



REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi



Ministère
de l'Éducation nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition Standardisée de Sciences Physiques

2nd Semestre 2023

TS2

Durée : 04 heures

Exercice 1:

(4 points)

L'acide acétylsalicylique $C_9H_8O_4$ noté AH est un acide faible de $pK_a = 3,75$. Il est le principe actif de l'aspirine. On se propose de déterminer la masse de cet acide contenu dans un comprimé d'« Aspirine 500 » et de la comparer à l'indication de l'étiquette de la boîte.



Pour cela, on fait dissoudre un comprimé d'« Aspirine 500 » dans un volume. $V = 250 \text{ mL}$

d'eau distillée puis on réalise un dosage pH métrique d'un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de cette solution à l'aide d'une solution aqueuse de dibase d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration molaire $C_2 = 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

1.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction chimique produite au cours de ce dosage. (0,5 pt)

1.2. La courbe $pH = f(V_b)$ réalisée au cours de ce dosage présente deux points d'inflexions E_1 et E_2 . Reproduire et compléter le tableau suivant : (0,5 pt)

	V_b (mL)	pH	Nom du point d'inflexion
E_1	5		
E_2		7,8	Point d'équivalence

1.3. Déterminer la concentration C_1 de l'acide considéré. (0,5 pt)

1.4. On montre que le pH du mélange à l'équivalence est $pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \log[A^-])$ avec A^- la base conjuguée de l'acide acétylsalicylique.

1.4.1. En écrivant l'équation bilan d'électroneutralité, exprimer, à l'équivalence, la concentration de A^- en fonction de C_2 , V_1 et V_{b_e} (volume de base versé à l'équivalence). On admettra que les concentrations $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$ sont négligeables devant les autres. (0,5 pt)

1.4.2. Montrer que le pH du mélange à l'équivalence vaut 7,8 puis justifier le caractère basique de cette solution. (0,5 pt)

1.4.3. Déterminer la valeur pH_i de la solution d'acide avant le dosage et celle pH_b de la solution titrante d'hydroxyde de calcium. (0,5 pt)

1.4.4. Représenter l'allure de la courbe $pH = f(V_b)$ réalisée au cours de ce dosage en plaçant les coordonnées des points E_1 et E_2 et la valeur du pH_i . (0,5 pt)

1.5. Déterminer la masse m d'acide acétylsalicylique contenue dans un comprimé. La comparer à l'indication 500 mg indiquée sur la boîte. **On donne** : $M(C_9H_8O_4) = 180 \text{ g/mol}$ (0,5 pt)

Exercice 2:

(4 points)

2.1. Un acide α -aminé A de formule générale $R-\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{CO}_2\text{H}$ (R est un alkyle) subit une décarboxylation pour donner un composé organique azoté B. On dissout une masse $m = 584 \text{ mg}$ de B dans $V = 400 \text{ mL}$ d'eau pour obtenir une solution S_0 . Un volume $V_0 = 10 \text{ mL}$ de la solution S_0 est dosé par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 10^{-2} \text{ mol/L}$. Le volume de l'acide versé à l'équivalence est $V_{a_{eq}} = 20 \text{ mL}$

2.1.1. Ecrire l'équation bilan de la décarboxylation de A et celle du dosage. (0,5 pt)

2.1.2. Montrer que la masse molaire de B vaut $M_B = 73 \text{ g/mol}$. En déduire sa formule semi-développée et son nom sachant que sa chaîne carbonée est ramifiée. (0,5 pt)

2.1.3. En déduire la formule semi-développée et le nom de A. (0,5 pt)

2.1.4. Donner et nommer les représentations de Fischer de A. (0,5 pt)

2.2. En solution aqueuse la molécule d'acide α aminé A se transforme en un ion dipolaire appelé amphion.

2.2.1. Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, les équations des réactions de l'amphion sur l'eau. (0,5 pt)

2.2.2. Ecrire les deux couples acide-base associés à l'amphion. (0,25 pt)

2.2.3. Au point isoélectrique $pH_i = 5,5$. Déterminer le pK_{a_1} d'un couple sachant que l'autre couple à une valeur de $pK_{a_2} = 9$. (0,25 pt)

2.3. La condensation d'une molécule A et d'une autre molécule d'acide α-aminé D donne une dipeptide qui renferme, en masse, **25,53%** d'oxygène.

