

Révisions pour le bac

Exercice 1 : Étude d'un antiseptique préopératoire

Mots-clés : Dilution, dosage par étalonnage, concentrations en masse et en quantité de matière.

L'implantation de capsules de curiethérapie nécessite une intervention chirurgicale. La Bétadine® est un antiseptique local utilisé pour la désinfection préopératoire des patients. Son principe actif est le diiode I_2 qui élimine les micro-organismes par son action oxydante. Les solutions de diiode sont colorées en jaune allant jusqu'au brun selon leur concentration. Dans la Bétadine®, le diiode est « emprisonné » dans un polymère appelé polyvidone. Une mole de polyvidone iodée contient une mole de diiode.

D'après la notice, la Bétadine® à 10 % contient 10 g de polyvidone iodée dans 100 mL.

Données :

- Masse molaire de la polyvidone iodée : $M_{\text{polyvidone iodée}} = 2\,363 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Masse molaire moléculaire du diiode : $M_{I_2} = 253,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

On souhaite déterminer la teneur en diiode de la Bétadine® à 10 % à l'aide d'un dosage spectrophotométrique par étalonnage. Pour cela, on procède à l'étalonnage d'une gamme de solutions de diiode de concentrations $C(I_2)$ en quantité de matière de I_2 , connues. La mesure de l'absorbance A de chaque solution est réalisée avec un spectrophotomètre UV-visible.

On obtient la courbe d'étalonnage donnée en ANNEXE (à rendre avec la copie de chimie), qui représente l'absorbance A des solutions en fonction de leur concentration en quantité de matière de I_2 , $C(I_2)$.

1 — Justifier à l'aide du graphique donné en ANNEXE (à rendre avec la copie de chimie) que l'absorbance A de la solution de diiode est proportionnelle à la concentration $C(I_2)$ en quantité de matière de diiode.

La courbe fournit en annexe est une droite qui passe par l'origine, donc les deux grandeurs sont proportionnelles.

2 — Pour comparer la solution commerciale de Bétadine® à 10 % avec cette gamme d'étalonnage, il est ici nécessaire de la diluer dix fois. Parmi le matériel disponible ci-dessous, choisir, en justifiant, l'association pipette jaugée / fiole jaugée à utiliser pour préparer la solution diluée souhaitée. Liste du matériel disponible :

- pipettes jaugées 2,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL ; 25,0 mL ;
- fioles jaugées 100,0 mL, 250,0 mL, 500,0 mL.

On veut diluer 10 fois, donc il faut un rapport 10 entre la fiole jaugée et la pipette jaugée, donc 10,0 mL et 100,0 mL.

3 — Rappeler le protocole de la dilution.

Il faut

- ▶ Prélever la solution à diluer avec la pipette jaugée, en s'arrêtant sur le trait de jauge.
- ▶ Verser la solution prélevée dans la fiole jaugée.
- ▶ Ajouter de l'eau distillée jusqu'au 2/3 de la fiole jaugée et agiter.
- ▶ Compléter jusqu'au trait de jauge de la fiole, puis agiter.

4 — Sans modifier les réglages du spectrophotomètre, on mesure l'absorbance de la solution ainsi diluée. On trouve $A_{\text{solution diluée}} = 0,9$. Déterminer graphiquement, à l'aide de l'ANNEXE (à rendre avec

la copie de chimie), la concentration en quantité de matière de diiode de la solution. On fera apparaître la construction sur le graphique.

Avec le graphique, on trouve une concentration de $0,0043 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

5 – En déduire que la concentration en quantité de matière de diiode dans la solution de Bétadine® à 10 % est voisine de $0,043 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Comme on a dilué dix fois, il faut multiplier par dix la concentration, donc $0,043 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

6 – En déduire la concentration en masse de la polyvidone iodée dans la Bétadine® à 10 %.

Comme une mole de polyvidone contient une mole de diiode, leurs concentrations molaires sont égales $c(I_2) = c(\text{polyvidone})$. Pour convertir la concentration molaire en concentration massique, on multiplie la concentration molaire par la masse molaire

$$c_m(\text{polyvidone}) = C(I_2)M_{\text{polyvidone}} = 0,043 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2363 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 101,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

7 – Vérifier la cohérence de l'indication de la notice : « La Bétadine® à 10 % contient 10 g de polyvidone iodée dans 100 mL ».

On a trouvé une concentration de $101,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, or la notice annonce une concentration de $\frac{10 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{10}{0,1} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, donc la notice est cohérente avec la mesure réalisée avec un écart de 1 %.

8 – Identifier une cause possible de l'écart constaté.

Ça peut être lié à la lecture graphique.

