

C9 : ACIDE- α -AMINÉ (TS2)

EXERCICE : 1

En biochimie les acides α -aminés jouent un rôle crucial dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules de tous les êtres vivants en tant que constituants des peptides et des protéines.

2.1-Détermination de la formule semi-développée d'un acide α -aminé.

La formule générale d'un acide α -aminé est $R-CH(NH_2)-COOH$ où R est un groupe alkyle à déterminer.

Pour déterminer la formule d'un acide α -aminé noté A, on prélève 20 mL d'une solution de cet acide A que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 0,05 mol/L.

A l'équivalence le volume d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) versé est de 5 mL.

On sait par ailleurs que la solution de A contient 1,11 g par litre de solution de cet acide α -aminé.

2.1.1-Déterminer la concentration molaire de la solution d'acide aminé. (0,5pt)

2.1.2-En déduire sa masse molaire. (0,5pt)

2.1.3-Déterminer la formule semi-développée et le nom systématique de l'acide α -aminé A. (0,75pt)

2.1.4-Montrer que l'acide aminé A possède un carbone asymétrique. Donner la représentation de Fischer des énantiomères de cet acide aminé A. (0,75pt)

2.1.5-En solution aqueuse l'acide aminé A se trouve entre autre sous forme d'un ion dipolaire. Ecrire la formule semi-développée de l'ion dipolaire. (0,25 pt)

2.2-Formation d'un dipeptide.

On prépare un dipeptide avec l'acide α -aminé A et un autre acide α -aminé B de formule $R'-CH(NH_2)-COOH$ où R'

La masse molaire du dipeptide obtenu par condensation des deux acides α -aminés est $M = 188$ g/mol.

2.2.1-En déduire la formule semi-développée et le nom systématique de l'autre l'acide α -aminé sachant que sa molécule renferme deux groupes méthyles. (0,75pt)

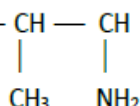
2.2.2-Donner l'équation-bilan de la réaction de condensation du dipeptide dans laquelle l'acide α -aminé A est l'acide N-terminal. (0,5pt)

Masses molaires atomiques en g/mol : $M(C) = 12$; $M(O) = 16$; $M(H) = 1$; $M(N) = 14$



EXERCICE : 2

La valine est un acide α -aminé. Elle permet une récupération plus rapide après un effort physique intense puisqu'elle est assimilée et distribuée aux muscles. Elle se retrouve dans le lait, le fromage de chèvre ... et est parfois consommée associée à la leucine ou à l'isoleucine afin d'augmenter la masse musculaire. La formule semi-développée de la valine est :



2.1 La molécule de valine est-elle chirale ? Justifier. (0,5 point)

2.2 Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer. (0,5 point)

2.3 On effectue la décarboxylation de la molécule de valine ; il se forme du dioxyde de carbone et un composé organique A.

2.3.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de décarboxylation. (0,5 point)

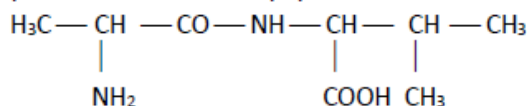
2.3.2 Préciser la fonction chimique du composé organique A ainsi que sa classe. (0,5 point)

2.4 On fait réagir la valine avec le composé A pour obtenir un composé organique B.

2.4.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre la valine et le composé A. (0,5 point)

2.4.2 Nommer le composé B. (0,5 point)

2.5 On désire synthétiser, à partir de la valine, le dipeptide suivant :



2.5.1 Ecrire la formule et donner le nom systématique de l'autre acide α -aminé. (0,5 point)

2.5.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de ce dipeptide à partir des deux acides α -aminés. (0,5 point)

EXERCICE : 3

« Les acides α -aminés jouent un rôle important dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules des êtres vivants. Ils constituent l'essentiel du corps humain après l'eau.

La glutamine est l'acide aminé le plus abondant dans le sang et les muscles. Elle joue un rôle dans la synthèse des protéines et la protection immunitaire. »

On se propose de synthétiser un dipeptide à partir de la glutamine et un acide α -aminé A de formule brute $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2\text{N}$. La composition centésimale massique de A est : 40,4% de carbone, 7,87 % d'hydrogène et 15,7% d'azote.

