COMPOSITION REGIONALE DU SECOND SEMESTRE 2022-2023 :

SCIENCES PHYSIQUES : TS1 / Jour 1 / Durée : 04h (08h-12h)

Exercice N°1 (03,5points)

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. **(0,25 pt)**

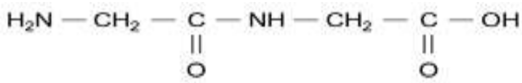
1.1.3 La molécule de l'alanine est-elle chirale ? justifier. **(0,5 pt)**

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. **(0,25 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 chaine 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 : (02,5 points) De la vitamine C dans le jus d'orange

2.1 La vitamine C (ou acide ascorbique) est un acide selon Brönsted noté HA. Sa base conjuguée (l'ion ascorbate) sera notée A^-. Définir un acide de Brönsted. **(0,25 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 1 ci-dessous).**

Pour cela, on dose un volume V_a = 20,0 mL de concentration Ca 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. **(0,25 pt)**

2.2.3 Définir l'équivalence d'un dosage. **(0,25 pt)**

2.2.4 Déterminer graphiquement le point d'équivalence E (V_{aE}/PH_E) et pKa. **(0,75 pt)**

2.2.5 Montrer que la concentration molaire Ca=3,2 x 10^{-3} mol.L^{-1} **(0,25 pt)**

2.2.6 Calculer la masse m d'acide ascorbique dans un volume de 1,0 L de jus d'orange.
Données : M ($C_6H_8O_6$)= 176 g.mol^{-1} ; $C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-$ **(0,25 pt)**

ExerciceN°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 : $_{81}^{203}Tl + _{1}^{1}p \rightarrow _{82}^{201}Pb + 3X$

En énonçant les lois utilisées, identifier la particule X **(0,25 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. **(0,5 pt)**

3.2 La désintégration du thallium 201

3.2.1 Lors de la désintégration du thallium 201 un des rayonnement émis possède une énergie E=135keV. 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=135keV. 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=37MBq/ml. Cet examen nécessite l'injection par voie intraveineuse d'une solution d'activité initiale A_0=78MBq 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 $m_0 = 10^{-5}$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)**

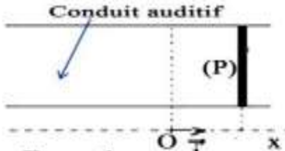
3.3.4 Vérifier que le temps de demi-vie de thallium 201 vaut 75h. **(0,25 pt)**

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 : $h = 6,62.10^{-34}J$; $C = 3.10^{8}m/s^{2}$; $\lambda_{th} = 2,6.10^{-6}/s$, $N_A = 6,02.10^{23}/mol$

Exercice 4 : (06points)

Le tympan d'une oreille humaine, dans certaines conditions, peut être modélisé par une membrane plane (P), de masse m = 1,5×10⁻⁵ kg, qui peut osciller, parallèlement à elle-même, de part et d'autre de sa position d'équilibre stable en O. La membrane (P), écartée de O dans le sens positif de $X_0 = 10^{-9}cm$, est lâchée sans vitesse à la date t_0 = 0.



Doc. 1

À une date t, (P), d'abscisse x subit, de la part du support du tympan, une force $\vec{F}_1$ d'expression $\vec{F}_1 = -kx\vec{\imath}$

4.1 Etude mécanique

4.1.1 Montrer que l'équation différentielle $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$. **(0,75pt)**

4.1.2 Déterminer X_m, ω_0 et la phase φ **(0,75pt)**

4.1.3 En réalité, (P) subit en plus de la force $\vec{F}_1$, une force dissipative $\vec{F}_2 = -h\vec{V}$

4.1.3.1 Montrer que l'équation différentielle est $\ddot{x} + \frac{h}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$. **(0,5pt)**

4.1.3.2 Le mouvement de (P) est alors pseudopériodique de pseudo-pulsation ω'_0. Calculer sa valeur sachant que $\boldsymbol{\omega_0}'^{2} = \boldsymbol{\omega_0}^2 - \boldsymbol{\delta}^2$ avec $\delta = \frac{h}{2m}$ **(0,5pt)**

4.1.3.3 La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$\mathbf{x(t) = x_0 . e^{-\delta t}\left[\cos(\omega'_0 t) + \frac{\delta}{\omega'_0}\sin(\omega'_0 t)\right]}.$$

Montrer que l'expression de V(t) est : $\mathbf{V(t)} = -\frac{X_0\omega_0^2}{\omega'_0}\mathbf{e^{-\delta t}\sin(\omega'_0 t)}$ **(0,5pt)**

4.1.3.4 En déduire la date à laquelle le tympan ne bouge plus pratiquement **(0,5pt)**

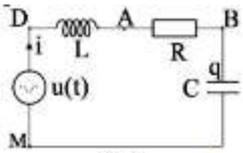
4.1.4 Un son se traduit physiquement par une modification de pression. Ainsi, la membrane (P) est soumise maintenant, à $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ et à une force de pression $\vec{F}_3$, de fréquence f réglable d'expression $\overrightarrow{F_3} = F_m \sin(\Omega t + \alpha)\vec{\imath}$ où $\Omega = 2\pi f$. En régime permanent, (P) effectue des oscillations forcées d'équation horaire : $X(t) = X_m \sin(\Omega t)$.

