

DEVOIR 1 /2nd SEMESTRE

DUREE : 03 HEURES

EXERCICE 1

8 POINTS

L'acide éthanoïque appelé aussi acide acétique est un acide carboxylique qui donne au vinaigre son goût et son odeur. Il est issu de la fermentation acétique de l'alcool d'un vin ou d'un cidre. L'acide acétique a des vertus pour la santé, notamment pour améliorer la réponse glycémique.

1. Préparation d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque :

Un laborantin effectue l'oxydation ménagée, en milieu acide d'un alcool A par une solution de permanganate de potassium de concentration $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, conduisant à la formation de l'acide éthanoïque. Tout l'acide recueilli est dissous dans 100 mL d'eau distillée donnant une solution notée S_0 .

1.1 Rappeler la formule semi développée de l'acide éthanoïque puis donner le nom et la formule semi développée de l'alcool A qui le génère par oxydation ménagée.

1.2 Écrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydation ménagée, en milieu acide, de l'alcool A par les ions permanganates MnO_4^- mettant en jeux les couples $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ et acide acétique/alcool A.

1.3 Montrer que la quantité de matière de l'acide formé n_{acide} et celle de l'ion permanganate qui réagit $n_{\text{MnO}_4^-}$ sont liées par la relation : $n_{\text{acide}} = \frac{5}{4} n_{\text{MnO}_4^-}$.

1.4 Le volume de solution de permanganate de potassium utilisé pour faire réagir tout l'alcool est $V_1 = 16 \text{ mL}$. Trouver n_{acide} , la quantité de matière d'acide formé et en déduire la concentration molaire volumique C_0 de la solution S_0 .

2. Étude comparée de solutions d'acide chlorhydrique et d'acide éthanoïque :

La solution S_0 précédente a le même pH qu'une solution d'acide chlorhydrique notée S_2 de concentration molaire $C_2 = 5,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Ce pH vaut 3,25.

2.1 Montrer que l'acide chlorhydrique est un acide fort dans l'eau et que l'acide éthanoïque est un acide faible.

2.2 Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques présentes dans la solution S_0 .

2.3 Définir puis calculer le coefficient de dissociation de l'acide éthanoïque pour la solution S_0 .

2.4 Préciser les couples acide/ base présents dans la solution S_0 . Pour chacun des couples, calculer la constante d'acidité K_a et le pK_a .

3. Dosage de la solution d'acide chlorhydrique :

La solution d'acide chlorhydrique S_2 de concentration molaire $C_2 = 5,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ a été préparée par dilution au centième d'une solution A de concentration molaire C_A . cette solution A a été préparée à partir d'une solution commerciale dont l'étiquette de la bouteille porte les indications suivantes : pourcentage massique 36% ; densité $d = 1,14$; masse molaire $M = 36,5 \text{ g/mol}$. On notera S_c la solution commerciale.

3.1 Trouver la valeur de la concentration molaire volumique C_A de la solution S_A .

3.2 Décrire avec précision le mode opératoire (volume à prélever, verrerie à utiliser précautions à prendre...) pour préparer un litre (1,0 L) de la solution A à partir de la solution commerciale.

3.3 Pour vérifier la valeur de la concentration molaire de la solution S_2 d'acide chlorhydrique, des élèves décident d'effectuer son dosage pHmétrique par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour doser 20 mL de la solution S_2 il a fallu verser un volume $V_B = 10 \text{ mL}$ de la solution d'hydroxyde de sodium pour atteindre l'équivalence.

3.3.1 Proposer un schéma légendé du dispositif de dosage.

3.3.2 Écrire l'équation-bilan support de la réaction de dosage.

3.3.3 Définir l'équivalence acido-basique. En déduire la concentration molaire C_2' de la solution d'acide.

3.3.4 Calculer l'écart relatif entre C_2' et C_2 puis conclure.

3.3.5 Quelle est la nature du mélange obtenue à l'équivalence ? Justifier.

3.3.6 On dispose des trois indicateurs colorés suivants : Hélianthine ; Bleu de bromothymol et Phénolphtaléine. Si on reprenait le dosage sans utiliser un pH-mètre, choisir en le justifiant l'indicateur coloré le plus indiqué pour ce dosage.

