

DEVOIR N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES SECOND SEMESTRE  
CHIMIE

EXERCICE N°1 : (03 points)

Afin d'étudier la variation de pH lors de la réaction entre l'acide chlorhydrique et de la soude, on verse dans un bêcher 20 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique de concentration 10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup> et on y ajoute de la soude de même concentration. Soit V le volume de soude versé.

1.1. Ecrire l'équation -bilan de la réaction. (0,25 point)

1.2. Quel est le pH de la solution d'acide initiale ? (0,50 point)

1.3. Faire l'inventaire des espèces chimiques en solution quand on a versé un volume V de soude .Ecrire la relation entre les concentrations molaires de ces espèces traduisant l'électroneutralité de la solution. (0,50 point)

1.4. Quand V=10 cm<sup>3</sup>, calculer la concentration des ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> dans la solution finale, en déduire la valeur du pH. On prendra K<sub>e</sub> = 10<sup>-14</sup> (0,50 point)

1.5. Calculer les valeurs de V correspondant à pH = 10 et pH = 7. (0,50 point)

1.6. Vers quelle valeur tend le pH si V tend vers l'infini ? (0,25 point)

1.7. Représenter, à l'aide des valeurs ci-dessus, la courbe pH = f(V). (0,50 point)

EXERCICE N°2 : (03 points)

On peut lire sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique les données suivantes :  
« masse volumique : 1 190 kg.m<sup>-3</sup>; pourcentage en masse d'acide pur : 37 % ».

2.1. On extrait de cette bouteille un volume V = 3,23 mL de solution, qu'on complète à 400 mL avec de l'eau pure. Calculer la concentration C<sub>A</sub> de la solution ainsi préparée. (0,75 point)

2.2. Afin de vérifier ce titre, on dose par cet acide un volume V<sub>B</sub> = 200 mL d'éthanolate de sodium de concentration C<sub>B</sub> = 3.10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup>. Exceptionnellement, la solution à titrer est placée ici dans la burette. Pour chaque volume d'acide versé, on relève la valeur du pH et on obtient le tableau suivant :

V <sub>A</sub> (mL)	0	1	2	3	4	4,5	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6
pH	11,5	11,4	11,3	11,2	11,0	10,9	10,7	10,6	10,5	10,3	10,0	7

V <sub>A</sub> (mL)	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,5	8	9	10	11	12	13
pH	4,0	3,7	3,5	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4

2.2.1. Construire la courbe pH = f(V<sub>A</sub>). (0,75 point)

2.2.2. Déterminer le volume d'acide à l'équivalence ainsi que la concentration de la solution d'acide. Conclure. (01,50 point)

PHYSIQUE

EXERCICE N°3 : (05 points)

A) Une bobine longue de 40 cm dont l'axe perpendiculaire au plan magnétique terrestre, est formé de 200 spires .

3.1. La bobine est traversée par un courant d'intensité I<sub>1</sub> = 46 mA .Déterminer le vecteur champ magnétique créée par le courant au centre de la bobine .Faire un schéma. (01 point)

3.2. On place au centre de la bobine une aiguille aimantée pivotant autour d'un axe vertical .Quelle sont les positions de cette aiguille aimantée d'abord en l'absence de courant dans la bobine, ensuite quand le courant d'intensité I<sub>1</sub> traverse cette bobine ? Dans chaque cas déterminer l'angle que fait l'aiguille aimantée avec l'axe de la bobine. (Faire des schémas clairs).On donne B<sub>h</sub> = 2 10<sup>-5</sup> T. (0,50+0,50+0,50+0,50 points)

**B) Etude de l'influence de l'intensité I**

Le solénoïde S<sub>1</sub> utilisé ici comporte un nombre total de spires N = 200 spires régulièrement réparties sur la longueur totale L = 40,5 cm .Le rayon des spires est R = 2,5 cm. La sonde du teslamètre est placée en O.

Les mesures du champ magnétique Bo en O pour différentes valeurs de I sont rassemblées dans le tableau suivant :

I (A)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Bo(mT)	0	0,31	0,62	0,94	1,23	1,55	1,87	2,18	2,50	2,82	3,15

3.3. Tracer la courbe Bo en fonction de I (0,50 point)

3.4. Quelle relation existe-il entre Bo et I ? Préciser la valeur de la constante introduite. (01 point)

**C) Influence du nombre de spires par mètre**

On dispose d'un solénoïde S<sub>2</sub> de même longueur L que S<sub>1</sub> mais comportant N' = 400 spires, de rayon R = 2,5 cm.

On recommence l'expérience du B), mais avec S<sub>2</sub> .On constate que, pour chaque valeur précédente de I, Bo est multiplié par deux quand on passe de S<sub>1</sub> à S<sub>2</sub>.