4.1.4.1 Montrer que l'on a : $\mathbf{\ddot{x} + \frac{h}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = \frac{F_m}{m}\sin(\Omega t + \alpha)}$.**(0,5pt)**

4.1.4.2 Montrer, en donnant à Ωt deux valeurs particulières, que $\mathbf{X_m} = \frac{F_m}{\sqrt{h^2\Omega^2 + (k - m\Omega^2)^2}}$

(0,5pt) Données : k = 3500 $N \cdot m^{-1}$; h = 0,10 $N \cdot s \cdot m^{-1}$

4.2 Analogie électrique :; L = 20 mH, R = 100 Ω



Doc.3

Le tympan, précédé du conduit auditif, est modélisé par le circuit de document 3, $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ est une tension excitatrice de pulsation ω réglable. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité $i = I_m \sin(\omega t)$.

4.2.1 On a ainsi une analogie électromécanique. Exprimer la même pulsation propre ω_0 trouvée dans la partie (4.1.2) de cet oscillateur en fonction de L et C et calculer la valeur de C. **(0,5pt)**

4.2.2 Montrer, par application de la loi d'additivité des tensions et en donnant à ωt deux valeurs particulières, que l'amplitude Q_m de la charge q est : $\mathbf{Q_m} = \frac{U_m}{\sqrt{R^2\omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}}$ **(0,5pt)**

4.2.3 Déduire l'expression de la valeur maximale $Q_m(max)$ de Qm **(0,5pt)**

__**Exercice 5:**__ **(04points) Production des ions $^{18}_{9}F^-$ au moyen d'un cyclotron**

Le cyclotron est un appareil constitué de deux demi-cylindres horizontaux creux appelés "dées". Entre les plaques G et D, séparées d'une distance d = 2,00 mm, est appliqué une tension U = 30 kV. Ainsi, il règne entre ces plaques un champ électrique $\vec{E}$ uniforme.

On fait l'hypothèse que le proton n'est pas relativiste et on admettra que son poids est négligeable devant la force électrique. Les protons placés au point O sont accélérés jusqu'au point O' où ils pénètrent dans le dée D. À $t_0 = 0$, un proton est introduit dans le cyclotron au point O sans vitesse initiale. On se place sur l'axe Ox horizontal, centré sur O et dirigé vers la droite. **(Voir figure 3 ci-dessous).**

5.1 Sachant que le proton est accéléré, compléter le schéma de la figure ci-contre en y faisant figurer, sans souci d'échelle, le vecteur de la force électrique $\overrightarrow{F_e}$ et le champ électrique $\vec{E}$ exercée sur le proton entre O et O' entre les plaques D et G. Justifier.**(0,75pt)**

5.2 Montrer que l'abscisse x(t) du proton sur son trajet OO' est donnée par la relation $\mathbf{X(t) = \frac{e.U}{2.d.m_p}t^2}$. Et en déduire la durée Δt_1 mise par le proton pour aller de O à O' **(01,25pt)**

5.3 Dans le dée D, le proton, soumis à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ d'intensité B = 1,6 T, a jusqu'au point A' un mouvement circulaire uniforme, de rayon = $\frac{V.m_p}{e.B}$, avec v la valeur de la vitesse du proton entre O' et A'. Lorsque le proton arrive au point A', le sens du champ électrique $\vec{E}$ est inversé. Le proton subit alors une nouvelle accélération constante $\overrightarrow{a'} = -\vec{a}$ jusqu'au point A.

Le processus d'accélération et de demi-tour successifs se répète un grand nombre de fois jusqu'à ce que le proton sorte de l'accélérateur avec la valeur de vitesse souhaitée pour bombarder la cible. Une dizaine de microsecondes est nécessaire pour atteindre une telle valeur de vitesse.