2.1 Montrer que la formule brute de A est $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$. (0,5 pt)

2.2 Donner la formule semi développée de A et son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

2.3 La molécule A est-elle chirale ? justifier (0,5 pt)

2.4 Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de l'acide α -aminé A en précisant leur configuration. (0,5 pt)

2.5 La formule semi-développée de la glutamine s'écrit :

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CO}_2\text{H} \\ || \quad \quad \quad | \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$$

2.5.1 Nommer les trois groupes fonctionnels présents dans la glutamine (0,75 pt)

2.5.2 Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide dont la glutamine est N terminal (Glu-A). (0,5 pt)

2.5.3 On désire obtenir 110 g du dipeptide. Quelle masse de glutamine faut-il utiliser si le rendement est de 75% ? (0,75 pt)

EXERCICE : 4

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{N})=14$; $M(\text{C})=12$; $M(\text{H}) = 1$

L'arginine est l'un des 20 acides aminés qui composent nos protéines. Elle joue un rôle dans la division cellulaire, la guérison des blessures, l'élimination de l'ammoniaque par l'organisme, le bon fonctionnement du système immunitaire et la sécrétion de certaines hormones, notamment l'hormone de croissance. À partir de l'arginine, le corps fabrique de l'oxyde nitrique, une substance qui favorise la dilatation des vaisseaux sanguins, et de la créatine, un nutriment non essentiel associé au développement et au bon fonctionnement des muscles.

1.1-La composition centésimale massique de la molécule d'arginine est : $\%C = 41,38$; $\%H = 8,05$; $\%N = 32,18$ et $\%O = 18,39$.

1.1.1-En notant $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_t$ la formule brute de l'arginine, exprimer x, y et z en fonction de t. (0,75pt)

1.1.2-La molécule d'arginine possède deux atomes d'oxygène, trouver sa formule brute en donnant les valeurs de x, y, z et t. (0,25pt)

1.2-L'arginine est un acide alpha aminé de formule $\text{R-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$. On suppose que le groupement alkyle R ne participe à aucune réaction. L'arginine peut donner par réaction de condensation avec l'alanine ou acide 2-aminopropanoïque deux dipeptides P_1 et P_2 . Le dipeptide noté P_1 a pour formule :

$\text{R-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-CO-NH-CH(CH}_3\text{)-COOH}$

1.2.1-Donner la formule semi-développée de l'autre dipeptide P_2 . (0,5pt)

1.2.2-Montrer que la molécule d'arginine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de l'arginine. (0,75pt)

1.3-En solution aqueuse, l'arginine 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)

EXERCICE : 5

Données: $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$.

Afin d'améliorer ses performances, un sportif décide de prendre des compléments alimentaires. Parmi ces derniers, il existe des molécules à chaîne carbonée ramifiée particulièrement importantes pour le sportif : la valine, la leucine et l'isoleucine.

1.1. On s'intéresse à la valine dont la formule semi-développée est ci-contre :

1.1.1. Recopier la formule semi-développée de la Valine en entourant et en nommant ses groupes fonctionnels caractéristiques. (0,5 pt)

1.1.2. Donner le nom de la valine dans la nomenclature systématique. (0,25 pt)

1.1.3. La molécule de valine est-elle chirale ? Justifier. (0,5 pt)

1.1.4. Faire la représentation de Fischer de la configuration (D) de la valine. (0,25 pt)

1.1.5. Ecrire les formules semi-développées des trois ions de la valine en solution aqueuse. (0,25 pt)

1.2. L'isoleucine ou acide 2-amino-3-méthylpentanoïque peut réagir avec la valine pour conduire à la formation de dipeptides.

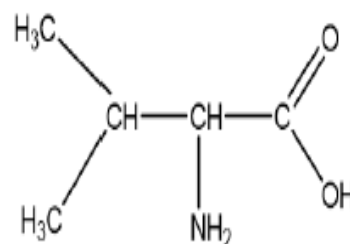
1.2.1. Combien de dipeptides peut-on obtenir à partir d'une molécule d'isoleucine et d'une molécule de valine ? (0,25 pt)

1.2.2. Comment appelle-t-on la réaction entre l'isoleucine et la valine? Quel nom donne-t-on à la liaison formée ? (0,5 pt)

1.3. On réalise la décarboxylation d'une masse $m = 13,1 \text{ g}$ de la leucine, isomère de l'isoleucine.

1.3.1. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules brutes des composés. (0,25 pt)

1.3.2. Le rendement de la réaction de cette décarboxylation est $r = 70\%$. Trouver la masse du produit organique obtenu.



EXERCICE : 6

Les protéines entrent dans la constitution des organismes vivants et participent à leur fonctionnement en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Ce sont des macromolécules constituées par association d'acides aminés par liaison peptidique.

On se propose d'identifier un dipeptide noté D, résultant de la réaction entre deux acides aminés A et B.

1.1 Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A ; soient :

$$\% \text{ C} = 40,45 \quad \% \text{ H} = 7,87 \quad \% \text{ N} = 15,72$$

1.1.1 Le composé A ne contenant qu'un atome d'azote par molécule, vérifier que sa formule brute s'écrit : $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ (0,5 pt)

1.1.2 Le composé A est précisément un acide α -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2 Par réaction de A avec un autre acide α -aminé B de formule, $\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{C}_4\text{H}_9}{\text{CH}}-\text{CO}_2\text{H}$, on obtient le dipeptide D.

1.2.1 Ecrire la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de carbone asymétriques et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2.2 Ecrire, à l'aide de formules développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide α -aminé N-terminal. Entourer la liaison peptidique. (0,5 pt)

1.3 On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté E obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).

