



COMPOSITION REGIONALE DU SECOND SEMESTRE 2022-2023 :
SCIENCES PHYSIQUES : TS2 / Jour 1 / Durée: 04h (08h-12h)

Exercice N°1 (04points)

La soie que produisent les araignées pour tisser leurs toiles ou envelopper leurs proies possèdent des propriétés physico-chimiques si exceptionnelles (finesse, régularité, élasticité, solidité, imputrescibilité, etc...) qu'elle est devenue un sujet d'étude pour de nombreux scientifiques. Cet exercice aborde plusieurs aspects de la soie d'araignée considérée comme un matériau d'avenir.

1.1 Composition de la soie d'araignée

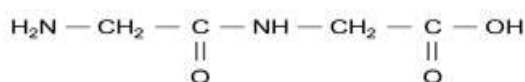
La soie d'araignée est essentiellement composée de fibroïne, une molécule constituée de plusieurs centaines d'acides aminés reliés les uns aux autres par des liaisons peptidiques. La fibroïne est constitué de deux principaux acides aminés : un acide α aminé A de formule brute $C_xH_yO_2N$ (40 % environ) et de l'alanine (25-30 % environ) dont la formule semi-développée est $NH_2 - CH(CH_3) - CO_2H$ Alanine

On se propose de déterminer la formule brute l'acide α aminé A et de synthétiser un dipeptide à partir de l'alanine. La composition centésimale massique de l'acide α aminé A est : 32% de carbone, 6,7 % d'hydrogène et 42,7% d'oxygène.

- 1.1.1 Montrer que la formule brute de A est $C_2H_5O_2N$. **(0,5 pt)**
 1.1.2 Donner la formule semi développée de A et son nom dans la nomenclature officielle. **(0,5 pt)**
 1.1.3 La molécule de l'alanine est-elle chirale ? justifier. **(0,5 pt)**
 1.1.4 Donner la représentation de Fischer D-alanine. **(0,5 pt)**
 1.1.5 En solution aqueuse la molécule d'alanine se présente sous forme d'un ion dipolaire entre autres espèces chimiques. Donner la formule et le nom de cet ion. **(0,5 pt)**

1.2 Biomimétisme chimique

Deux molécules de glycine (Gly), mises en présence, réagissent l'une avec l'autre pour former un dipeptide, usuellement nommé Gly-Gly, dont la formule semi-développée s'écrit :