Domaines de virage : hélianthine $3,1 < \text{pH} < 4,4$; BBT $6,0 < \text{pH} < 7,6$; Phénolphtaléine $8,0 < \text{pH} < 10,0$

EXERCICE 2

5 POINTS

On donne : Perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I}$;

Composante horizontale du champ magnétique terrestre $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

On dispose parallèlement au plan méridien magnétique le plan d'une bobine plate ; l'axe de la bobine est perpendiculaire à la direction de la composante horizontale \vec{B}_H du champ magnétique terrestre. Au centre C de cette bobine, une petite

aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical se déplace devant un cadran horizontal gradué en degrés. En l'absence de courant dans la bobine, l'aiguille s'oriente suivant la direction de \vec{B}_H en face de la graduation zéro. (Voir figure 1)

2.1. Lorsque la bobine est parcourue par un courant, elle crée en son centre un champ magnétique \vec{B} perpendiculaire au plan de la bobine : On observe alors une déviation de l'aiguille aimantée qui s'immobilise devant la graduation α .

2.1.1 Représenter, vue de dessus, cette expérience par un schéma où figureront la bobine, le sens du courant, les vecteurs champs magnétiques \vec{B}_H et \vec{B} , l'aiguille aimantée et l'angle α .

2.1.2 Exprimer $\tan\alpha$, la tangente de l'angle α , en fonction de B et B_H .

2.2. On fait varier l'intensité I du courant à travers la bobine et on mesure à chaque fois l'angle α . Les résultats sont consignés dans le tableau ci-contre :

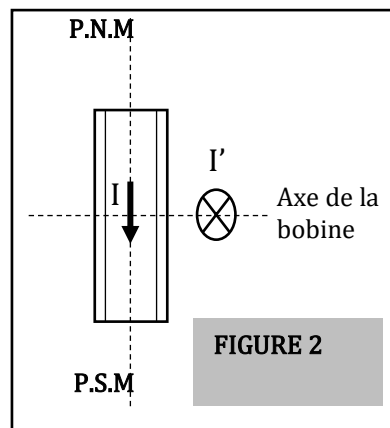
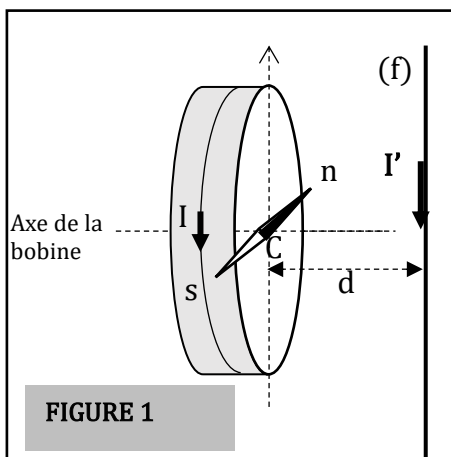
I(A)	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,0
α (°)	70	65	58	47	28	0

2.2.1 Tracer la courbe $\tan\alpha = f(I)$. Échelles : 1 cm pour 0,2 A ; 1 cm pour $\tan\alpha = 0,2$.

2.2.2 En déduire la relation numérique qui, au point C lie B et I. Cette relation numérique est-elle généralisable à tout point autre que C ? Justifier.

2.2.3 La bobine plate de très faible épaisseur, est constituée de N = 5 spires de même rayon R = 12 cm ; l'intensité du champ magnétique créé en son centre C est donnée par la relation $B = \frac{kNI}{R}$. Déterminer la valeur de la constante k

2.3. L'intensité du courant traversant la bobine étant fixée à la valeur I = 2,0 A, on place un fil (f) rectiligne vertical très long à la distance d = R du centre C de la bobine (figure 2). Lorsqu'on fait passer dans le fil un courant dirigé vers le bas d'intensité I' ; l'aiguille tourne alors et s'immobilise devant la graduation $\alpha = 65^\circ$. Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique \vec{B}' créé par le fil (f) parcouru par le courant I' au point C. En déduire la valeur de l'intensité I'.



EXERCICE 3

7 POINTS

Le potassium est un élément chimique présent dans les cellules, mais aussi dans le sang où il y joue des rôles importants. Un excès ou un déficit de potassium dans le plasma sanguin peut entraîner des complications, notamment cardiaques. Son taux dans le sang est appelé "kaliémie". Le potassium existe sous la forme d'ion dans l'organisme.

A l'intérieur d'une chambre d'ionisation, on produit des ions potassium K^+ . Parmi ces ions existent deux isotopes : ${}_{19}^xK^+$ et ${}_{19}^yK^+$ de masses respectives m_1 et m_2 tel que $y = x + 1$.

Donnée : le quotient de l'unité de masse atomique u et de la charge élémentaire positive e est :

$$\frac{u}{e} = 1,044 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}.$$

3.1. Ces ions pénètrent dans l'accélérateur par le trou S avec une vitesse pratiquement nulle (voir figure 3). Ils sont accélérés sous l'action d'une différence de potentiel positive $U = V_N - V_P$, établie entre les plaques N et P. Ils parviennent au trou S' qui les conduit vers le filtre de vitesse.

