



REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi



Ministère
de l'Éducation nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition Standardisée de Sciences Physiques

2nd Semestre 2024

TS1

Durée : 04 heures

Exercice 1 : (3 points)

L'ammoniac NH_3 est un gaz qui, dissous dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniac. Des solutions commerciales d'ammoniac sont utilisées, après dilution, comme produits de nettoyage.

Cette partie de l'exercice se propose d'étudier une solution aqueuse d'ammoniac.

On prépare une solution aqueuse S_b , de volume V , en diluant **100 fois** une solution commerciale d'ammoniac S_0 de concentration C_0 .

Données : Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ; le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

1. Dosage de la solution S_b :

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume $V_b = 15\text{mL}$ de la solution aqueuse S_b de concentration C_b par une solution aqueuse S_a d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration $C_a = 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

La courbe de la **figure 1** représente les variations du pH du mélange en fonction du volume V_a de la solution S_a :

1.1. Écrire l'équation de la réaction de dosage. (0,5 pt)

1.2. Après avoir défini l'équivalence acido-basique, établir la relation entre C_b, C_a, V_b et V_{aE} le volume versé de la solution S_a à l'équivalence. (0,5 pt)

1.3. Montrer que la concentration de la solution S_b est $C_b = 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$. En déduire C_0 . (0,5 pt)

1.4. Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse. (0,25 pt)

Indicateur coloré	Hélianthine	Rouge de méthyle	Phénolphthaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	4,2 – 6,2	8,2 – 10

2. Étude de la solution S_b

La mesure du pH de la solution S_b donne **pH = 10,6**

2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau. (0,25 pt)

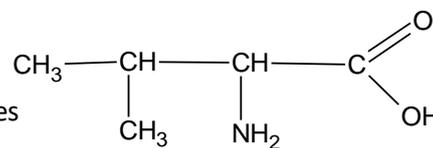
2.2. Calculer la concentration molaire effective des ions hydroxydes OH^- dans la solution S_b . (0,5 pt)

2.3. En déduire la valeur du pK_A du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$. (0,5 pt)

Exercice 2 : (3 points)

La valine (Val) est un composé acide α -aminé de formule semi développée

2.1. Montrer que la molécule est chirale. Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer. (0,75 pt)



2.2. En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire appelé Zwitterion.

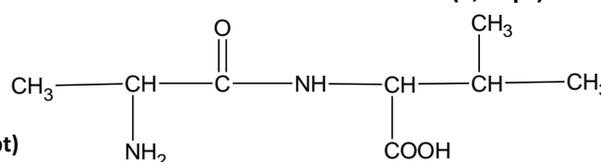
2.2.1. Écrire les équations de deux réactions du Zwitterion sur l'eau en mettant en évidence les couples acido-basiques de pK_a 2,4 et 9,8. (0,5 pt)

2.2.2. Après avoir attribué à chacun des couples le pK_a qui lui correspond avec justification à l'appui, indiquer sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée. (0,75 pt)

2.3. On désire synthétiser, par condensation de la valine avec un autre acide α -aminé, le dipeptide suivant :

2.3.1. Écrire l'équation bilan de la réaction de condensation. (0,5pt)

2.3.2. Donner le nom systématique de l'autre acide α -aminé. (0,5pt)



Exercice 3 :

(4,5 points)

On considère le montage de la **figure 1** suivante constitué d'un condensateur de capacité C initialement déchargé, d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E, d'un résistor de résistance $R = 500 \text{ k}\Omega$ et d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un interrupteur K.

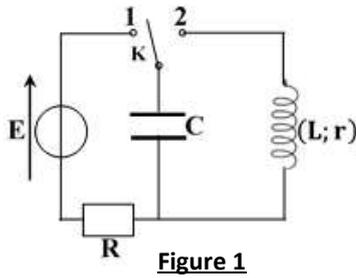


Figure 1

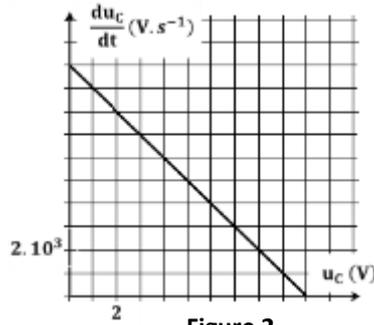


Figure 2

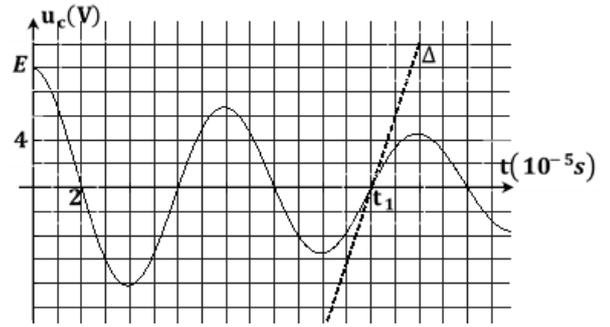


Figure 3

3.1. A la date $t = 0$ on bascule l'interrupteur à la position 1. Un dispositif approprié permet de donner les variations de $\frac{du_c}{dt}$ en fonction de u_c (**Figure 2**).