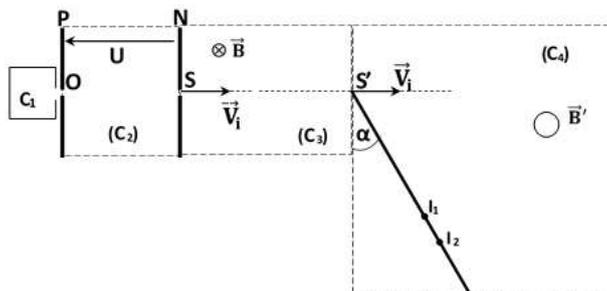
2.3.1. Déterminer la formule semi-développée de D et nommer le. (0,5 pt)

2.3.2. On veut synthétiser uniquement le dipeptide pour lequel l'acide α-aminé A est l'acide N-Terminal. Ecrire l'équation bilan de cette réaction de synthèse. (0,5 pt)

Exercice 3 : (4 points)

Généralement on trouve le cuivre dans les sulfures tels que la chalcopirite (CuFeS₂), la covelline (CuS), la chalcosine (Cu₂S) ou la cuprite (Cu₂O). Le cuivre naturel est essentiellement constitué des isotopes ⁶⁵Cu et ^ACu. Pour déterminer la composition massique de ces deux isotopes dans le cuivre naturel, on soumet à une analyse spectrométrique un échantillon de covelline.

La covelline est placée dans une chambre d'ionisation C₁ d'un spectrographe de masse où ces molécules sont transformées en ions ^ACuS²⁺ et ⁶⁵CuS²⁺ de masses respectives m₁ et m₂. Ces ions pénètrent, avec une vitesse négligeable, par le point O dans une chambre C₂ où ils sont accélérés par une tension U_{PN} = U = **4869 V** appliquée entre les plaques P et N. A la sortie en S de la chambre C₂ chaque ion acquiert une vitesse \vec{V}_i (On attribue l'indice i = 1 à l'ion ^ACuS²⁺ et l'indice i = 2 à l'ion ⁶⁵CuS²⁺).



On donne : 1u = **1,66.10⁻²⁷ kg** ; e = **1,6.10⁻¹⁹ C** ; M(S) = **32 g/mol** , ;M(Cu) = **63,5 g/mol**

3.1. Exprimer l'intensité V₂ de la vitesse \vec{V}_2 de l'ion 2 en fonction de m₂, U et e (charge élémentaire). (0,5 pt)

3.2. En déduire l'intensité V₁ de la vitesse \vec{V}_1 de l'ion 1 en fonction m₁, m₂ et V₂. (0,25 pt)

3.3. Ces ions pénètrent ensuite dans un filtre de vitesse (chambre C₃) où règne un champ magnétique \vec{B} (B = **0,5 T**) et un champ électrique \vec{E}_i . Les ions s'y déplacent en mouvement rectiligne et uniforme.

3.3.1. Représenter dans la chambre C₃ les vecteurs \vec{E}_2 , \vec{F}_2 (la force électrique qui agit sur l'ion 2) et \vec{F}_m (la force magnétique). (0,5 pt)

3.3.2. Exprimer l'intensité V₂ de la vitesse \vec{V}_2 en fonction de E₂ et B. (0,5 pt)

3.4. Les ions sortent du filtre en S' puis entre dans la chambre C₄ de déviation où règne un champ magnétique \vec{B}' d'intensité **B' = B = 0,5 T**

3.4.1. Représenter le vecteur champ magnétique \vec{B}' dans la chambre C₄. (0,25 pt)

3.4.2. Exprimer le rayon R₂ de la trajectoire de l'ion 2 en fonction de B', m₂, U et e. puis montre que sa valeur de vaut **R₂ = 0,14 m**. (0,5 pt)

