

	REPUBLIQUE DU SENEGAL Un peuple – Un but – Une foi MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE INSPECTION D'ACADEMIE DE LOUGA	
Devoir N°2 du second semestre Epreuve de Sciences Physiques		
Niveau : Terminal S2	Durée : 4 heures	Année 2024/2025

Exercice 01 : (04 points)

On donne : $K_e = 10^{-14}$. On peut lire sur l'étiquette d'un flacon d'acide chlorhydrique les données suivantes :

- Masse volumique : $\mu = 500 \text{ g.L}^{-1}$
- Pourcentage en masse d'acide pur : $P = 36,5\%$.

1.1. Montrer que la concentration de l'acide chlorhydrique dans le flacon est $C_0 = 5 \text{ mol. L}^{-1}$. **(0,25 pt)**

1.2. On extrait de ce flacon un volume $V_0 = 2 \text{ cm}^3$ de solution, qu'on complète à 1 L avec de l'eau pure.

1.2.1. Comment procéder pour préparer 1 L de la solution d'acide chlorhydrique sachant que le laboratoire dispose de la verrerie suivante : béchers, pipettes jaugées de 2 mL, 3 mL et 5 mL, fioles jaugées de 1000 mL et 1500 mL, pissette contenant de l'eau pure. **(0,25 pt)**

1.2.2. Calculer la concentration C_A de la solution ainsi préparée. **(0,25 pt)**

1.3. Dans un bécher contenant $V_B = 20 \text{ cm}^3$ de solution d'une dibase forte ($B^{2+}; 2OH^-$), on verse, à l'aide d'une burette, la solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A .

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange en fonction du volume V_A de la solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A versée dans le bécher. On obtient le tableau ci-dessous :

Va(mL)	0	2	3	4	5	6	7	8	9	9,3	9,9	10	10,1	10,5	11	12	13
pH	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11	10,8	10,5	10,2	9,5	7	4,5	3,8	3,5	3,2	3

1.3.1. Faire un schéma annoté du dispositif du dosage. **(0,25 pt)**

1.3.2. Construire le graphique $\text{pH} = f(V_A)$. On prendra comme échelle : **(0,75 pt)**

1cm pour 1mL et 1cm pour une unité de pH.

1.3.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit au cours de ce dosage. **(0,5 pt)**

1.3.4. Préciser sur le graph, en le justifiant, le point d'équivalence. Définir l'équivalence acido-basique. En déduire la concentration C_B de la solution de cette dibase forte. **(0,75 pt)**

1.3.5. A l'instant où le $\text{pH} = 3$ au cours du dosage, déterminer le nombre de moles des ions hydronium H_3O^+ dans le bécher. **(0,5 pt)**

1.3.6. Vers quelle limite tendra le pH de la solution si l'on verse beaucoup de solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A ? **(0,5 pt)**

Données : masses atomiques en g.mol^{-1} : $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{Cl}) = 35,5$

Exercice 2 : (04 points)

L'acide benzoïque ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) est utilisé en tant que conservateur dans les cosmétiques. L'acide benzoïque est autorisé en bio. Il peut irriter les yeux, la peau, les poumons et le tube digestif, mais ne pose en général pas de problèmes dans les concentrations de la réglementation.

On donne : Couples acide/base : Acide benzoïque/ion benzoate : $\text{pK}_a = 4,2$

Couples de l'eau : $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$: $\text{pK}_a = 0$; $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$: $\text{pK}_a = 14$



2.1. On mesure le pH d'une solution S_1 d'acide benzoïque de concentration $C_a = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le pH-mètre indique 3,1.

2.1.1. Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide benzoïque est un acide faible dans l'eau ? Justifier. **(0,5 pt)**

2.1.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple considéré. **(0,5 pt)**

2.2. On mesure ensuite le pH d'une solution S_2 de benzoate de sodium de concentration $C_b = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On trouve $\text{pH} = 8,1$. Le benzoate de sodium ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$) est un corps pur ionique dont les ions se dispersent totalement en solution.

2.2.1. Pourquoi la mesure du pH réalisée permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier. **(0,5 pt)**

2.2.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau. Exprimer la constante de cette réaction K_r et calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

2.3. On ajoute à la solution S_1 quelques gouttes d'une solution de soude. Le pH prend alors la valeur 5,2.

2.3.1. Indiquer, sans calcul, en utilisant une échelle de pH, quelle est l'espèce du couple qui prédomine dans la solution obtenue. **(0,5 pt)**

2.3.2. Noter, sur une échelle des $\text{p}K_a$ les différents couples acide/base qui interviennent dans la solution S_1 et dans la solution de soude. **(0,5 pt)**

2.3.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction acide base qui se produit lors du mélange de la solution S_1 et de la solution de soude. **(0,25 pt)**