Quel type de relation existe-t-il entre Bo et n, nombre spires par mètre ? (0,50 point)

**EXERCICE N°4 : (05,25 points)**

A l'occasion des jeux olympiques de l'été 1996, une revue scientifique faisait état des dernières méthodes de dépistage du dopage. On y décrivait une nouvelle méthode en voie d'homologation, mettant en jeu la spectrométrie de masse, dont le principe est donné ci-après.

Le dosage par les stéroïdes anabolisants administrés aux sportifs pour les muscles se développent serait assez facile à dépister. Pourtant des stéroïdes anabolisants, notamment la testostérone, l'hormone mâle, sont naturellement présents dans l'organisme : comment faire la différence entre l'hormone naturel et l'anabolisant interdit ? On propose une méthode fondée sur la spectrométrie de masse isotopique, où l'on détermine le rapport des concentrations en carbone 13 (<sup>13</sup>C) et en un de ses isotopes le carbone 12 (<sup>12</sup>C). En effet, les rapports qui caractérisent les matières premières utilisées pour la préparation de la testostérone de synthèse et les molécules biosynthétisées par l'homme à partir de ces aliments sont différents.

On propose dans cette méthode de mesurer le rapport des concentrations en carbone <sup>13</sup>C et en carbone <sup>12</sup>C du dioxyde de carbone provenant de la combustion de l'hormone extraite d'un prélèvement d'urine de l'athlète contrôlé, par la technique de la spectrométrie de masse. Le déplacement des particules dans les chambres d'accélération et de déviation s'effectue dans le vide (schéma ci-après).

**I. ACCELERATION**

La chambre d'ionisation (1) produit des ions <sup>12</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup> de masse m<sub>1</sub> et des ions <sup>13</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup> de masse m<sub>2</sub>. On néglige les forces de pesanteur dans la suite du problème.

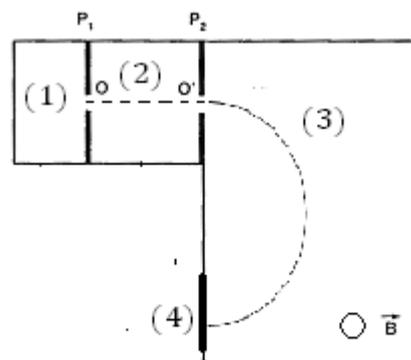
Le mouvement des ions est rapporté au référentiel du laboratoire considéré galiléen.

Les ions <sup>12</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup> et <sup>13</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup> pénètrent dans la chambre d'accélération (2) en O avec une vitesse initiale considérée comme nulle.

Ils sont soumis à un champ électrique, supposé uniforme, de vecteur  $\vec{E}_0$  entre les plaques P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et sortent de la chambre en O' avec respectivement des vitesses de valeurs v<sub>1</sub> et v<sub>2</sub>.

4.1. Représenter sur le schéma le vecteur champ électrique  $\vec{E}_0$  et justifier la réponse. (0,50 point)

4.2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ion <sup>12</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup>, exprimer v<sub>1</sub> en fonction de sa masse m<sub>1</sub>, de la charge élémentaire e et de la tension U<sub>0</sub> = V<sub>P1</sub> - V<sub>P2</sub>. (0,75 point)



**Spectromètre de masse**

4.3. Montrer qu'en O',  $v_1$  et  $v_2$  vérifient la relation :  $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$ . (0,25 point)

4.4. Calculer les valeurs numériques de  $v_1$  et  $v_2$ . (0,50 point)

Données :  $|U_0| = 4,00 \cdot 10^3$  V ;  $m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26}$  kg ;  $m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26}$  kg,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

## II. DEVIATION

Les ions  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$  pénètrent en O' dans une zone (3) où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure, permettant d'atteindre la plaque détectrice (4).

4.5. Représenter sur le schéma le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  permettant le mouvement circulaire uniforme des ions dans la direction attendue. Justifier la réponse. (0,50 point)

4.6. Montrer que pour la particule chargée de masse  $m$ , animée de la vitesse  $v$ , de charge électrique  $e$  dans le champ magnétique uniforme de valeur  $B$  défini précédemment, le rapport  $\frac{mv}{eB}$  donnant le rayon  $r$  de la trajectoire est homogène à une longueur. On admettra : [tesla] = [kg] [s]<sup>-1</sup>[C]<sup>-1</sup>. (0,25 point)

4.7. Exprimer le rayon  $r$  en fonction de  $m$ ,  $e$ ,  $U_0$  et  $B$ . (0,25 point)

4.8. En déduire le rapport  $\frac{r_1}{r_2}$  des rayons des trajectoires des ions  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$  en fonction de leurs masses  $m_1$  et  $m_2$  et les positions  $I_1$  et  $I_2$  des points d'impact des ions de masse  $m_1$  et  $m_2$ . Les placer sur le schéma. (0,50 point)

4.9. Exprimer la distance  $I_1 I_2$  en fonction de  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $e$ ,  $U_0$  et  $B$ . (0,50 point)

4.10. Calculer la distance  $I_1 I_2$  sachant que  $B = 2,50 \cdot 10^{-1}$  T. (0,25 point)

## III. RESULTAT D'UN CONTROLE (01,50 point)

L'analyse des impacts a permis de dénombrer les atomes  $^{12}\text{C}$  et  $^{13}\text{C}$  contenus dans les ions arrivés sur le détecteur pendant une certaine durée. Les résultats des comptages effectués à partir des échantillons d'urine de deux athlètes A et B sont rassemblés dans le tableau ci-après, à compléter.