5.3.1 En déduire pour ce premier demi-tour $\mathbf{V = \frac{\text{Л}.R}{\Delta t_2}}$. **(0,25pt)**

5.3.2 Montrer que la durée Δt_2 de ce premier demi-tour peut s'exprimer sous la forme $\mathbf{t_2} = \frac{\text{Л}.m_p}{e.B}$. En déduire que tous les demi-tours suivants ont la même durée **(0,5pt)**

5.3.3 En considérant que la durée Δt_1 d'une phase d'accélération est de l'ordre de 2 ns, montrer que la durée Δt_2 d'un demi-tour est environ dix fois plus grande. **(0,25pt)**
Par la suite, on considérera que la durée Δt_1 est négligeable devant la durée Δt_2.
5.4 Évaluer le nombre de tours que doit faire le proton pour qu'il atteigne, à la sortie du cyclotron, une énergie cinétique de 16 MeV. **(0,5pt)**
5.5 Évaluer la durée pour que le proton sorte du cyclotron et comparer la valeur obtenue avec celle du texte décrivant le principe de fonctionnement du cyclotron. **(0,5pt)**
Données : célérité de la lumière dans le vide, $c = 3{,}00\times10^{8}$ m/s ; 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J ; masse du proton : $m_P = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg

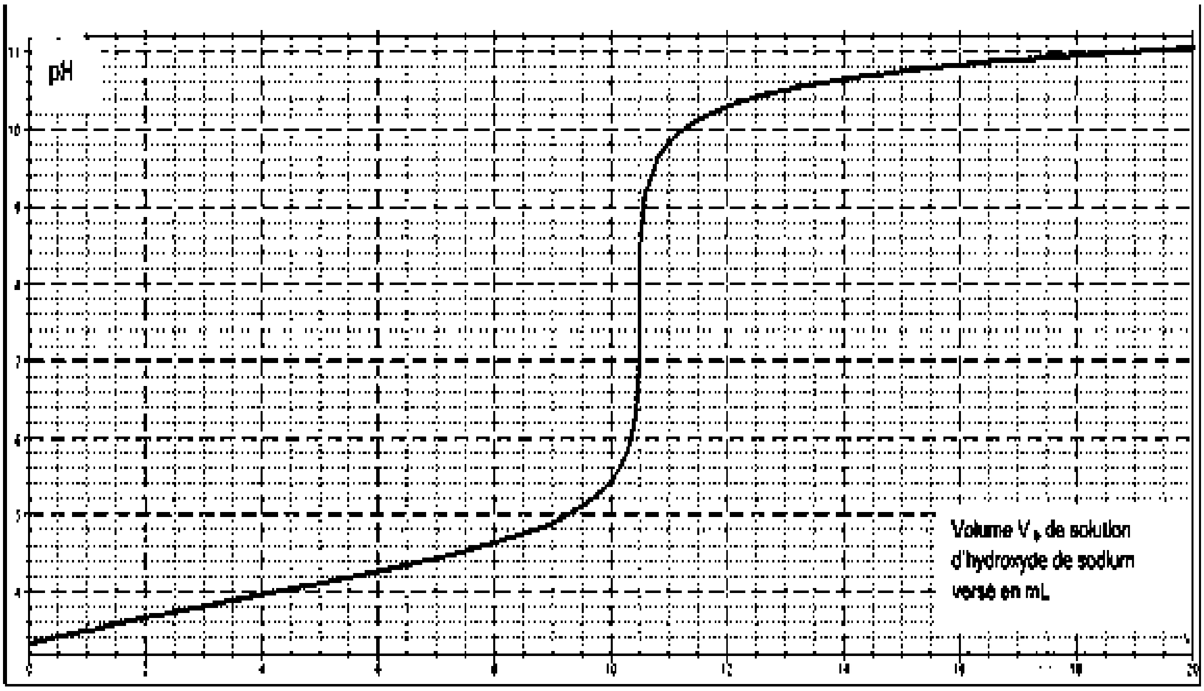
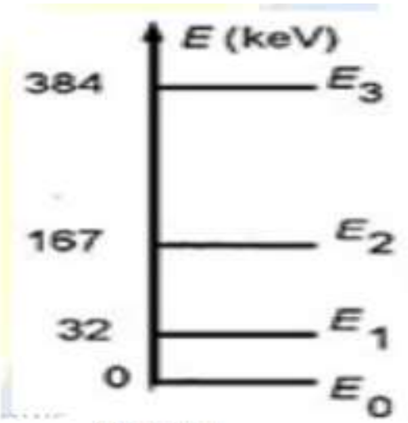


Figure 1



figue 2

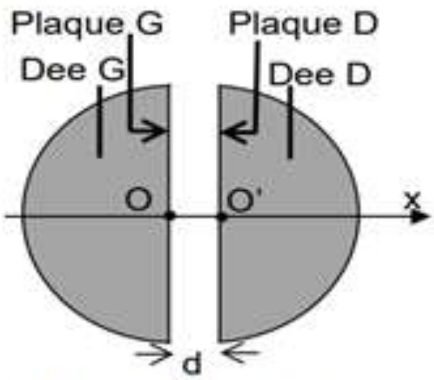


Figure 3 cyclotron