

Devoir n°5 – Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1 : (8 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 RNH₂ et de son acide conjugué RNH₃⁺. Pour cela on fait réagir une solution aqueuse (A) d'acide chlorhydrique de concentration C_A = 10⁻² mol.L⁻¹ et une solution aqueuse (B) d'une amine RNH₂ de concentration C_B = 3,2.10⁻² mol.L⁻¹ et de 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 RNH₂ 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 RNH₃⁺/RNH₂ associé à l'amine est 10,3. **(1 point)**

1.3 Préparation de la solution tampon

Pour préparer une solution tampon (S) de 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 mL **(0,75 point)**

Exercice n°2 : (6 points)

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur décide :

- d'abord, de vérifier expérimentalement la valeur de l'intensité $B_H = 2.10^{-5}$ T de la composante horizontale du champ magnétique terrestre et la valeur de la perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi. 10^{-7}$ S.I.

- ensuite d'étudier une condition permettant d'admettre la formule (établie expérimentalement) de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre d'un solénoïde.

Pour cela, le groupe d'élèves réalise le circuit ci-contre (schéma 1) qui comprend en série : Un solénoïde de longueur L = 50 cm, de diamètre D = 8 cm, comportant N = 100 spires, au centre duquel il place une aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical, un générateur de tension continue, un rhéostat, un ampèremètre (A) et un interrupteur K.

4.1-Vérification de la valeur de l'intensité B_H

L'axe du solénoïde est perpendiculaire au méridien magnétique. En l'absence de courant, l'aiguille aimantée s'est orientée dans la direction et le sens de la composante horizontale \vec{B}_H du champ magnétique terrestre (axe sud-nord magnétique). Lorsqu'un élève du groupe ferme l'interrupteur K, l'ampèremètre indique une intensité I = 50 mA et l'aiguille aimantée dévie d'un angle $\alpha = 32^\circ$ (schéma 2).

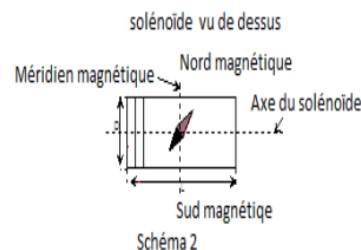
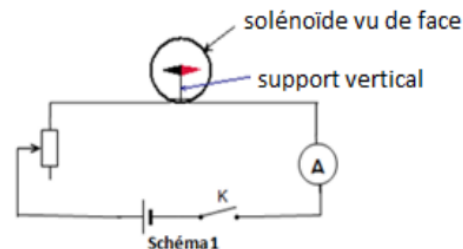
4.1.1-Reproduire le schéma du solénoïde vu de dessus sur votre copie. Représenter \vec{B}_H et \vec{B}_0 . Indiquer le sens du courant sur une spire. **(0,75 pt)**

4.1.2-Ecrire l'expression de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre de ce solénoïde de longueur L, comportant N spires, lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I. **(0,25 pt)**

4.1.3-Déterminer la valeur de B_H . Conclure **(0,75 pt)**

4.2-Détermination expérimentale de la perméabilité magnétique du vide

Pour déterminer la perméabilité magnétique du vide connaissant la valeur de B_H , le groupe d'élèves relève différentes valeurs de l'angle α pour des valeurs de l'intensité I indiquées par l'ampèremètre, lorsqu'il fait varier la résistance du rhéostat. Les élèves consignent les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous.

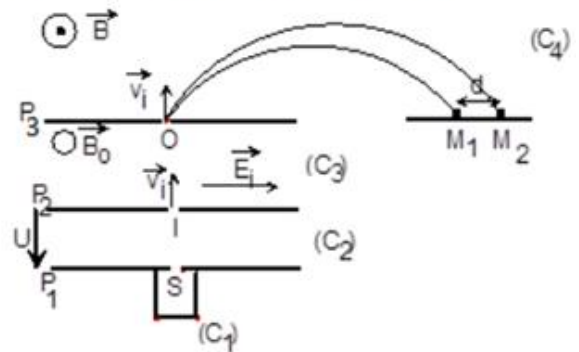


I (A)	0,5	1	2	2,5
$\alpha(^{\circ})$	81,1	85,5	87,75	88,2
$\frac{\tan \alpha}{I}$ (A ⁻¹)				

- 4.2.1-** Reproduire et compléter le tableau. Conclure (0,75pt)
- 4.2.2-** Déterminer la valeur expérimentale de la perméabilité magnétique μ_0 du vide. (1pt)
- 4.2.3-** Déterminer l'écart relatif entre les valeurs théorique et expérimentale de la perméabilité magnétique du vide. (0,5pt)
- 4.3-Condition de validité de l'expression de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre d'un solénoïde**
 Le professeur donne au groupe l'expression théorique de l'intensité du champ magnétique créé au centre d'un solénoïde de longueur L, de diamètre D, comportant N spires parcourues par un courant d'intensité I : $B = \mu_0 \frac{N+1}{\sqrt{L^2+D^2}}$
- A partir de quelle valeur du rapport $\frac{L}{D}$ peut-on identifier B à B_0 avec une précision inférieure à 1% ? (1pt)
- On donne l'approximation suivante qu'on peut utiliser au besoin : $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n \epsilon$ pour $\epsilon \ll 1$

Exercice n°3 : (6 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 : $1 u = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$; masse d'un atome : $m = Au$