

SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 1 : 03 points

On dispose de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) d'acides respectifs A_1H , A_2H et A_3H .

Les trois solutions ont la même concentration molaire C_a .

On dose, séparément, un volume $V_a = 20 \text{ cm}^3$ de chacune des trois solutions par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration molaire $C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Au cours du dosage, on suit au pH-mètre l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium versé. On obtient les trois courbes de la **figure 1 (voir annexes)** :

1.1. Pourquoi, d'après l'allure des courbes de dosage, peut-on affirmer que A_1H est fort alors que A_2H et A_3H sont faibles ? (0,25 pt)

1.2. A partir de la courbe de dosage de (S_1) :

1.2.1. En exploitant la valeur du pH initial, vérifier que $C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. (0,5 pt)

1.2.2. Soit V_{bE} le volume de base ajouté à l'équivalence. Quelle est la relation qui lie C_a , V_a , C_b et V_{bE} ? Calculer la valeur de V_{bE} . (0,25 pt)

1.2.3. Quel est le caractère (acide, basique ou neutre) de la solution obtenue à l'équivalence ? Justifier. (0,25 pt)

1.3. A partir des courbes de dosage de (S_2) et (S_3) :

1.3.1. Quelles sont les valeurs de pK_{a2} et pK_{a3} respectivement des couples relatifs aux acides A_2H et A_3H ? (0,5 pt)

1.3.2. Retrouver, par le calcul, les valeurs pH_2 et pH_3 respectivement du pH des solutions (S_2) et (S_3). (0,5 pt)

1.3.3. Comment peut-on justifier le caractère basique des solutions obtenues à l'équivalence ? (0,25 pt)

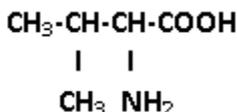
1.4. On dispose de trois indicateurs colorés dont les zones de virage sont données dans le tableau suivant et l'on désire effectuer chacun de ces dosages en présence de l'un d'eux :

Indicateur	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	6,2 – 7,6	8,0 – 10,0

Lequel des trois indicateurs est le mieux approprié pour le dosage de chacune des trois solutions acides étudiées ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

Exercice 2 : 03 points

2.1. On considère la valine, acide α -aminé A_1 de formule :



2.1.1. Après avoir rappelé la définition d'un acide α -aminé, donner le nom de la valine en nomenclature systématique. (0,5pt)

2.1.2. Montrer que la molécule A_1 est chirale. Donner la représentation de Fischer de la configuration (L) de la valine. (0,5 pt)

2.1.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'ionisation de la valine dans l'eau. Donner la formule de la base conjuguée et celle de l'acide conjugué de l'ion mixte obtenu. (0,5 pt)

2.2. Soit un autre acide α -aminé A_2 de formule $R\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$ avec R un groupe alkyle.

2.2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse d'un dipeptide à partir de A_1 et A_2 où A_2 est N-terminal. Entourer la liaison peptidique. (0,75 pt)

2.2.2. Déterminer R sachant que la masse molaire du dipeptide est $M = 188 \text{ g/mol}$. (0,5 pt)

2.2.3. Nommer A_2 . (0,25 pt)

On donne les masses molaires atomiques en g/mol : $H = 1$; $C = 12$; $N = 14$; $O = 16$; $Cl = 35,5$

Exercice 3 : 04,5 points

La détermination de l'abondance isotopique, en isotopes ^{12}C et ^{13}C du carbone, est employée dans le domaine alimentaire en matière de répression des fraudes. Cette détermination s'effectue par spectrométrie de masse. Le spectromètre utilisé est de type Dempster schématiquement représenté sur la figure 2 ci-après. L'échantillon à analyser subit tout d'abord avant injection une série de transformations afin que tout le carbone se trouve combiné sous forme de dioxyde de carbone CO_2 . Après passage dans la chambre d'ionisation (I) du spectromètre, il se forme les ions : $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$.