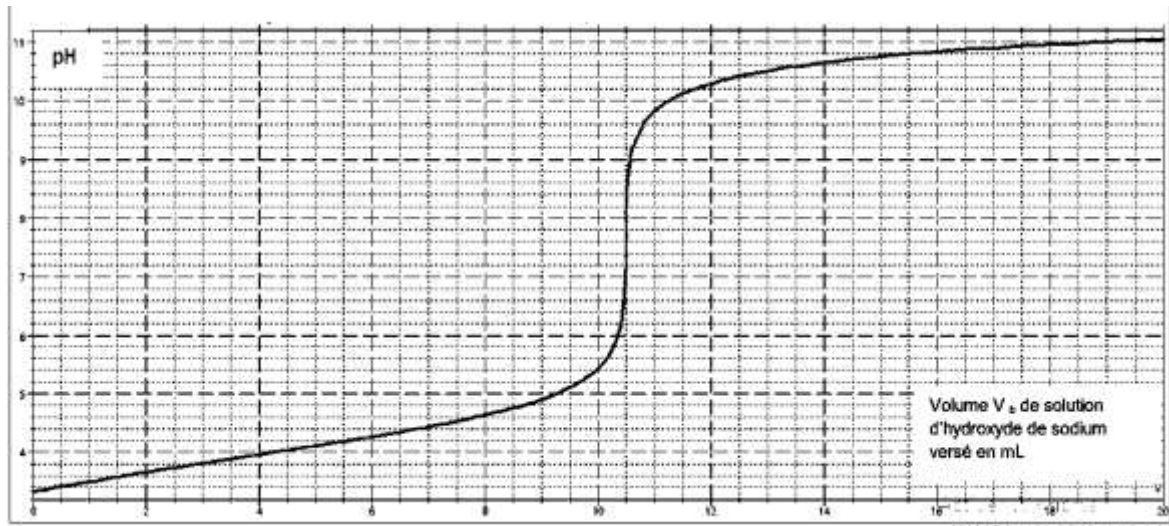


- 1.2.1 Recopier la formule. Encadrer les groupes fonctionnels et les nommer. **(0,75 pt)**
 1.2.2 La fabrication de fibres artificielles aussi élastiques et solides que la soie d'araignée utilise le dipeptide Gly-Ala comme motif de base de la chaîne polypeptidique. Préciser la (ou les) fonction(s) que l'on doit protéger sur chacune de ces deux molécules pour obtenir uniquement le dipeptide Gly-Ala. Puis écrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de ce dipeptide **(0,75 pt)**

Exercice N°2 : (04 points) De la vitamine C dans le jus d'orange

- 2.1 La vitamine C (ou acide ascorbique) est un acide selon Brønsted noté HA. Sa base conjuguée (l'ion ascorbate) sera notée A⁻. Définir un acide de Brønsted. **(0,5 pt)**
 2.2 On se propose de contrôler la concentration en vitamine C d'un jus d'orange fraîchement pressé grâce à un dosage acido-basique (**voir figure ci-dessous**).
 Pour cela, on dose un volume $V_a = 20,0$ mL de concentration C_a inconnue de jus d'orange à l'aide d'une solution aqueuse basique d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$) de concentration $C_b = 6,10 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹.
 2.2.1 Faire un schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,5 pt)**
 2.2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction support du dosage. **(0,5 pt)**
 2.2.3 Définir l'équivalence d'un dosage. **(0,5 pt)**
 2.2.4 Déterminer graphiquement le point d'équivalence E (V_{bE}/PH_E) et pKa. **(01 pt)**
 2.2.5 Montrer que la concentration molaire $C_a = 3,2 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹ **(0,5 pt)**

2.2.6 Calculer la masse m d'acide ascorbique dans un volume de 1,0 L de jus d'orange.
Données : Acide ascorbique $M(C_6H_8O_6) = 176 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-$ **(0,5 pt)**



Exercice N°3 (04 points) Les trois parties de cet exercice sont indépendantes :

Deux causes peuvent être à l'origine des douleurs cardiaques: soit les cellules qui constituent le muscle cardiaque sont détruites (ce qui correspond à un infarctus du myocarde), soit les cellules sont encore vivantes mais souffrent du manque d'oxygène dû à une réduction de l'irrigation sanguine (ce qui correspond à une ischémie coronaire). Pour son diagnostic, le cardiologue prescrit une scintigraphie myocardique au cours de laquelle du thallium 201 est injecté au patient par voie intraveineuse.

3.1 Production du thallium 201.

Le thallium naturel ${}_{81}^{A}Tl$ est composé de thallium 203 et de thallium 205.

3.1.1 Donner la définition de noyaux isotopes **(0,25 pt)**

3.1.2 On bombarde par un flux de protons une cible de thallium. Le thallium 203 se transforme en plomb 201 selon l'équation ci-dessous : ${}_{81}^{203}Tl + {}_1^1p \rightarrow {}_{82}^{201}Pb + 3X$

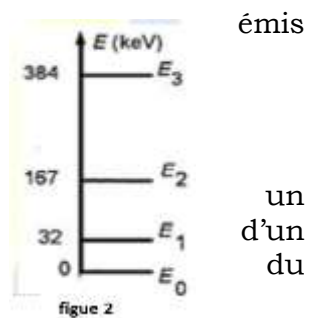
En énonçant les lois utilisées, identifier la particule X **(0,5 pt)**

3.1.3 Le plomb 201, précédemment obtenu subit spontanément une désintégration radioactive β^+ pour former le thallium 201. Ecrire l'équation de la désintégration du noyau de plomb en thallium 201. **(0,25 pt)**

3.2 La désintégration du thallium 201

3.2.1 Lors de la désintégration du thallium 201 un des rayonnements possède une énergie $E=135\text{keV}$. Calculer la longueur d'onde λ de ce rayonnement **(0,5 pt)**

3.2.2 Le processus de désintégration du thallium 201 s'effectue en plusieurs étapes. On obtient un noyau excité de mercure Hg^* qui se désexcite en émettant le rayonnement d'énergies $E=135\text{keV}$. Dans un noyau, il existe des niveaux d'énergie comme le cortège électronique d'un atome. La figure 2 ci-dessous représente le diagramme énergétique du noyau de mercure.