On y fait figurer également les comptages réalisés à partir d'un étalon standard international.

Les résultats des équipes de recherche sur cette méthode font référence à un coefficient  $\delta$  défini par la relation :

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

Les nombres d'atomes de carbone 12 et 13, respectivement  $N_1$  et  $N_2$ , donnés dans le tableau tiennent compte de corrections dues, en particuliers à la présence d'isotopes de l'oxygène. On considère que l'athlète s'est dopé si la valeur du coefficient  $\delta$  est notablement inférieure à - 27. A partir des données du tableau, déterminer s'il y a eu dopage pour les athlètes A et B.

	$N_1$ ( $^{12}\text{C}$ )	$N_2$ ( $^{13}\text{C}$ )	$R = \frac{N_2}{N_1}$	$\delta = \frac{R - R_{\text{standard}}}{R_{\text{standard}}} \cdot 10^3$	Dopage
Athlète A	2231	24			oui non
Athlète B	2575	27			oui non
Etalon standard	2307	25	$R_{\text{standard}} =$		

## EXERCICE 5 : (03,75 points)

Un cadre (A, B, C, D) a pour longueur  $a=32\text{mm}$  et pour largeur  $b=24\text{mm}$ . Il comporte  $n=22$  spires et il est mobile autour d'un axe vertical.

Un ressort spiral, de constante de torsion  $C=9,7 \cdot 10^{-8} \text{ N.m.rad}^{-1}$ , exerce sur le cadre un couple de rappel, lorsque l'on fait tourner le cadre d'un angle  $\theta$  à partir de sa position d'équilibre ( $\theta=0$ ).

Le cadre (A, B, C, D) est placé entre les branches d'un aimant en U de manière que son plan contienne le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  lorsque le ressort spiral n'est pas tordu ( $\theta=0$ ).

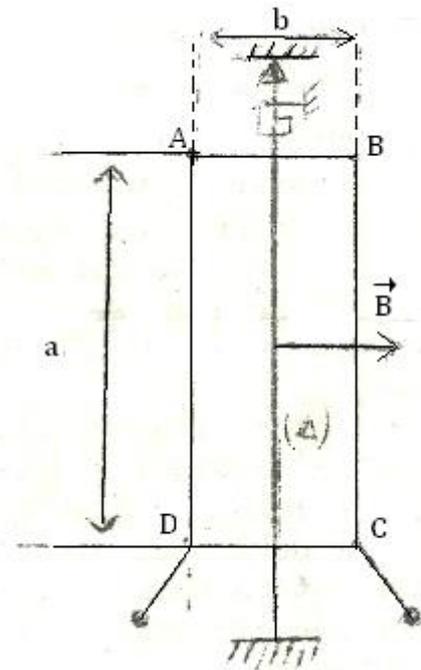
On donne:  $B=12,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$  et  $\vec{B}$  perpendiculaire à  $(\Delta)$ .

Un courant électrique d'intensité  $I$  passe dans le cadre par l'intermédiaire de 2 conducteurs souples dans le sens A, B, C, D.

5.1. Lorsque le cadre est parcouru par un courant électrique d'intensité  $I$  celui-ci tourne d'un angle  $\theta_m$  pour atteindre alors une nouvelle position d'équilibre.

Etablir la relation  $I=f(\theta_m)$ . (01 point)

5.2. Une aiguille collée sur le cadre, perpendiculaire à l'axe de rotation  $(\Delta)$ . Elle se déplace dans un plan horizontal devant une portion de circonférence dont le rayon est  $R=8 \text{ cm}$ . Cette portion de circonférence est graduée en ampères; lorsque  $I=0$ , l'aiguille coïncide avec le zéro de la graduation.



Représenter quelques valeurs de cette graduation lorsque l'aiguille de l'ampèremètre tourne à partir de zéro, des angles suivants:  $20^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$  et  $80^\circ$ . Quel inconvénient présente cette graduation. (01 point)

5.3. On adapte entre les branches de l'aimant des pièces polaires qui transforment le champ magnétique uniforme en champ magnétique radial. On suppose que la valeur du champ magnétique n'est pas modifiée.

Etablir la nouvelle relation  $I=g(\theta_m)$ . (01 point)

Représenter la nouvelle graduation sur la portion de circonférence définie 5.2. et qui constitue le cadran.

Conclusion. (0,75 point)