1.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nommer le produit E (0,5 pt)

1.3.2 La concentration molaire de (S) est $C = 0,15 \text{ mol L}^{-1}$ et son $\text{pH} = 12$. Déterminer le pK_a du couple acide-base correspondant à E. (0,5 pt)

EXERCICE : 7

Les êtres vivants sont constitués environ d'une vingtaine d'acides α -aminés. Ils jouent un rôle crucial dans les cellules des êtres vivants et constituent l'essentiel de la masse du corps humain. Transformée par le foie en source d'énergie, l'alanine contribue à la formation des globules blancs. On peut retrouver l'alanine dans des aliments tels que la viande et le poisson.

L'alanine est un acide α -aminé de formule $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ où R est un radical alkyle.

1.1 Le pourcentage massique de carbone dans la molécule d'alanine est de 40,44%.

1.1.1 Montrer que sa formule brute est $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$. (0,25 pt)

1.1.2 Ecrire sa formule semi-développée puis donner son nom dans la nomenclature systématique. (0,5 pt)

1.1.3 La molécule d'alanine est-elle chirale ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

1.1.4 Donner les représentations de Fischer de ses énantiomères. (0,25 pt)

1.2 Dans une solution aqueuse d'alanine, apparaît un ion dipolaire appelé Zwitterion. Les valeurs des pK_a des couples acide/base associés au Zwitterion sont $\text{pK}_{a1} = 2,33$ et $\text{pK}_{a2} = 9,71$.

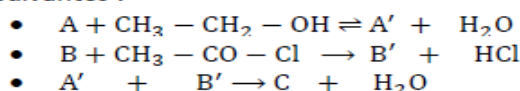
1.2.1 Expliquer la formation du Zwitterion. (0,25 pt)

1.2.2 Montrer le caractère amphotère de cet ion. (0,25 pt)

1.2.3 L'analyse d'une portion de viande de veau montre qu'elle contient 1 780 mg d'alanine. On récupère toute la masse d'alanine contenue dans cette viande que l'on dissout dans 500 mL d'eau pure. On obtient ainsi une solution (S) de $\text{pH} = 2$.

Calculer la concentration molaire volumique de l'espèce majoritaire dans la solution (S). (0,5 pt)

1.3 On considère deux acides α -aminés dont l'alanine notée A et l'autre noté B. On effectue les réactions chimiques suivantes :



Le corps C a la formule suivante : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{NH} - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CO} - \text{CH}_3$

Par un raisonnement clair (succinct), déterminer les formules semi-développées des composés A', B et B'.

EXERCICE : 8

Les acides aminés α -aminés sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides α -aminés, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).

On considère un dipeptide obtenu par condensation d'une molécule de glycine (acide 2-amino éthanoïque) et d'une molécule d'un autre acide α -aminé A. La molécule de A ne comporte que des atomes C, O, H et N et possède un seul atome de carbone asymétrique.

5.1. Le dipeptide a une masse molaire qui vaut $M = 146 \text{ g.mol}^{-1}$.

5.1.1. Déterminer les formules semi-développées possibles du dipeptide.

5.1.2. Donner la formule semi-développée de A et son nom dans la nomenclature officielle.

5.1.3. Représenter les deux énantiomères de A à l'aide de la représentation de Fischer en précisant leur configuration.

5.2. On désire obtenir uniquement le dipeptide D_1 dans lequel la glycine est l'acide aminé C-terminal. Ecrire la formule semi-développée de D_1 . Combien d'atome(s) de carbone asymétrique(s) possède le dipeptide D_1 ? Le(s) marquer par un astérisque (C*) sur la formule de D_1 .

5.3. En solution aqueuse, l'acide α -aminé A donne un ion dipolaire appelé Zwitterion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution.

5.3.1. Ecrire les équations des deux réactions du Zwitterion avec l'eau.

5.3.2. Attribuer aux couples acide-base du Zwitterion les valeurs de pK_a : $pK_1 = 2,3$ et $pK_2 = 9,7$.

5.3.3. Quelle est l'espèce prépondérante dans le duodénum (partie initiale de l'intestin grêle, il a un rôle essentiel dans la digestion des aliments et l'assimilation des minéraux par l'organisme) où le pH est voisin de 7,4 ?

5.4. L'acide α -aminé A donne, par décarboxylation, une amine B.

5.4.1. Donner la formule semi-développée et le nom de l'amine B.

5.4.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau.
Préciser le couple acide/base auquel appartient B.

5.5. On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C.

5.5.1. En supposant que la valeur de C est telle $[OH^-] \ll C$, démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation : $pH = 7 + \frac{1}{2} (pK_a + \log C)$.

5.5.2. En déduire la valeur du pH d'une solution à $10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$ de l'amine. Le pK_a du couple acide/base auquel appartient B vaut : $pK_a = 10,7$