3.2.2.1 Un atome de mercure dans son état fondamental peut-il émettre de la lumière ? **(0,5 pt)**

3.2.2.2 Trouver la transition correspondant au rayonnement d'énergie E . **(0,5 pt)**

3.3 La scintigraphie myocardique

Lors d'une scintigraphie myocardique, on utilise une solution de chlorure de thallium 201 dont l'activité volumique $A_V=37\text{MBq/ml}$. Cet examen nécessite l'injection par voie intraveineuse d'une solution d'activité initiale $A_0=78\text{MBq}$ chez un individu de 70kg. On visualise les premières images du cœur grâce à une gamma-caméra à scintillations quelques minutes seulement après injection.

3.3.1 Calculer le volume V de solution d'activité A_0 à injecter à un patient de 70kg **(0,25 pt)**

3.3.2 Montrer que la masse de thallium 201 reçue par le patient $m_0=10^{-5}\text{mg}$ **(0,5 pt)**

3.3.3 Le thallium présentant une certaine toxicité, une dose limite a été fixée. Elle est de 15mg/kg par unité de masse corporelle. Vérifier par calcul que la dose injectée au patient ne présente pas de danger. **(0,25 pt)**

3.3.4 Vérifier que le temps de demi-vie de thallium 201 vaut 75h. **(0,25 pt)**

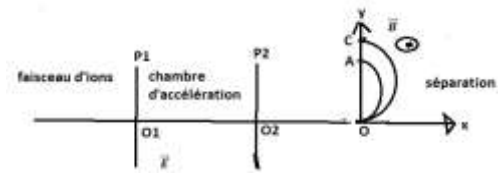
3.3.5 On estime que les résultats de l'examen sont exploitables tant que l'activité du traceur est supérieure à 3Mbq. Déterminer au bout de combien de jours une nouvelle injection est nécessaire. **(0,25 pt)**

Données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J}$; $C = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}^2$; $\lambda_{th} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{/s}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{/mol}$

Exercice 4 (04points)

On désire séparer les isotopes de chlore (Cl) à l'aide d'un spectrographe schématisé ci-dessous.

4.1 Les ions chlorure $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ et $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ sont produits dans une chambre d'ionisation puis dirigés vers une chambre d'accélération entre deux plaques parallèles P_1 et P_2 soumises à une tension $U_1 = 10^4 \text{V}$. Au-delà du point O, les ions sont alors séparés grâce à un champ magnétique uniforme d'intensité 0,2 tesla, normal au plan de la figure.



4.1.1 Préciser, sur le schéma, le sens du champ électrique \vec{E} et l'orientation de U_1 qui permettent une accélération des ions. **(0,5 pt)**

4.1.2 Les deux sortes d'ions pénètrent en O_1 avec une vitesse négligeable ; montrer que les ions chlorures ont même énergie cinétique à la sortie en O_2 . Calculer l'intensité de la vitesse \vec{V}_1 de sortie de l'ion $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ au point O_2 . **(0,5 pt)**

4.1.3 Exprimer l'intensité de \vec{V}_2 de l'ion $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ au point O_2 , en fonction V_1 et x . **(0,5 pt)**

4.2 Les ions passent en O avec les vitesses \vec{V}_1 et \vec{V}_2 précédentes et subissent l'action du champ magnétique \vec{B} normal à ces vecteurs vitesses.

4.2.1 Montrer que, dans la région où règne le champ magnétique \vec{B} , le mouvement des ions est plan, uniforme et circulaire. **(0,5 pt)**

4.2.2 En déduire les expressions des rayons courbure R_1 et R_2 pour chacune des trajectoires. Calculer R_1 **(0,5 pt)**

4.2.3 Les ions $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ et $^{37}_{17}\text{Cl}^-$, décrivent des demi-cercles et arrivent respectivement en des points A et C distants de $d=2,4 \text{cm}$. En déduire la valeur de X . **(0,5 pt)**

4.3 On imagine, après A un champ électrique \vec{E}_2 crée entre deux plaques P et P' orthogonales à AC. P est au-dessus de P', les particules sont déviés vers le haut.