Exercice 2 : Exploration pulmonaire par imagerie médicale

Mots-clés : Radiographie, fréquence, longueur d'onde, noyau atomique, radioactivité.

Un patient fumeur peut aussi souffrir de liaisons aux poumons et présenter des difficultés respiratoires. Le médecin peut prescrire des explorations par imagerie médicale pour mesurer les volumes pulmonaires.

Document 1 – Composition des tissus corporels

Les principaux éléments constitutifs des tissus mous (peau, muscles, graisse, tendons, vaisseaux sanguins et nerfs) sont l'hydrogène, le carbone, l'azote et l'oxygène. Les os, tissus corporels durs, sont constitués des mêmes éléments que les tissus mous et de sels minéraux inorganiques tels que le calcium, le phosphore et le magnésium.

Document 2 – Radiographie thoracique



<https://www.infirmiers.com>

Données :

— Vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Élément	Hydrogène	Carbone	Azote	Oxygène	Magnésium	Phosphore	Calcium
Symbole	H	C	N	O	Mg	P	Ca
Numéro atomique Z	1	6	7	8	12	15	20

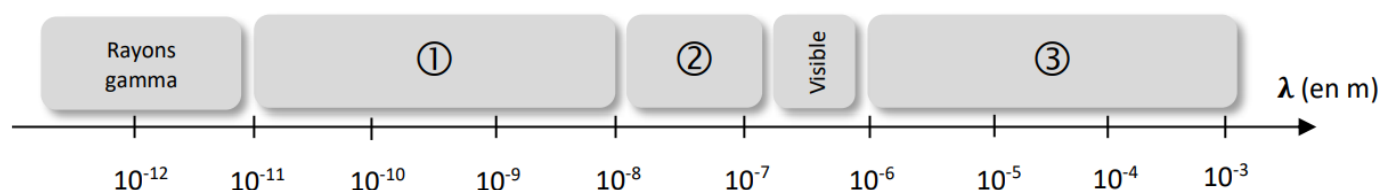
1 — Rappeler le principe de la radiographie en précisant la nature des ondes utilisées.

Une radiographie consiste à irradier un objet avec de la lumière dans le domaine des rayons X pour former une image en négatif sur une plaque (comme un jeu d'ombre).

2 — Citer un point commun et une différence entre radiographie et radiothérapie.

Les deux méthodes utilisent les rayons X. La radiographie sert à faire de l'imagerie médicale (observation interne du corps), la radiothérapie sert à soigner du cancer en détruisant des cellules cancéreuses à l'aide de rayons X ciblés.

3 — En utilisant l'échelle de longueurs d'ondes ci-dessous, indiquer à quel numéro correspond le domaine des rayons X, utilisés en radiographie.



Le domaine des rayons X correspond au numéro 1. 2 : ultraviolet. 3 : infrarouge.

4 — Après avoir rappelé la relation entre fréquence et longueur d'onde ainsi que les unités associées, déterminer l'intervalle de fréquences correspondant aux rayons X en utilisant l'échelle présentée à la question 3.

$f = \frac{c}{\lambda}$, avec c la vitesse de la lumière en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, f la fréquence en s^{-1} et λ la longueur d'onde en m.

La plus grande fréquence du domaine X sera donc

$$f_{\max} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10^{-11} \text{ m}} \simeq 10^{19} \text{ s}^{-1}$$

et la plus petite

$$f_{\min} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10^{-8} \text{ m}} \simeq 10^{16} \text{ s}^{-1}$$

5 — Les rayons X peuvent traverser certains des tissus corporels. En identifiant dans le document 2 les tissus corporels visualisés sur la radiographie, indiquer ceux qui ont tendance à absorber le plus fortement les rayons X et proposer une explication.

La plaque est blanche initialement et noircit en présence de rayon X. Donc les tissus osseux sont ceux qui absorbent le plus les rayons X, ce qui est lié à leur composition chimique : principalement

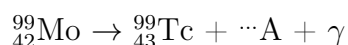
du phosphore et du calcium, qui absorbent plus fortement les rayons X.

La scintigraphie est parfois utilisée dans le diagnostic d'un lymphome. On utilise dans ce cas un marqueur radioactif contenant du molybdène-99, de symbole ${}^{99}_{42}\text{Mo}$.

6 – Donner la composition d'un noyau atomique de molybdène-99.

Un noyau de molybdène-99 contient 99 nucléons, avec 42 protons et 57 neutrons.

L'équation de désintégration du molybdène-99 est partiellement donnée ci-dessous. Elle fait apparaître le rayonnement γ utilisé en scintigraphie et une particule notée ${}^{\dots}_{\dots}\text{A}$, de nature à déterminer.