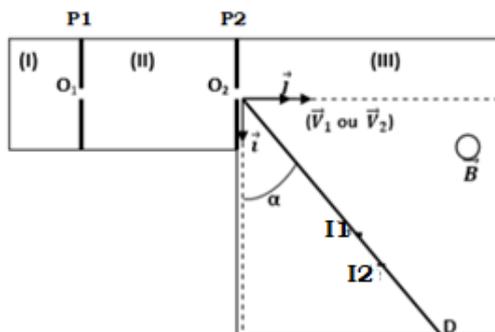


Figure 2 : Spectromètre Dempster

Dans tout le problème le poids des ions est négligeable devant l'intensité des autres forces mises en jeu. L'oxygène est sous forme ^{16}O .

Données: charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masse ($^{12}\text{CO}_2^+$) : $m_1 = 44 \text{ u}$; masse ($^{13}\text{CO}_2^+$) : $m_2 = (32+A) \text{ u}$ et $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

3.1. Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P1 et P2 qui délimitent la chambre (II). La tension accélératrice a pour valeur absolue $U_0 = 4 \text{ kV}$. On suppose nulle la vitesse de sortie des ions de la chambre d'ionisation par la fente O_1 .

3.1.1. Quelle plaque (P1 ou P2) doit être portée au potentiel le plus élevé ? Justifier. (0,5 pt)

3.1.2. Calculer la vitesse V_1 des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ lorsqu'ils arrivent à la fente O_1 . (0,5 pt)

3.1.3. Exprimer en fonction de A et de V_1 , la vitesse V_2 des ions $^{13}\text{CO}_2^+$ en O_2 . (0,25 pt)

3.2. Les ions pénètrent ensuite dans la chambre (III) où règne un champ magnétique uniforme orthogonal au plan de la figure, d'intensité $B = 0,25 \text{ T}$. Ils sont collectés sur la plaque détectrice (O_2D) inclinée de $\alpha = 30^\circ$ sur l'axe O_2x .

3.2.1. Indiquer sur un schéma le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} pour que les ions $^{13}\text{CO}_2^+$ parviennent en A_2 , et les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ en A_1 . (0,25 pt)

3.2.2. Déterminer la nature du mouvement dans le plan O_2xy . (0,5 pt)

3.2.3. Montrer que dans le repère (O_2, \vec{i}, \vec{j}) l'équation cartésienne de la trajectoire des ions est : $y = \sqrt{x(b-x)}$

b étant un réel positif dont on précisera la signification. (0,75 pt)

3.3. Soit b_1 la valeur de b pour les ions $^{12}\text{CO}_2^+$

3.4. Exprimer b_1 en fonction de B, e, U_0 et u. Calculer sa valeur (avec 4 chiffres significatifs). (0,5 pt)

Si b_2 est la valeur de b pour les ions $^{13}\text{CO}_2^+$, exprimer alors b_2 en fonction de b_1 et de A. (0,25 pt)

3.5. Montrer que la distance entre les points d'impact I_1 et I_2 des ions sur la plaque (O_2D) est

$$d = b_1 \left(\sqrt{\frac{A+32}{44}} - 1 \right) \cos \alpha \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.6. Calculer la valeur de A puis celle de V_2 sachant que $d = 4,87 \text{ mm}$. (0,5 pt)

Exercice 4 : 03 points

On considère une tige de longueur $OA=60$ cm, de masse $m=50$ g, suspendue à un axe passant par son extrémité O autour duquel elle peut tourner librement. Son extrémité A est plongée dans du mercure qui assure la connexion de la tige au reste du circuit.

Une partie de la tige de longueur $\ell =10$ cm, de part et d'autre d'un point M tel que $OM=L=40$ cm baigne dans un champ magnétique uniforme de valeur $B = 0,2$ T et de direction perpendiculaire au plan de la figure 3. On prendra $g=10$ N/kg.

