \text{ cm}$ et $V_{0_1} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$. **(0,5 pt)**

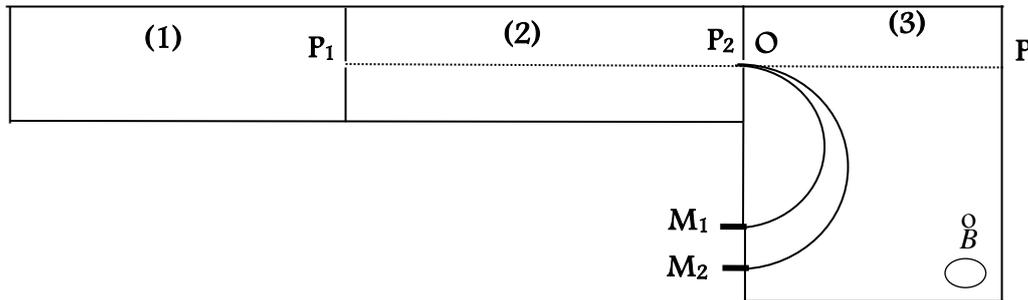
4.4 On applique maintenant simultanément dans la chambre de déviation les champs \vec{E} et \vec{B} .



Quelle doit être la valeur de l'intensité du champ magnétique \vec{B} pour que les ions $^{A1}\text{Cl}^-$ sortent au point P sans être déviés avec une vitesse $V_{0,1} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$? **(0,25 pt)**

On donne: $E = 7400 \text{ V.m}^{-1}$

On admettra que la masse d'un ion est $m_i = A_i \cdot u$ où u est la masse d'un nucléon ($1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$).



Exercice 4 (04points)

Les caractères ondulatoire et corpusculaire de la lumière

expliquer plusieurs phénomènes optiques.

L'existence de certaines couleurs peut s'expliquer, entre autres, par la superposition de couleurs primaires.

4.1. Une source lumineuse monochromatique S_0 émet une radiation de longueur d'onde λ . Elle est placée à une distance

d d'un plan opaque (P) percé d'un trou circulaire S de diamètre $a < \lambda$. Les rayons lumineux arrivent perpendiculairement au plan (P) en traversant le trou. Un écran (E) est placé parallèlement au plan (P), à une distance $D = 2 \text{ m}$ (figure 1).

Quel phénomène physique se produit lorsque le faisceau de lumière

traverse le trou circulaire ? Justifier votre réponse. **(0,25pt)**

4.2. On reprend le dispositif décrit précédemment, le plan (P) est percé maintenant de deux trous fins (S_1) et (S_2). La source S_0 est placée à égale distance des trous et à une distance d du plan opaque (P). Les distances d et D sont maintenues (figure 2). La radiation monochromatique utilisée a une fréquence $\nu = 5,77 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

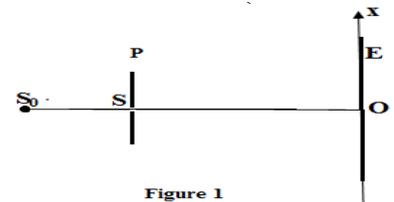


Figure 1

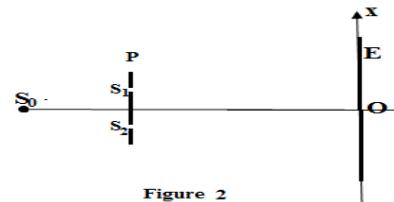


Figure 2

4.2.1. Quelle est la longueur d'onde de cette radiation. En déduire la couleur de la lumière utilisée ? (Le spectre de la lumière blanche figure dans les données fournies à la fin de l'exercice) **(0,25pt)**

4.2.2. Qu'observe-t-on sur l'écran (E) ? **(0,25pt)**

4.2.3. Comment appelle-t-on ce phénomène ? Quel caractère de la lumière est ainsi mis en évidence ? **(0,5pt)**

4.2.4. La cinquième (5ème) frange brillante est situé à une distance $d = 2,6\text{mm}$. Le point O de l'écran, origine de l'axe parallèle à S_1S_2 est sur la droite bissectrice de S_1S_2 . M est un point de l'écran (E) d'abscisse x .

4.2.4.1. Déterminer la distance a séparant les deux sources secondaires (S_1) et (S_2). **(0,25pt)**

4.2.4.2. Définir puis calculer l'interfrange i . **(0,5pt)**

4.2.4.3. Quelle est la nature de la frange située à $x = 1,3\text{mm}$ et celle située à $x = 2,08\text{mm}$? Justifier votre réponse. **(0,5pt)**

4.3. On remplace la source S_0 par une lampe spectrale émettant deux radiations $\lambda_1 = 750\text{nm}$ et $\lambda_2 = 480\text{nm}$.