2.3.3.1. Calculer la constante de cette réaction. **(0,25 pt)**

2.3.3.2. Dire si la réaction peut être considérée ou non comme totale. **(0,25 pt)**

2.4. On réalise une solution S en mélangeant 20 cm^3 de solution S_1 et 20 cm^3 de solution S_2 .

A partir de la réaction se produisant lors du mélange, déduire, sans calcul, que la concentration l'acide benzoïque, dans la solution S , est égale à celle de sa base conjuguée. En déduire la valeur du pH de la solution S . **(0,25 pt)**

Exercice 3 : (04 points)

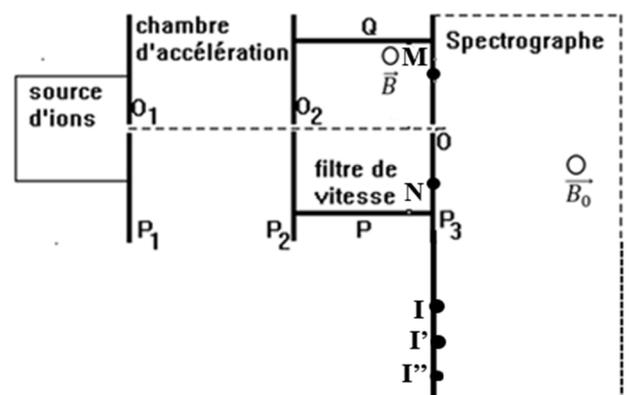
Un patient est suspecté de souffrir d'une hypomagnésémie familiale avec hypercalciurie et néphrocalcinose (FHHNC), une maladie génétique rare affectant le transport rénal du magnésium. Cette pathologie peut provoquer des troubles neuromusculaires (fatigue chronique, crampes fréquentes, tétanie). Dans le laboratoire d'analyse de biologie médicale de l'hôpital d'Aristide Le Dantec, une analyse isotopique du magnésium présents dans son sang est réalisée à l'aide d'un spectrographe de masse.

Un échantillon du plasma sanguin est introduit dans la chambre d'ionisation du spectrographe de masse, où les isotopes du magnésium sont ionisés, produisant des ions Mg^{2+} . Les ions positifs isotopes du magnésium $^X\text{Mg}^{2+}$, $^{25}\text{Mg}^{2+}$ et $^Y\text{Mg}^{2+}$, émis à partir du point O_1 avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O_1 et O_2 par la tension $|U_0| = |U_{P_1P_2}| = 5 \cdot 10^3 \text{ V}$ existant entre les plaques P_1 et P_2 . Ils se déplacent dans le vide suivant la direction horizontale de O_1 vers O_2 . On néglige le poids devant les autres forces.

3.1. Accélérateur des ions :

3.1.1 Quel est le signe de la tension $U_{P_1P_2}$? **(0,25pt)**

3.1.2 Calculer la vitesse V_1 de l'isotope $^{25}\text{Mg}^{2+}$ en O_2 . **(0,5pt)**



3.1.3 Si V_1 , V_2 et V_3 désignent respectivement les vitesses en O_2 des ions $^{25}Mg^{2+}$, $^XMg^{2+}$ et $^YMg^{2+}$, établir la relation entre V_1 et V_2 puis V_1 et V_3 . **(0,5pt)**

3.1.4. Le rapport $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1}{V_3} = 1,02$. En déduire les valeurs entières X et Y respectivement du nombre de masse des ions $^XMg^{2+}$ et $^YMg^{2+}$ **(0,5pt)**

3.2. Filtre de vitesse :

Arrivés en O_2 , les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- deux plaques horizontales P et Q distantes de $d = 60$ cm entre lesquelles on établit une différence de potentiel $U = V_P - V_Q = 4.10^4V$.

- un dispositif adéquat crée dans l'espace situé entre les deux plaques un champ magnétique \vec{B} perpendiculaire aux vitesses V_1 , V_2 et V_3 ainsi qu'au champ électrique \vec{E} .

3.2.1. Préciser, avec un schéma à l'appui, le point d'impact de chaque isotope au point M, N et O sachant que l'ion de masse 25μ effectuent un mouvement rectiligne uniforme. **(0,5 pt)**

3.2.2. Exprimer B en fonction V_1 , U et d. Calculer B. **(0,5 pt)**

3.3. Spectrographe :

En faisant varier la valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire passer les isotopes au point O. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique \vec{B}_0 d'intensité $B_0 = 2,5$ T.

3.3.1. Quel doit être le sens de ce champ \vec{B}_0 pour que les ions soient déviés vers les points I, I' et I'' ? **(0,25 pt)**

3.3.2. Donner l'expression du rayon R_1 de la trajectoire de l'ion $^{25}Mg^{2+}$. Calculer R_1 . **(0,5 pt)**

3.3.3. Calculer la distance II' et I'I''. **(0,5 pt)**

Données : $m(^{25}Mg^{2+}) = 25\mu$, $m(^XMg^{2+}) = X\mu$, $m(^YMg^{2+}) = Y\mu$, $1\mu = 1,67.10^{-27}kg$, $q = +2e$

Exercice 4 : (03 points)

Une tige de cuivre OA, de masse $m = 12$ g, homogène, de longueur $L = 36$ cm, peut se mouvoir dans un plan vertical autour de l'axe Δ perpendiculaire au plan de la figure, passant par O. L'extrémité A plonge dans une cuve à mercure qui assure le contact électrique avec le reste du circuit.