On désigne par \vec{v}_1 le vecteur vitesse en S' de l'ion ${}_{19}^xK^+$ et par \vec{v}_2 celui de l'ion ${}_{19}^yK^+$. On désigne par v_1 et v_2 les valeurs de leurs vitesses respectives.

3.1.1. Montrer que les énergies cinétiques des deux isotopes sont égales en S'.

3.1.2. Etablir le rapport des masses $\frac{m_2}{m_1}$ et le rapport des vitesses $\frac{v_2}{v_1}$ en fonction des nombres de masse x et y.

3.1.3. Sachant que le rapport $\frac{v_1}{v_2} = 1,0127$ en déduire les valeurs des nombres de masse x et y.

3.1.4. Déterminer la valeur de U permettant d'obtenir $v_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Quelle est alors la valeur de v_2 ?

3.2. Les deux isotopes pénètrent à l'intérieur du filtre de vitesse avec des vitesses horizontales ayant les valeurs v_1 et v_2 précédentes. Le faisceau d'ions K^+ est soumis à l'action simultanée de deux champs : un champ électrique \vec{E} perpendiculaire à \vec{v}_1 et \vec{v}_2 et contenu dans le plan de la figure ; un champ magnétique uniforme de vecteur \vec{B} perpendiculaire à la fois à \vec{v}_1 , \vec{v}_2 et à \vec{E} . Les champs \vec{E} et \vec{B} d'intensités respectives E et B sont tels que la force électrique et la force magnétique sont de même direction, mais de sens contraires.

3.2.1. On règle E à la valeur E_1 , telle que le mouvement des ions ${}^{39}_{19}K^+$ soit, dans le filtre de vitesse, un mouvement rectiligne uniforme de trajectoire horizontale S'O (O étant le trou par lequel la particule pénètre dans le déviateur magnétique). Etablir la relation qui existe entre B, E_1 et v_1 . Montrer que seuls les ions ${}^{39}_{19}K^+$ parviennent au point O.

3.2.2. E_1 étant égal à 5000 V.m^{-1} , quelle est la valeur de B ?

3.2.3. On donne à E une autre valeur E_2 permettant de sélectionner au point O l'isotope ${}^{40}_{19}K^+$, la valeur de B maintenue constante. Déterminer le rapport $\frac{E_1}{E_2}$ en fonction de x et y, puis calculer E_2 .

3.3. Les ions sélectionnés au point O pénètrent dans le déviateur magnétique où règne uniquement un champ magnétique uniforme \vec{B}' perpendiculaire au vecteur vitesse des ions, parallèle au vecteur \vec{B} , de même sens que ce vecteur et d'intensité B' .

3.3.1. Montrer que dans le déviateur le mouvement d'un ion est plan circulaire et uniforme.

3.3.2. On règle à la valeur E_1 permettant de sélectionner l'isotope ${}^{39}_{19}K^+$ au point O, avec la vitesse horizontale de valeur v_1 . Ces ions parviennent au trou P_1 tel que $OP_1 = 2,000\text{m}$. Calculer B' .

3.3.3. On règle E à la valeur E_2 permettant de sélectionner l'isotope ${}^{40}_{19}K^+$ au point O, avec la vitesse horizontale de valeur v_2 . Ces ions parviennent au point P_2 . Exprimer le rapport $\frac{OP_1}{OP_2}$ en fonction de x et y, puis calculer la distance P_1P_2 .

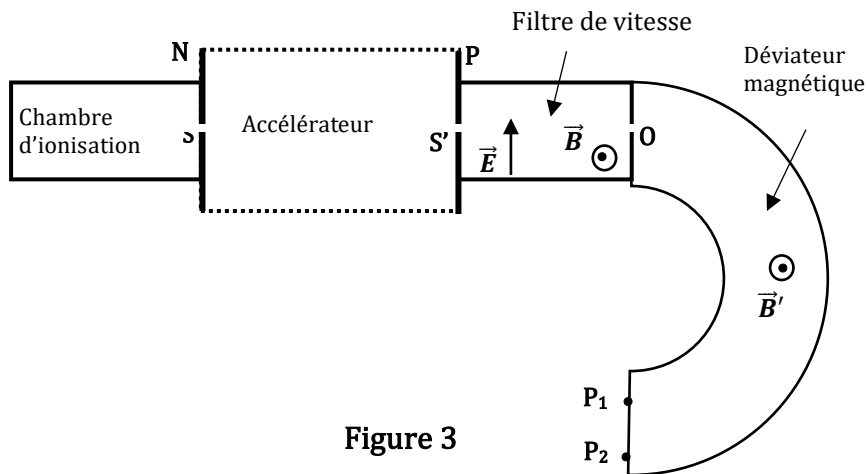


Figure 3

FIN DU SUJET