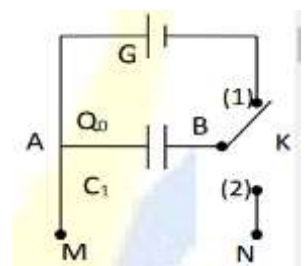
4.3.1 Indiquer les signes de P et P' et représenter le champ électrique \vec{E}_2 **(0,5 pt)**

4.3.2 Etablir les équations de la trajectoire de la particule $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ soumise à \vec{E}_2 dans le repère $(\vec{o}, \vec{i}, \vec{j})$ en prenant $E=2500 \text{V/m}$. **(0,5 pt)**

Données : charge électrique élémentaire $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$; masse proton=masse neutron= $1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$.

Exercice 5 (04points)

Dans le but d'étudier différents modes de décharge d'un condensateur, on dispose d'un générateur (G) présentant entre ses bornes une tension constante $U = 4,6 \text{ V}$, d'un conducteur ohmique (R) de résistance $R = 1 \text{ k} \Omega$, de condensateurs (C1) de capacités respectives $C_1=2,2 \mu\text{F}$, d'une bobine (B) d'inductance $L = 75,4 \text{ mH}$ et de résistance interne négligeable, d'un interrupteur (K) et de fils de connexion.



5 Charge du condensateur

5.1 On réalise le circuit ci-contre ou (K) est dans la position (1). Calculer la charge Q_0 ainsi que l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur (C_1). **(0,5pt)**

Deux modes de décharge

5.2 Décharge à travers la bobine

On branche la bobine entre les points M et N du circuit précédent. Puis on place, à la date $t = 0$, l'interrupteur dans la position (2).

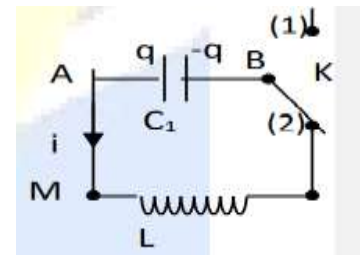
5.2.1 Que vaut, à la date $t = 0$, l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine. En déduire la valeur de i à $t = 0$. **(0,25pt)**

5.2.2 Donner, à la date t , l'expression reliant l'intensité i du courant et la charge q du condensateur. Justifier la réponse. **(0,5pt)**

5.2.3 Donner, en fonction de L et q , la tension $U_{MN} = V_M - V_N$ et établir l'équation différentielle régissant les variations de la charge q de (C_1) en fonction du temps. **(0,5pt)**

5.2.4 La solution de cette équation différentielle est de la forme $q = a_1 \cos \omega_0 t + b_1 \sin \omega_0 t$. Déterminer ω_0 , a_1 et b_1 en respectant les conditions initiales mentionnées. **(0,5pt)**

5.2.5 Donner l'allure de la courbe représentant les variations de q en fonction du temps en précisant deux points caractéristiques de ce graphique. **(0,5pt)**



5.3 Décharge à travers le conducteur ohmique

On remplace la bobine par le conducteur ohmique (R). On remet l'interrupteur (K) dans la position (1) pour charger de nouveau (C_1), puis on place (K) dans la position (2) à $t = 0$.

5.3.1 Donner, à la date t , l'expression de la tension U_{MN} en fonction de q et R . **(0,25pt)**

5.3.2 En déduire l'équation différentielle régissant les variations de la charge q de (C_2) en fonction du temps t . **(0,25 pt)**

5.3.3 La solution de cette équation différentielle est de la forme $q(t) = a_2 + b_2 e^{\alpha t}$. Déterminer a_2 , b_2 et α . Que représente ($1/\alpha$) pour le circuit ? **(0,5 pt)**

5.3.4 Donner l'allure de la courbe représentant les variations de q en fonction du temps en précisant deux points caractéristiques. **(0,25 pt)**