4.1. On fait circuler dans la tige un courant d'intensité I , elle s'écarte alors d'un angle $\alpha = 7^\circ$ par rapport à la verticale et reste en équilibre dans cette position (**voir figure 3a en annexes**).

4.1.1. Reproduire la figure 3a et représenter les forces qui s'exercent sur la tige dans cet état d'équilibre. (0,75 pt)

4.1.2. Déduire le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} . (0,5 pt)

4.1.3. Etudier l'équilibre de la tige et déterminer la valeur de la force de Laplace \vec{F} . (0,5 pt)

4.1.4. En déduire l'intensité du courant I qui circule dans la tige. (0,25 pt)

4.2. Au point C de la tige, telle que $AC = 10$ cm, on accroche un ressort de raideur $k=2,5$ N/m (**Figure 3b de l'annexe**). Déterminer l'allongement Δl du ressort pour que la tige soit en équilibre dans la position verticale. (0,5 pt)

4.3. On fait circuler un autre courant I' dans la tige, elle s'écarte de nouveau de $\alpha = 7^\circ$ par rapport à la verticale, le ressort s'allonge alors de 3 cm (**figure 3c de l'annexes**). Déterminer cette nouvelle valeur de l'intensité I' . (0,5 pt)

Exercice 5 : 06,5 points

Les parties A et B sont indépendante et peuvent-être traiter dans l'ordre de votre choix.

A- Etude d'un dipole RL

Un générateur de tension idéal, de f é m $E =10$ V, alimente un dipôle RL constitué par une bobine d'inductance L et de résistance interne r , montée en série avec un résistor de résistance $R_0 = 40 \Omega$.

On visualise, à l'oscilloscope, la tension u_G aux bornes du générateur sur la voie1 et la tension u_{R0} aux bornes du résistor sur la voie 2. A la fermeture du circuit, prise comme origine du temps, on enregistre les oscillogrammes (a) et (b) ci-contre :

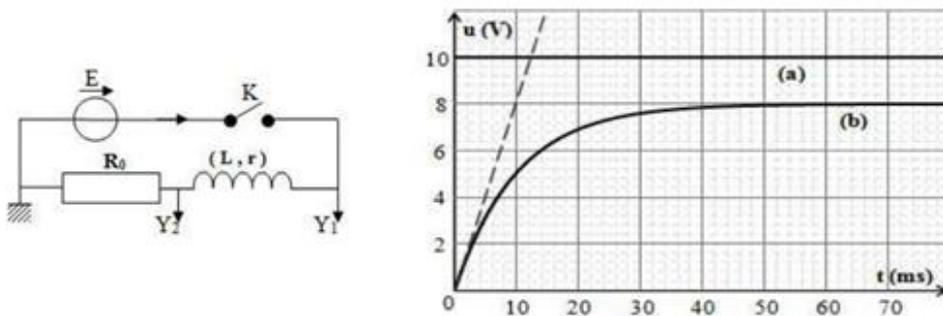


Figure 4 ; Dipole RL

5.1. Associer, en le justifiant, chacune des courbes (a) et (b) à la tension qu'elle représente. (0,25 pt)

5.2. Montrer que l'équation différentielle de l'établissement du courant dans le circuit s'écrit :

$$\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_0+r} \text{ avec } \tau = \frac{L}{R_0+r} \quad (0,5 \text{ pt})$$

5.3. Lorsque le régime permanent est établi :

5.3.1. Déterminer graphiquement la valeur U_{R_0} prise par la tension $u_{R_0}(t)$ En déduire alors la valeur I prise par l'intensité du courant $i(t)$. (0,5 pt)

5.3.2. Déterminer la valeur de la résistance interne r de la bobine. (0,25 pt)

5.3.3. Vérifier graphiquement que la valeur de la dérivée de l'intensité du courant par rapport au temps à l'instant $t = 0$ est $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = 20 \text{ A} \cdot \text{s}^{-1}$ (0,25 pt)