4.3.1. Quelle est la couleur de la frange observée sur l'écran à $x = 0$? Justifier. **(0,25pt)**

4.3.2. A quelle distance d_1 du centre O de l'écran a-t-on pour la première fois une coïncidence entre les franges brillantes ? **(0,5pt)**

4.4. Les deux radiations $\lambda_1 = 750\text{nm}$ et $\lambda_2 = 480\text{nm}$ sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive dont le travail d'extraction vaut $W_0 = 1,86\text{eV}$.

4.4.1. Quelles sont parmi ces deux radiations celles qui provoquent un effet photoélectrique ? Justifier la réponse.



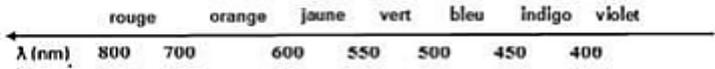
(0,5pt)

4.4.2. Dans le cas où il y a effet photoélectrique, calculer la vitesse de l'électron expulsé. (0,25pt)

Données : célérité de la lumière $C= 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

Données :

- **Spectre de la lumière blanche :**



- **Résultats de la superposition de quelques couleurs :**

Rouge + bleu = magenta ; bleu + vert = cyan ; rouge + vert = Jaune

Exercice 5: (04 points) Les parties 1 et 2 sont indépendantes

La physique nucléaire et atomique est appliquée en médecine, spectroscopie et séparation isotopique. Le phosphore-32 est utilisé pour traiter des maladies, le modèle de Bohr décrit les niveaux d'énergie de l'hydrogène, et la séparation des isotopes de l'hélium se fait par champ magnétique. Ces trois axes illustrent la complémentarité entre les lois fondamentales de la physique et leurs applications concrètes.

L'exercice aborde la désintégration du phosphore-32, les niveaux d'énergie de l'hydrogène et la séparation des isotopes de l'hélium.

1. La physique nucléaire dans le domaine médical

L'injection intraveineuse d'une solution contenant le phosphore 32 radioactif permet dans certains cas le traitement de la multiplication anormale des globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse

La demi-vie du nucléide de phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ est $T = 14,3$ jours avec $1 \text{ jour} = 86400 \text{ s}$

La désintégration β^- du nucléide $^{32}_{15}\text{P}$ donne naissance au nucléide ^A_ZY

5.1. Ecrire l'équation de la désintégration du nucléide $^{32}_{15}\text{P}$ en précisant les valeurs de A et Z. (0,5pt)

5.2. Calculer en MeV l'énergie libérée (ΔE) par la désintégration du nucléide $^{32}_{15}\text{P}$. (0,5pt)

5.3. Pour un traitement, on prépare un échantillon de phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ dont l'activité radioactive est A_0 .

5.3.1. Définir l'activité radioactive. (0,25pt)

5.3.2. A l'instant t_1 , on injecte à un patient une quantité d'une solution de phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ dont l'activité radioactive est $A_1 = 2,5 \times 10^9 \text{ Bq}$.

5.3.2.1. Calculer en jour la durée $\Delta t = t_2 - t_1$, nécessaire pour que l'activité nucléaire A_2 du phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ soit égale à 20 % de A_1 . (0,5pt)

5.3.2.2. On note N_1 et N_2 les nombres de nucléides restants aux l'instant t_1 et t_2 et N_d le nombre de nucléides désintégrés pendant la durée Δt . Montrer que le nombre N_d de nucléides désintégrés pendant la durée Δt est donné par $N_d = \frac{0,8 T A_1}{\ln 2}$. (0,5pt)

Données :

$m(^{32}_{15}\text{P}) = 31,9840 \text{ u}$; $m(^{32}_{16}\text{S}) = 31,9822 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$; $m(\beta^-) = 5,485 \times 10^{-4} \text{ u}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$

2. Etudes des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Dans la théorie de BOHR de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux sont données par la formule :

$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (en eV)}$; n est un nombre entier positif.

5.2.1. Montrer que le nombre d'onde σ de la radiation émise, entre deux niveaux E_p et E_n (tels que $p > n$) peut se mettre sous la forme : $\sigma = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$. $R_H = 1,097.10^7 \text{ m}^{-1}$ est la constante de Rydberg. (0,5pt)

5.2.2. La longueur d'onde $\lambda = 0,486 \mu\text{m}$ est émise par l'atome d'hydrogène lors de son retour d'un niveau excité $p > 2$ au niveau $n = 2$. Déterminer le niveau p. (0,5pt)

5.2.3. On fournit à l'atome d'hydrogène pris dans son état excité $n=2$, un photon d'énergie $W=3,02 \text{ eV}$. Ce photon est-il absorbé ? Justifier (0,5pt)

5.2.4. Calculer en électrons volts l'énergie minimale à fournir pour ioniser l'atome d'hydrogène à partir de l'état correspondant au niveau $n = 2$. (0,25pt) on donne : $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

FIN DE L'ÉPREUVE