3.4.3. Montrer que le rayon R₁ de la trajectoire de l'ion 1 peut s'écrire sous la forme : **R₁ = R₂ √((A+32)/97)**. (0,5 pt)

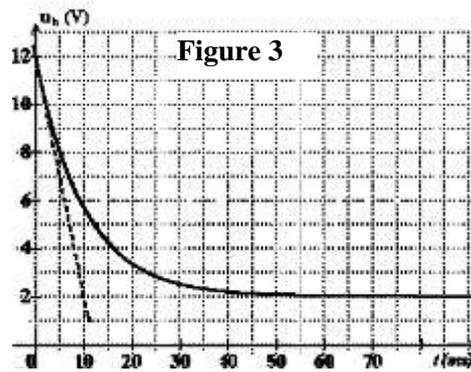
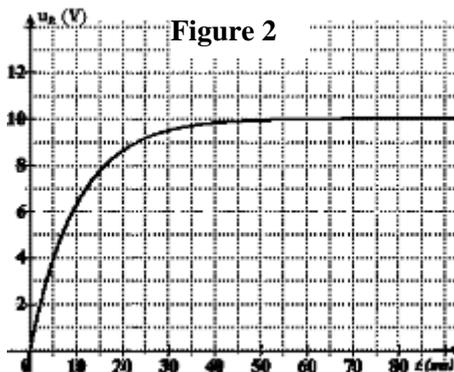
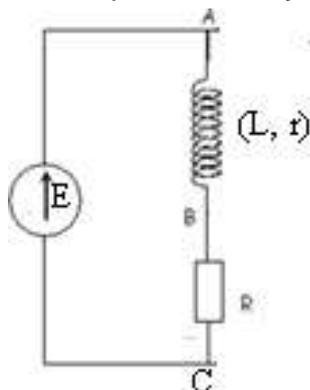
3.4.4. Ces ions ^ACuS²⁺ et ⁶⁵CuS²⁺ rencontrent la plaque défectrice respectivement en I₁ en I₂. La plaque défectrice est inclinée d'un angle α = 30° avec la verticale. Montrer que la distance I₁I₂ peut être donnée par la relation : **I₁I₂ = d' = 2R₂ (1 - √((A+32)/97)) . cosα** (0,5 pt)

3.4.5. Déterminer la valeur de A, puis celle de R₁ sachant que **d' = 2,51 mm** (0,5 pt)

Exercice 4 : (4 points)

On se propose d'étudier l'établissement du courant dans un dipôle RL. Pour cela on réalise le circuit suivant comportant en série (**figure 1**) : un générateur de tension continue E, un conducteur ohmique de résistance R On ferme l'interrupteur K, un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions u_{CB}(t) et u_{AB}(t) respectivement par les voies y₁ et y₂.

Figure 1



- 4.1.** Reproduire le circuit en indiquant les branchements de l'oscilloscope puis donner les expressions de $u_{CB}(t)$ et $u_{AB}(t)$. (0,5 pt)
- 4.2.** Exprimer la tension $u_R = u_{BC}(t)$ en fonction de R et i puis celle $u_b = u_{AB}(t)$ en fonction de r, L et i . (0,5 pt)
- 4.3.** Montrer que l'équation différentielle relative à la tension $u_R = u_{BC}(t)$ est : $\frac{du_R}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) u_R = \frac{R.E}{L}$. (0,5 pt)
- 4.4.** La solution de cette équation différentielle s'écrit $u_R = A(1 - e^{-\alpha t})$. Exprimer les constantes A et α en fonction R, r ou L et E . (0,5 pt)
- 4.5.** A partir de la question **4.3.**, montrer que l'équation différentielle relative à u_b s'écrit : $\frac{du_b}{dt} + \alpha \cdot u_b = \frac{r.E}{L}$.
- 4.6.** La solution de cette équation est de la forme : $u_b = B \cdot e^{-\alpha t} + C$. Identifier B et C . (0,75 pt)
- 4.7.** Les courbes des **figures 2 et 3** traduisent l'évolution de u_R et de u_b en fonction du temps et que l'intensité du courant en régime permanent est $I = 0,4 \text{ A}$.
- 4.7.1.** En exploitant la courbe $u_R = f(t)$, déterminer la valeur de R . (0,5 pt)
- 4.7.2.** En exploitant la courbe $u_b = f(t)$, déterminer la valeur de E et les caractéristiques (r et L) de la bobine. (0,75 pt)