7 – Compléter le symbole de la particule ${}^{\dots}_{\dots}\text{A}$ en remplaçant les pointillés par les nombres appropriés.

Le nombre de nucléons n'a pas changé au cours de la réaction ($99 \rightarrow 99$), par contre le nombre de charge a augmenté ($42 \rightarrow 43$), donc pour respecter les règles de conservations, on doit avoir ${}^{-0}_{-1}\text{A}$.

8 – Identifier la particule ${}^{\dots}_{\dots}\text{A}$, est-ce un positron ${}^{0}_{+1}\text{e}$ ou un électron ${}^{0}_{-1}\text{e}$? Nommer le type de désintégration subie par le molybdène-99.

La particule est un électron ${}^{0}_{-1}\text{e}$, on a donc une désintégration β^{-}

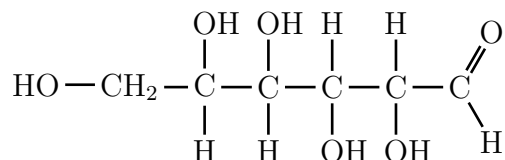
Exercice 3 : Remplacer les sucres dans l'alimentation (10pts)

Mots-clés : Concentrations en masse et en quantité de matière, dose journalière admissible (DJA).

Les aliments riches en sucres favorisent l'apparition du diabète. Le diabète est déclaré si la concentration en masse C_m de sucres dans le sang à jeun est supérieure à $1,26 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. L'organisation mondiale de la santé (OMS) préconise de limiter l'apport en sucres à 10 % de la ration énergétique totale qui s'élève en moyenne à 10^4 kJ par jour pour l'adulte. Certaines personnes choisissent de remplacer le sucre de leur alimentation par un édulcorant.

Document 1 – Le glucose

Une des molécules issue de la dégradation partielle du saccharose (sucre de table) dans l'organisme est le glucose dont la forme linéaire a pour formule partiellement développée :



Document 2 – La stévia

Le Rebaudioside A, extrait de la stévia, plante originaire du Paraguay, a un pouvoir sucrant tel qu'une sucrée contenant 20 mg de Rebaudioside A produit le même goût sucré qu'un morceau de sucre contenant l'équivalent de 5,0 g de glucose. Cependant l'agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) a fixé la dose journalière admissible (DJA) pour le Rebaudioside A à 4,0 milligrammes par kilogramme de masse corporelle ($\text{DJA} = 4,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Données :

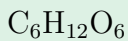
- Masse molaire moléculaire du glucose $M_{\text{glucose}} = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Le glucose a une valeur énergétique par unité de masse de $15,6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$.

1 — Recopier la formule chimique du glucose. Entourer et nommer deux groupes fonctionnels différents de la molécule de glucose.

On a des groupes hydroxyle (alcool) tous le long de la chaîne et un groupe carbonyle (aldéhyde) en bout de chaîne à droite.

2

2 — Donner la formule brute du glucose.



1

3 — Expliquer qualitativement pourquoi le glucose est soluble dans le sang considéré comme une solution aqueuse.

Le glucose est soluble dans le sang, car sa molécule comporte de nombreux groupe hydroxyle polaire, qui vont pouvoir former des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau.

1

4 — L'analyse sanguine d'un patient à jeun indique une concentration en quantité de matière de glucose égale à $7,8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Montrer que ce résultat confirme que ce patient souffre du diabète.

Pour avoir la concentration massique en glucose, on multiplie la concentration molaire par la masse molaire moléculaire du glucose $c_m = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 7,8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1,40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Comme C_m est supérieur à $1,26 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, le patient souffre de diabète.

2

5 — La consommation quotidienne en sucre de ce patient est équivalente à 75 g de glucose. Indiquer si cette consommation est conforme à celle préconisée par l'OMS.

L'énergie produite par le glucose ingéré est $E = 75 \text{ g} \times 15,6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} = 1\,170 \text{ kJ}$, ce qui est largement supérieur à la valeur préconisée par l'OMS (104 kJ)!

1

6 — Ce patient, qui pèse 68 kg, envisage de remplacer sa consommation de sucre par du Rebaudioside A. Calculer, à l'aide du document 2, la masse maximale de cet édulcorant qu'il peut consommer par jour.

Il peut ingérer au maximum $4,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \times 68 \text{ kg} = 272 \text{ mg}$ par jour.

1

7 — En déduire le nombre de sucrettes qu'il peut consommer par jour.

Il peut consommer $\frac{272}{20} = 14$ sucrette par jour.