3.1.1. Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur s'écrit sous la forme : $\frac{du_c}{dt} = A \cdot u_c + B$ où A et B sont des constantes à déterminer. **(0,75 pt)**

3.1.2. En exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur et celle de la force électromotrice E. **(0,5 pt)**

3.2. Lorsque la charge du condensateur est terminée, on bascule l'interrupteur à la position 2. On constate que pour une valeur faible de la résistance r de la bobine, la tension u_c aux bornes du condensateur varie suivant la courbe représentée sur la **figure 3** où Δ est la tangente à cette courbe à la date t_1

3.2.1. Etablir l'équation différentielle qui régit la tension u_c aux bornes du condensateur. **(0,75 pt)**

3.2.2. De quel type de régime d'oscillations s'agit-il ? Justifier. **(0,5 pt)**

3.2.3. Déterminer la pseudo-période T des oscillations. En déduire l'inductance L de la bobine. **(0,5 pt)**

3.2.4. Montrer que la variation de l'énergie E est telle : $\frac{dE}{dt} = \alpha \cdot \left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$ où α est une constante à exprimer en fonction de r et C. En déduire la valeur de la résistance r de la bobine sachant que $\alpha = -2 \cdot 10^{-17}$ **(0,75 pt)**

3.2.5. Montrer que l'énergie dissipée dans le circuit entre les dates $t_0 = 0$ et t_1 est : $E_{\text{disp}} = \frac{1}{2} C \left[\left(\frac{T}{2\pi} \cdot \frac{du_c}{dt} \right)^2 - E^2 \right]$.

Faire l'application numérique. **(0,75 pt)**

Exercice 4 :

(5 points)

Deux ions $^{12}\text{CO}_2^+$ de masse m_1 et $^A\text{CO}_2^+$ de masse m_2 sont produits dans la chambre d'ionisation ① d'un spectrographe de masse. Ils sortent, **sans vitesse initiale**, au point O et entrent dans la chambre d'accélération ② où règne une d.d.p $U = U_{P'P}$ créée par deux plaques horizontales parallèles P et P'. **Le poids des ions est négligeable devant la force électrostatique.**

4.1. Quelle est la plaque portée au potentiel le plus élevé ? Justifier. **(0,5 pt)**

4.2. Etablir l'expression de la vitesse V_1 de l'ion $^{12}\text{CO}_2^+$ en fonction de m_1 , U et e (charge élémentaire). **(0,5 pt)**

4.3. En déduire l'expression de la vitesse V_2 de l'ion $^A\text{CO}_2^+$ en fonction de m_1 et m_2 . **(0,5 pt)**

4.4. Les ions pénètrent ensuite dans la chambre de déviation ③ où règne un champ magnétique \vec{B} .

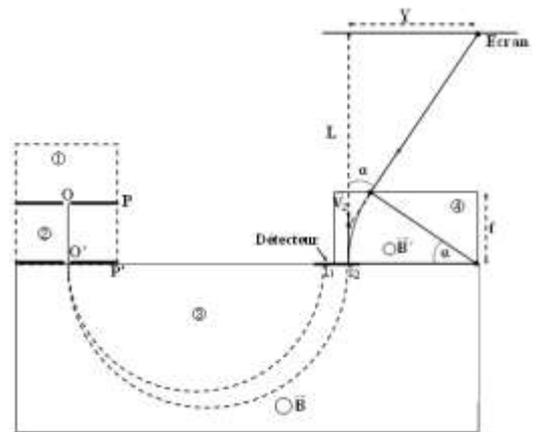
4.4.1. Représenter sur le schéma le vecteur champ magnétique \vec{B} dans la chambre. **(0,5 pt)**

4.4.2. Quelle est la nature du mouvement des ions dans cette chambre de déviation. Justifier. **(0,5 pt)**

4.4.3. Exprimer le rayon r_1 de la trajectoire de l'ion $^{12}\text{CO}_2^+$ en fonction de m_1 , e, U et B. **(0,25 pt)**

4.4.4. Montrer que les rayons r_1 et r_2 des trajectoires respectives des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^A\text{CO}_2^+$ sont tels que : **(0,25 pt)**

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{A + 32}{44}}$$



4.4.5. Soient I_1 et I_2 les points d'impact des ions de masse m_1 et m_2 sur le détecteur. Déterminer la valeur de **A** sachant que la distance $I_1I_2 = 1,1 \text{ cm}$ et $r_1 = 24,17 \text{ cm}$. (0,25 pt)