4/5

5.3.4. En exploitant l'expression de l'équation différentielle à $t = 0$, montrer que la valeur de l'inductance de la bobine est $L = 0,5 \text{ H}$. (0,25 pt)

5.4. Valeur de la constante de temps

5.4.1. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du dipôle RL. (0,25 pt)

5.4.2. Rappeler l'expression théorique de τ puis calculer sa valeur. Vérifier l'accord avec le résultat graphique. (0,25 pt)

B- Etude d'un dipôle RLC

On étudie un dipôle (RLC) constitué de l'association en série d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance r et un résistor de résistance $R = 300 \Omega$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude constante et de fréquence N réglable. Un oscilloscope bicourbe est connecté au circuit comme l'indique la figure 5 ci-dessous :

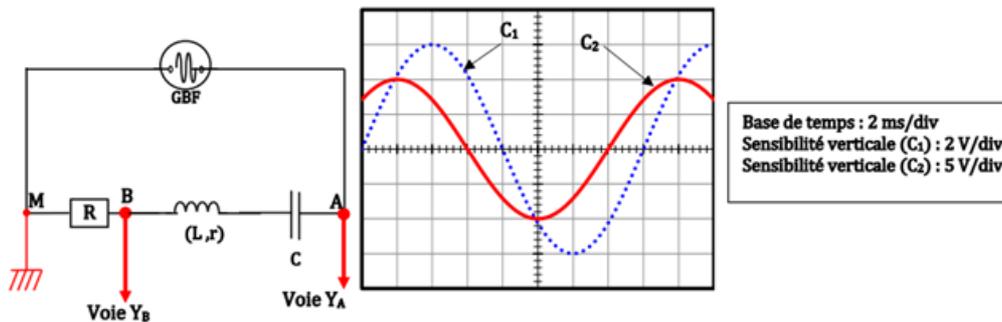


Figure 5 : Dipôle RLC

5.5. La fréquence du GBF étant fixée à une valeur N_1 , on obtient les oscillogrammes (C_1) et (C_2)

5.5.1. Déterminer la fréquence N_1 des tensions visualisées (0,25 pt)

5.5.2. Quelle est la courbe qui permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant traversant le circuit. (0,25 pt)

5.5.3. Déterminer l'amplitude I_m de l'intensité du courant traversant le circuit. En déduire l'impédance Z du circuit. (0,5 pt)

5.5.4. Trouver le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u$ de $i(t)$ par rapport à $u(t)$. En déduire le caractère inductif ou capacitif du circuit. Ecrire l'expression $i(t)$ de l'intensité du courant. (0,75 pt)

5.5.5. Calculer le facteur de puissance puis trouver la valeur de la résistance r de la bobine. (0,5 pt)

5.6. Pour étudier le comportement du dipôle (R, L, C) pour une autre fréquence N_2 du GBF, on modifie les branchements de l'oscilloscope dans le circuit de la figure 5 et on visualise la tension $u(t)$ aux bornes du GBF sur la voie Y_A et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B . Les oscillogrammes (C_3) et (C_4) de la figure 6 (**voir annexes**) sont visualisés sur l'écran de l'oscilloscope.

5.6.1. Reprendre le schéma du circuit (figure 5) et y faire figurer les branchements convenables de l'oscilloscope. Attribuer à chaque oscillogramme la tension correspondante. (0,5 pt)

5.6.2. Déterminer le déphasage $\Delta\varphi' = \varphi_{u_C} - \varphi_u$ de $u_C(t)$ par rapport à $u(t)$ puis montrer que le circuit est à la résonance d'intensité. (0,5 pt)

5.6.3. Déterminer la valeur de l'intensité qu'indiquerait un ampèremètre branché en série dans le circuit puis calculer la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine. (0,75 pt)

