

EXERCICE 1 : LES ACIDES AMINÉS (05 points)

Les acides α -aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

1. L'acide α -aminé A, de formule semi-développée $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$ fait partie des vingt principaux acides α -aminés des organismes vivants.

a) Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide α -aminé A.

b) Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide α -aminé.

2. On réalise la réaction de condensation d'un acide α -aminé B de formule semi-développée :

$\text{R-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$ sur l'acide α -aminé A dans lequel R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène.

On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérisation optique et on ne considèrera que les réactions possibles entre A et B.

a) Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Écrire les équations des réactions mises en jeu.

b) Encadrer la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu.

c) Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire $M = 174 \text{ g.mol}^{-1}$, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide α -aminé B.

3. L'acide α -aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire appelé amphion ou zwitterion.

a) Écrire la formule semi développée de cet ion bipolaire.

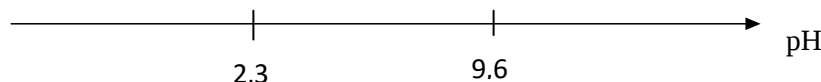
b) Justifier son caractère amphotère.

c) En déduire les couples acide / base qui lui sont associés.

d) Les pK_a de ces couples acide / base ont pour valeurs $\text{pK}_{a1} = 2,3$ et $\text{pK}_{a2} = 9,6$.

d₁) Associer à chaque couple acide / base un pK_a .

d₂) Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide α -aminé B pour chaque domaine de pH.



EXERCICE 2 : CINÉTIQUE CHIMIQUE (05 points)

A 25°C, une solution contenant des ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ et des ions iodure I^- se transforme lentement..

Le tableau suivant traduit l'évolution d'un système contenant initialement 10 mmol de peroxodisulfate de potassium et 50 mmol d'iodure de potassium.

$t \text{ (min)}$	0	2,5	5	7,5	10	15	20	24	25	30
$n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}} \text{ (mmol)}$	10	9	8,3	7,6	7	6,15	5,4	5	4,9	4,4

1. Écrire l'équation de cette réaction notée (1), sachant qu'elle fournit du diiode I_2 et des ions sulfate SO_4^{2-} .

2. Déterminer, en mmol, la composition du mélange réactionnel pour $t = 7,5 \text{ min}$.

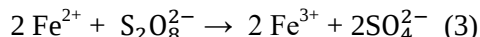
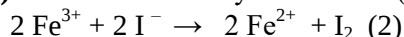
3. Déterminer, en mmol/min, la vitesse moyenne de disparition des ions peroxodisulfate $v_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}$ entre $t_1 = 5 \text{ min}$ et $t_2 = 20 \text{ min}$. Quelle est alors la vitesse moyenne de formation du diiode v_{I_2} entre t_1 et t_2 ?

4. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ qui est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a disparu.

5. a) Le même mélange initial est maintenant réalisé à 15°C.

Comment évolue, par rapport à la précédente, la nouvelle réaction (plus rapidement ou plus lentement) ?

b) Les réactions d'oxydoréduction (2) et (3) sont rapides.



Montrer que les ions Fe^{2+} peuvent catalyser la réaction (1).

EXERCICE 3 : MOUVEMENT DE PROJECTILE (05,50 points)

La balistique est une science qui étudie le mouvement des projectiles. Les applications sont très nombreuses dans des domaines aussi variés que le sport, la balistique judiciaire ou les activités militaires.

L'espace est rapporté au repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. On étudie le mouvement d'un projectile ponctuel de masse m , lancé par un canon dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$ d'intensité $g = 10 \text{ m s}^{-2}$. A un instant $t_0 = 0$, le projectile sort du canon en un point O avec un vecteur vitesse initial $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale et contenu dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$ (Figure 1). On suppose, que l'action de l'air est négligeable.

Le point O est au niveau du sol et on donne $\vec{g} = -g\vec{j}$.

1. Énoncer la deuxième loi de Newton ou théorème du centre d'inertie.
2. Déterminer la direction, le sens et la norme du vecteur-accelération du projectile.

3. Montrer que le mouvement du projectile est plan.

4. Établir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

5. La vitesse de sortie du projectile, du canon, est de 100 m.s^{-1} .

Le vecteur vitesse initial fait l'angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'axe OX. Le projectile peut-il atteindre un oiseau perché au sommet d'un édifice se trouvant à 800 m du point O, sur l'axe OX ? Justifier la réponse par le calcul. La hauteur de l'édifice est de $H = 20 \text{ m}$ (Figure 2).

6. Au cours d'un entraînement au tir, plusieurs essais sont effectués. Le projectile sort à chaque fois du canon en un point O pris au sol avec une vitesse $\vec{V}_0$ de valeur 100 m.s^{-1} ; mais l'angle de tir α varie. Pour protéger les personnes et les biens, on demande d'édifier une zone de sureté autour du point de lancement O. Un mur de protection doit entourer la zone d'impact des projectiles. Le pourtour de ce mur est un « cercle » de centre O et de rayon égal à 1,1 D ; la distance D étant la portée maximale du tir.

a) Établir l'expression de la portée du tir en fonction de g , V_0 et α .

b) En déduire la valeur de la portée maximale.

c) Calculer le rayon du champ de tir.

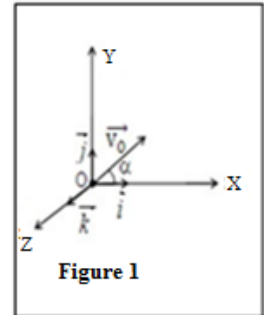


Figure 1

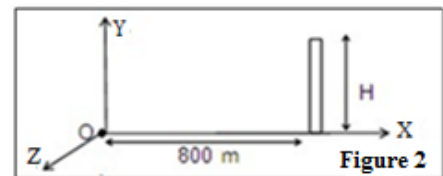


Figure 2

EXERCICE 4 : RADIOACTIVITÉ (04,50 points)

La scintigraphie est un procédé utilisé en médecine qui consiste à administrer une substance radioactive comme le technétium, puis à repérer, grâce à un détecteur, les rayons gamma qu'elle émet.

Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

1. L'isotope 97 du technétium ${}^{97}_{43}\text{Tc}$, de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96, ${}^{96}_{42}\text{Mo}$ avec un noyau de deutérium ${}^2_1\text{X}$.

a) Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ?

b) Écrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium ${}^{97}_{43}\text{Tc}$ à partir du molybdène ${}^{96}_{42}\text{Mo}$ en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

c) A quel élément chimique appartient le deutérium ?

2. L'isotope 99 du technétium ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99, ${}^{99}_{42}\text{Mo}$.

Une infirmière prépare une dose de technétium 99, ${}^{99}_{43}\text{Tc}$. Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

a) Écrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit.

b) Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents.

c) Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99.

d) L'activité maximale des doses administrées en $^{99}_{43}\text{Tc}$ ne doit pas dépasser 10^9 Bq.

Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ?

3. Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite.

Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse.

Données : $1\text{ u} = 931,5\text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$.

Particule ou noyau	$^{60}_{27}\text{Co}$	$^{60}_{28}\text{Ni}$	électron	$^{99}_{43}\text{Tc}$
Masse (en u)	59,934	59,931	$5,486 \cdot 10^{-4}$	98,882