4.4.6. En déduire la valeur **B** du champ magnétique. On donne : $|U| = 4.10^3 \text{ V}$ et $1u = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$. (0,25 pt)

4.5. L'analyse des impacts a permis de dénombrer les nombres N_1 et N_2 d'atomes ^{12}C et ^{13}C contenus dans les ions qui arrivent sur le détecteur pendant une certaine durée. On désire tester deux athlètes au dopage. Le test fait référence à un coefficient σ défini par la relation :

$$\sigma = \frac{R - R_{\text{standard}}}{R_{\text{standard}}} \cdot 10^3 \quad \text{avec} \quad R = \frac{N_2}{N_1}$$

On considère que l'athlète s'est dopé si la valeur du coefficient σ est inférieure à -27 .

Compléter le tableau ci-dessous et dire s'il y a dopage pour les athlètes A et B. (0,5 pt)

	N_1 (^{12}C)	N_2 (^{13}C)	R	σ
Athlète A	2231	24		
Athlète B	2575	27		
Athlète non dopé (standard)	2307	25		

4.6. L'ion $^{13}\text{C}^+$ pénètre ensuite, avec une vitesse \vec{V}_2 , dans une chambre ④ de largeur ℓ où règne uniquement un champ magnétique uniforme \vec{B}' perpendiculaire à la vitesse \vec{V}_2 . Il y subit une déviation circulaire représentée sur la figure ci-dessus.

4.6.1. Préciser sur le schéma, le sens du champ magnétique \vec{B}' ? (0,25 pt)

4.6.2. Cet ion sort de cette chambre ④ et finira par heurter un écran horizontal. On suppose que ℓ est négligeable devant L et que l'angle α petit. Exprimer la déflexion magnétique Y en fonction de L, ℓ , B' , e, m_2 et V_2 . (0,5 pt)

4.6.3. Déterminer l'intensité du champ magnétique B' . (0,25 pt)

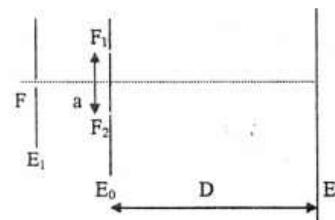
On donne : $\ell = 4 \text{ cm}$; $Y = 7 \text{ cm}$; $L = 20 \text{ cm}$; $V_2 = 1,3.10^5 \text{ m/s}$; $1u = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$.

Exercice 5 : (4,5 points)

Deux fentes fines parallèles, rectangulaires F_1 et F_2 sont percées dans un écran opaque, E_0 ; à une distance $a = 0,5 \text{ mm}$ l'une de l'autre.

On les éclaire grâce à une troisième fente F percée dans un écran E_1 derrière lequel est placée une lampe à vapeur de sodium. E_0 est parallèle à E_1 et F et situé à égale distance de F_1 et F_2 . On place un écran E_2 parallèlement à E_0 à une distance $D = 1,00 \text{ m}$ de celui-ci (figure ci-dessus). La longueur d'onde de la lumière émise par la lampe est $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$, les deux fentes F_1 et F_2 se comportent comme deux sources cohérentes de lumière monochromatique. Les faisceaux de la lumière diffractée par F_1 et F_2 interfèrent et l'on observe sur l'écran E_2 des franges d'interférence.

Soit Y l'ordonnée d'un point M de l'écran E_2 appartenant à la zone d'interférence, Y étant comptée à partir d'un point O du centre de E_2 .



5.1. Qu'est-ce qu'on observe sur l'écran E_2 ? Interpréter ces observations. (0,5 pt)

5.2. Quel est le caractère de la lumière mis-en en évidence par le phénomène observé ? (0,5 pt)

5.3. Représenter qualitativement la figure observée sur l'écran E_2 . (0,5 pt)

5.4. Définir les termes suivants : écran opaque, source monochromatique et interférence. (0,75 pt)

5.5. Montrer que la différence de marche entre 2 rayons provenant respectivement de F_2 et F_1 , interférant en M, est donnée par la relation : $\delta = \frac{a \cdot y}{D}$. (0,75 pt)

5.6. Etablir l'expression de l'interfrange i en fonction de λ_0 , D et a puis calculer i . (0,5 pt)

5.7. On remplace la source précédente par une source monochromatique dont la longueur d'onde est λ_1 . On observe sur l'écran E_2 que la distance entre la quatrième frange brillante et la frange d'ordre $-2,5$ est $d = 6,1256 \text{ mm}$. Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ_1 de la lumière émise par la source ? (0,5 pt)

5.8. La source émet simultanément les radiations $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 471,2 \text{ nm}$. A quelle distance de la frange centrale observe-t-on pour la 1^{ère} fois une extinction totale de la lumière ? (0,5 pt)

FIN DU SUJET