Exercice 5:

(4 points)

On réalise le circuit suivant comportant :

- un condensateur de capacité $C = 0,1 \mu\text{F}$;
- Un conducteur ohmique de résistance R_1 ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un générateur qui délivre une tension contenue U_0 . (voir **figure 4**)
- un commutateur K .

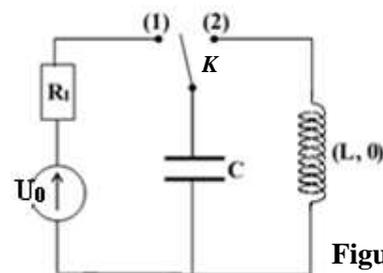


Figure 4

Charge du condensateur : On bascule K à la position 1

- 5.1.** Montrer l'équation différentielle qui régit l'évolution du courant i en fonction du temps peut se mettre sous la forme : (0,5 pt)

$$\frac{du_c}{dt} + A \cdot u_c = A \cdot U_0 \text{ où } A \text{ est une constante à exprimer en fonction de } R_1 \text{ et } C$$

Le graphe de la **figure 5**, donne l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps.

Déterminer la constante de temps τ du dipôle considéré puis en déduire la valeur de la résistance R_1 . (0,5 pt)

- 5.2.** Exprimer la charge Q_0 du condensateur en fonction de C et U_0 lorsque la charge est terminée, (0,25 pt)

Décharge du condensateur dans une bobine ; lorsque le condensateur est chargé , on bascule K à la position 2

- 5.3.** Etablir l'équation différentielle qui régit la charge q du condensateur en fonction du temps. (0,5 pt)

- 5.4.** Donner l'expression de l'énergie électrique totale E emmagasinée dans le circuit L, C en fonction de q, i, L et C puis montrer qu'elle se conserve au cours du temps et son expression est de la forme : $E = \frac{1}{2C} Q_0^2$ (0,5 pt)

- 5.5.** Montrer que l'énergie E_c emmagasinée dans le condensateur s'écrit :

$$E_c = \frac{1}{2C} \left(Q_0^2 - \frac{i^2}{\omega_0^2} \right) \quad (0,25 \text{ pt})$$

- 5.6.** Une étude expérimentale permet de tracer la courbe $E_c = f(i^2)$ de la **figure 6** ci-contre.

- 5.6.1.** Déterminer, à partir de la courbe, la valeur de l'inductance L et celle de l'intensité maximale I_m du courant. (0,5 pt)

- 5.6.2.** Montrer que $I_m = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$. En déduire la valeur de U_0 . (0,5 pt)

- 5.6.3.** Déterminer alors l'expression numérique de la charge $q(t)$. (0,5 pt)

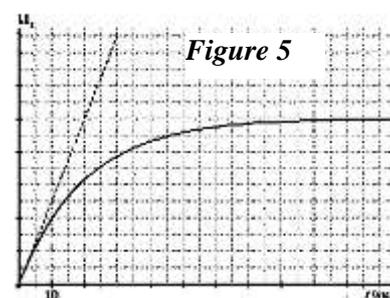


Figure 5

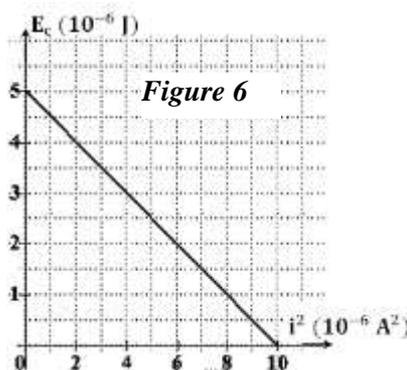


Figure 6

FIN DU SUJET