FIN DU SUJET

5/5
ANNEXES

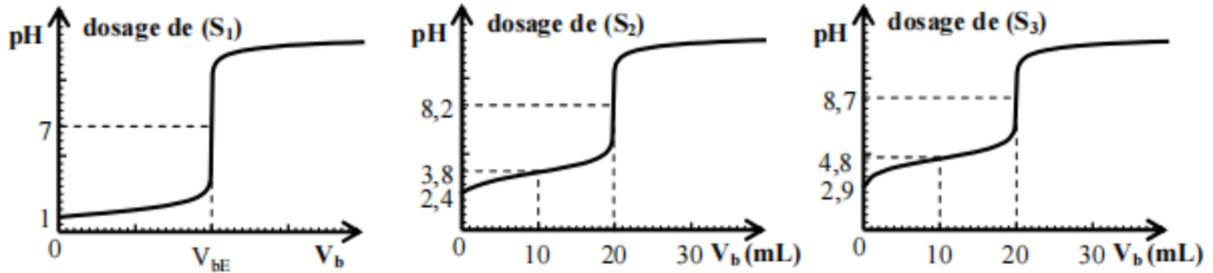


Figure 1: Courbes de dosage A1H, A2H et A3H

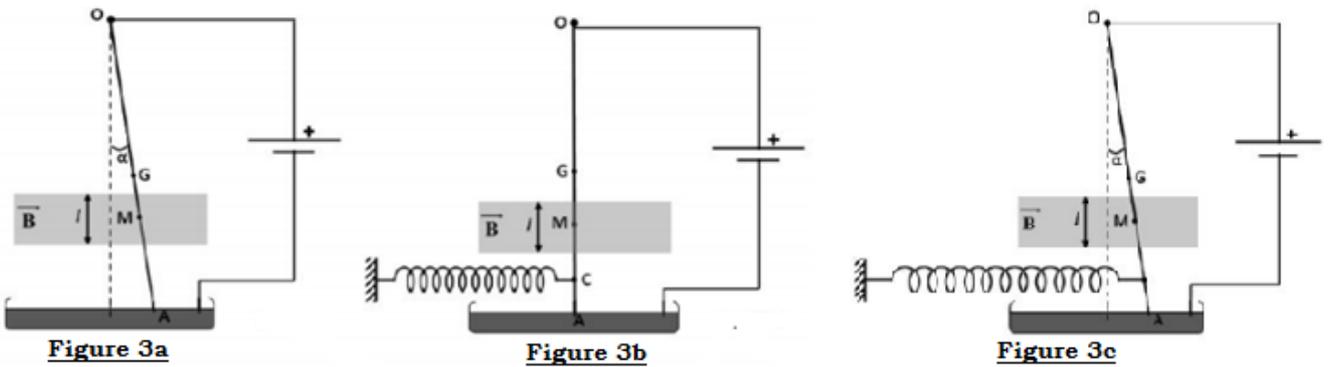
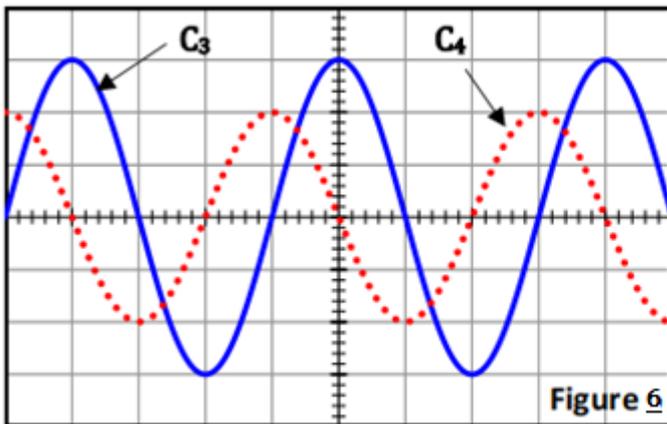


Figure 3 : Equilibre d'une tige



Base de temps : 1 ms/division
Sensibilité verticale (C_3) : 5 V/div
Sensibilité verticale (C_4) : 5 V/div

FIN