



CRFPE

Composition standardisée du second semestre
Epreuve de Sciences physiques

Niveau : Terminales S2

Durée : 4 heures

Année 2022/2023

Ecrire et encadrer les formules littérales avant toutes applications numériques

EXERCICE 1 : (4 points)

On introduit 4,83 g d'un monoacide carboxylique saturé dans de l'eau pour obtenir 1 litre de solution.

Dans un bécher contenant 30 mL de cette solution on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau de mesures ci-dessous.

V_B (mL)	0	5	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
pH	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

1.1. Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume V_B de base versé.

Echelle : 1 cm pour 5 mL d'hydroxyde de sodium versé 1 cm pour 1 unité pH.

(1pt)

1.2. Déduire graphiquement :

1.2.1. Une valeur approchée de la concentration molaire volumique C de la solution aqueuse d'acide. (0, 5pt)

1.2.2. Le pKa du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré. (0, 5pt)

1.3. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide.

(0, 5pt)

1.4. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume $V_B = 28 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium.

(1 pt)

1.5. On désire réaliser une solution tampon de pH = 4 et de volume V à partir de l'acide considéré

1.5.1. Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon.

(0, 25 pt)

1.5.2. Proposer une méthode pour obtenir cette solution tampon.

(0, 25 pt)

EXERCICE 2 : (4 points)

La tyrosine est l'un des composés organiques participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la mélanine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété.

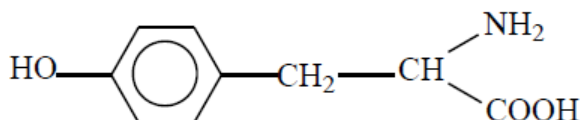
Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter $C_xH_yO_zN$ et d'étudier quelques-unes de ses propriétés chimiques.

2.1. La combustion de 648 mg de tyrosine donne 1,42 g de dioxyde de carbone et 354 mg d'eau.

On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone.

A partir des résultats de cette combustion, calculer les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. En déduire la formule brute de la tyrosine sachant que sa masse molaire est de 181 g.mol^{-1} . (1 pt)

2.2. La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-dessous :



Recopier la formule et encadrer les groupes fonctionnels caractéristiques des acides α -aminés présents dans la molécule de tyrosine. (0, 5pt)

2.3. Dans la suite, on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée

$R-CH_2-CH(NH_2)-COOH$ et on suppose que le groupement R ne participe à aucune réaction.

2.3.1. Montrer que la molécule de tyrosine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de la tyrosine. (0, 75pt)

2.3.2. En solution aqueuse, la tyrosine existe sous la forme d'un amphion.

Ecrire la formule semi-développée de l'amphion et indiquer les couples acide/base qui lui correspondent. (0, 75pt)

2.3.3. En solution aqueuse, il existe une valeur de pH appelé pH du point isoélectrique, notée pH_i , pour laquelle la concentration de l'amphion est maximale. Les pK_a des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs $pK_{a1} = 2,2$ et $pK_{a2} = 9,1$

Etablir la relation entre pH_i , pK_{a1} et pK_{a2} . En déduire la valeur de pH_i pour la tyrosine. (1pt)

On donne les masses molaires en g/mol : $M(O) = 16$; $M(N) = 14$; $M(C) = 12$; $M(H) = 1$

EXERCICE 3 : (4,5 points)

A l'aide d'un dipôle générateur idéal de tension de f. e. m. E , d'un condensateur de capacité C initialement déchargé, de deux conducteurs ohmiques de résistances R et R_0 , d'un ampèremètre et d'un commutateur K , on réalise le circuit électrique de la figure 1.

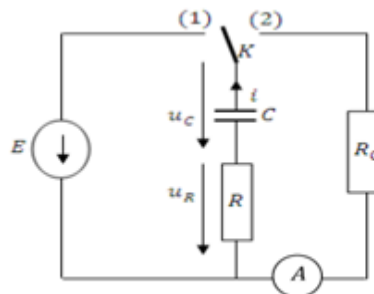


Figure 1

A un instant de date $t = 0$ s, on bascule K en position (1) et on suit l'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur et de l'intensité i du courant électrique qui circule dans le circuit. A l'instant de date $t = 35$ s, on ouvre K .

3.1. Quel est le phénomène physique qui se produit dans le circuit réalisé ?

Justifier la réponse.

(0, 5pt)

3.2. L'équation différentielle qui régit les variations au cours du temps de la tension est donnée par :

$$\frac{du_C}{dt} + \alpha u_C = \beta$$

3.2.1. Exprimer α et β en fonction des données de l'exercice.

(0, 5pt)

3.2.2. Montrer que $\frac{1}{\alpha}$ est homogène à un temps.

(0, 5 pt)

3.2.3. La fonction $u_C = A(1 - e^{-\omega t})$ est solution de l'équation différentielle ci-dessus. Exprimer A et ω en fonction de E et la constante de temps du dipôle τ étudié.