Sur une hauteur $h = 3$ cm, la partie centrale de la tige est placée dans un champ magnétique \vec{B} uniforme.

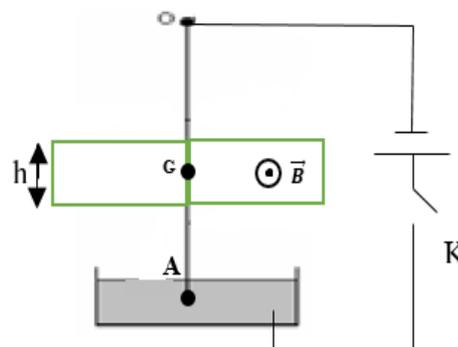
4.1 Que se passe-t-il quand l'interrupteur k est ouvert ? **(0,5pt)**

4.2 Que se passe-t-il quand l'interrupteur k est fermé ? **(0,5pt)**

4.3 Lorsqu'on fait passer un courant d'intensité $I = 7,5A$ dans la tige, celle-ci se dévie de $\theta = 8,6^\circ$ et reste en équilibre. Faire le schéma en représentant toutes les forces qui s'exercent sur la tige. **(0,75pt)**

4.4 Déterminer l'intensité de la force de Laplace sachant qu'elle s'applique au milieu de cette tige. **(0,75pt)**

4.5 En déduire la valeur de l'intensité du champ magnétique \vec{B} . **(0,5pt)**



Exercice 5 : (5 points) :

On donne : $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} SI$

5.1. On dispose une bobine assimilée à un solénoïde de longueur $l = 0,5$ m, possédant $N = 1195$ spires de rayon $R = 5$ cm.

5.1.1. Peut-t-on assimiler la bobine à un solénoïde ? Justifier. **(0,5pt)**



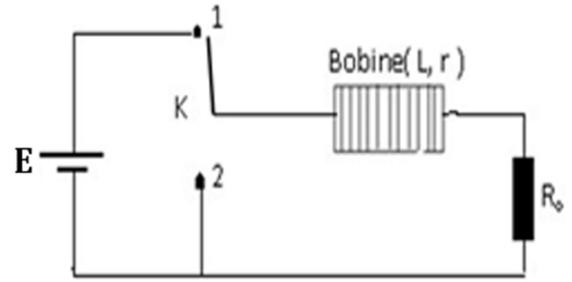
5.1.2. Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique créé par le courant. **(0,5pt)**

5.1.3. Déterminer l'inductance L du solénoïde. **(0,5pt)**

5.2. Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, on réalise avec ce solénoïde le montage ci-après. La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance $R_0 = 10 \Omega$. On utilise un générateur de courant continu G ($E = 12V$). La résistance interne du solénoïde est $r = 5 \Omega$.

L'interrupteur est dans la position 1.

Déterminer l'intensité I_0 du courant dans le circuit en régime permanent.



(0,25 pt)

5.3. On désire suivre l'évolution de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine et celle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique par un oscilloscope à mémoire bicourbe.

5.3.1. Reproduire la figure (K en position 1) et indiquer les branchements à réaliser pour visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension aux bornes de la bobine à la voie 1 et la tension aux bornes du résistor à la voie 2. **(0,5pt)**

5.3.2. Quelle tension permet d'observer l'allure de l'intensité i du courant ? **(0,25pt)**

5.3.3. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor. **(0,5pt)**

5.3.4. Vérifier que $u_R(t) = \frac{ER_0}{R_0+r}(1 - e^{-\frac{R_0+r}{L}t})$ est une solution de cette équation différentielle. **(0,25pt)**

5.3.5. Montrer que $u_B(t)$ peut s'exprimer sous la forme $u_B(t) = \frac{Er}{R_0+r}(1 + \frac{R_0}{r}e^{-\frac{R_0+r}{L}t})$. **(0,5pt)**

5.3.6. Représenter qualitativement sur le même repère les courbes $u_R(t)$ et $u_B(t)$. On précisera les points remarquables de chacune d'elles ; notamment les valeurs des tensions à l'origine et au régime permanent. **(0,5pt)**

5.4. On bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

5.4.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit. **(0,25pt)**

5.4.2. Vérifier que $i = A e^{-\frac{t}{\tau}}$ est solution de cette équation différentielle, A et τ étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. **(0,5 pt)**

BONNE CHANCE !



PRENOMS NOM TS2