(0, 75 pt)

3.3. L'étude expérimentale précédente a permis de tracer la courbe de la figure 2 et celle de la figure 3

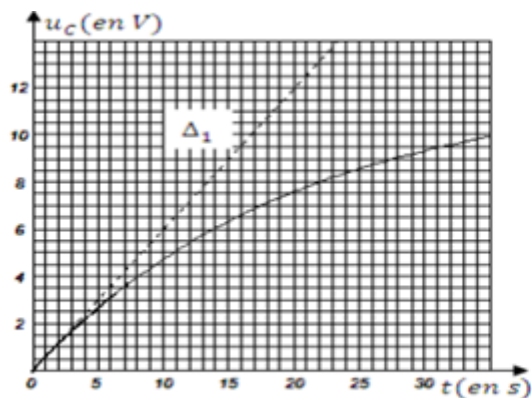


figure 2

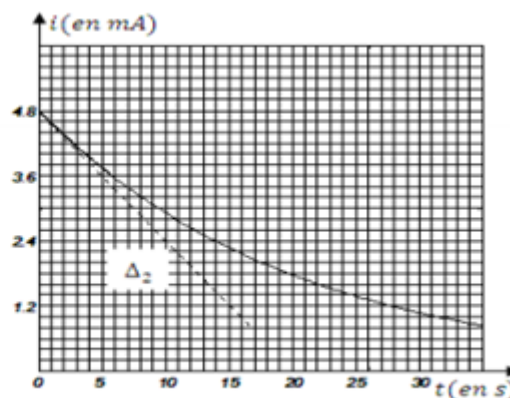


figure 3

3.3.1. Montrer que la date $t = 35$ s ne correspond pas au régime permanent du phénomène physique étudié.

(0, 5pt)

3.3.2. Déterminer graphiquement la valeur de τ et celle de E .

(0, 5pt)

3.3.3. En déduire la valeur R et celle de C .

(0, 5pt)

3.4. Calculer à $t = 50$ s, la charge électrique du condensateur et l'énergie E_C électrostatique qu'il emmagasine.

(0, 75pt)

EXERCICE 4 : (3,5 points)

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$;

avec $E_0 = 13,6$ eV et avec $n \in \mathbb{N}$

L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental pour $n = 1$.

4.1. Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène.

En déduire la longueur d'onde seuil (λ_0) correspondante.

(0, 5pt)

4.2. 4.2.1. Dire dans quel(s) cas la lumière de longueur d'onde λ_i est capable :

- d'ioniser l'atome ;

(0, 5pt)

- d'exciter l'atome d'hydrogène sans l'ioniser.

(0, 5pt)

4.2.2. Parmi les longueurs d'onde λ_i suivantes lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome ?

$\lambda_1 = 88 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 121 \text{ nm}$; $\lambda_3 = 146 \text{ nm}$. En déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté. **(0, 5pt)**

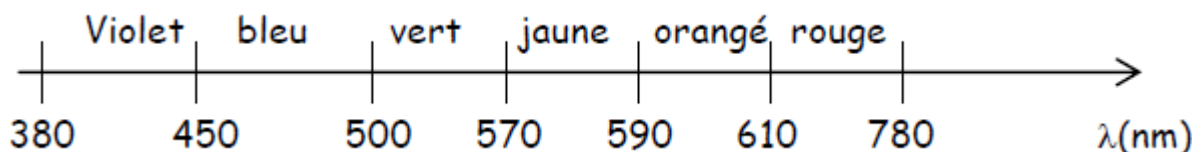
4.2.3. Quelles sont les longueurs d'onde absorbables par l'atome parmi les longueurs d'onde λ_1 , λ_2 et λ_3 ?

(0,75pt)

4.3. La lumière émise par certaines nébuleuses contenant beaucoup d'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3. Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse.

On donne :

(0,75pt)



EXERCICE 5 : (4 points)

L'uranium 238 est le précurseur d'une famille radioactive aboutissant au plomb 206 par une série de désintégrations α et de désintégrations β^- .

5.1. Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration α .

(0, 5pt)

5.2. Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration β^- .

(0, 5pt)

5.3. Déterminer le nombre de désintégrations α et le nombre de désintégrations β^- pour passer de ${}^{238}_{92}\text{U}$ à ${}^{206}_{82}\text{Pb}$

(0,75pt)

5.4. La dernière désintégration est de type α et provient d'un noyau père de polonium (Po).

5.4.1. Calculer, en MeV l'énergie libérée par cette désintégration

(0, 75pt)

5.4.2. En admettant que cette énergie se retrouve intégralement en énergie cinétique pour la particule α , calculer sa vitesse.

(0, 75pt)

5.4.3. L'atome de polonium étant initialement immobile, en déduire la vitesse de recul du noyau fils.

Justifier l'approximation faite à la question **5.4.2** (on appliquera les lois de conservation de l'énergie cinétique et de la quantité de mouvement).

(0, 75pt)

Données : $M(\text{Po}) = 209,9829 \text{ u}$; $M(\alpha) = 4,0015 \text{ u}$; $M(\text{Pb}) = 206,03853 \text{ u}$; $M(\text{U238}) = 238,002891 \text{ u}$,
 $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$; $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Fin sujet

NB : Être soigneux. Numéroter les exercices et les questions.