1

8 — Indiquer s'il peut substituer sa consommation quotidienne de sucre, équivalente à 75 g de glucose, par la consommation de Rebaudioside A.

Comme une sucrée équivalent à 5 g de sucre, il peut consommer l'équivalent de $14 \times 5 \text{ g} = 70 \text{ g}$ par jour, ce qui ne remplace pas sa consommation quotidienne.

Exercice 4 : Oxygénothérapie

Mots-clés : Loi des gaz parfaits, bilan de matière, débit.

La drépanocytose entraîne des crises douloureuses qui peuvent être atténuées par des médicaments antalgiques et une hydratation par voie intraveineuse, mais si la douleur persiste, la médication peut être complétée par une oxygénothérapie. L'oxygénothérapie consiste en un apport supplémentaire de dioxygène à l'organisme.

Document 1 – Utilisation des bouteilles de dioxygène

Le dioxygène est stocké à l'état gazeux comprimé à une pression initiale de 200 bar, dans des bouteilles spécialement conçues et de différents volumes selon leur utilisation. À la sortie des bouteilles, la pression du gaz est réduite par un manodétendeur pour la rendre acceptable par le patient. Au fur et à mesure que la bouteille se vide, la pression du gaz à l'intérieur diminue. Un débitmètre permet de régler le débit de dioxygène suivant la prescription médicale. D'après l'Association Nationale pour les Traitements à Domicile

Document 2 – Durée d'autonomie d'une bouteille de dioxygène B2

Les bouteilles B2 de volume 2,0 litres sont utilisées pour l'oxygénothérapie de déambulation. La masse totale moyenne de la bouteille pleine de dioxygène comprimé à 200 bar est de 5,8 kg. La durée d'autonomie d'une bouteille B2 est donnée dans le tableau ci-dessous, pour différentes valeurs de la pression initiale de la bouteille et du débit de dioxygène délivré par le manodétendeur.

Pression dans la bouteille en bar	Débit de O ₂ à la sortie du manodétendeur			
	3 L · min ⁻¹	6 L · min ⁻¹	9 L · min ⁻¹	15 L · min ⁻¹
200	2 h 15 min	1 h 05 min	0 h 45 min	0 h 25 min
150	1 h 40 min	0 h 50 min	0 h 30 min	0 h 20 min
100	1 h 05 min	0 h 30 min	0 h 20 min	0 h 10 min
50	0 h 30 min	0 h 15 min	0 h 10 min	< 10 min

D'après ansm.sante.fr pour les bouteilles d'Air liquide.

Document 3 – La loi des gaz parfaits

$$P \times V = n \times R \times T$$

P : pression du gaz (Pa)

V : volume occupé par le gaz (m³)

n : quantité de matière du gaz (mol)

R : constante des gaz parfaits où $R = 8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

T : température du gaz (K). On rappelle que $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$

Données :

— 1 L = 10⁻³ m³ et 1 m³ = 10³ L.

— 1 bar = 10⁵ Pa.

- Pression atmosphérique normale : $P_{atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- Masse molaire moléculaire du dioxygène O_2 : $M_{O_2} = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1 — La pression du dioxygène à l'intérieur d'une bouteille B2 neuve est égale à 200 bar. Convertir cette valeur en pascal.

$$200 \text{ bar} = 200 \times 10^5 \text{ Pa}$$

1

2 — Montrer alors qu'à 20°C , la quantité de matière de dioxygène contenue dans la bouteille B2 neuve est voisine de $n_{O_2} = 16,4 \text{ mol}$.

$$\text{On utilise la loi des gaz parfaits : } n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{200 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}} = 16,4 \text{ mol}$$

1

3 — Calculer la masse m_{O_2} du dioxygène contenu à une pression de 200 bar dans la bouteille B2 neuve.

$$m_{O_2} = M_{O_2} \times n_{O_2} = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 16,4 \text{ mol} = 526 \text{ g}$$

1,5

4 — Montrer que la masse du gaz représente moins de 10 % de la masse totale de la bouteille pleine.

$$5,8 \text{ kg} = 5800 \text{ g}, \text{ donc la masse de dioxygène représente } \frac{526}{5800} = 9\% < 10\% \text{ de la masse totale de la bouteille.}$$

1

5 — Vérifier que le volume de dioxygène à la pression atmosphérique, libérable par la bouteille B2 neuve à la température de 20°C est d'environ $0,4 \text{ m}^3$.

$$\text{Pour calculer le volume de dioxygène à pression atmosphérique, on utilise la loi des gaz parfaits}$$

$$V = \frac{n \times R \times T}{P} = \frac{16,4 \text{ mol} \times 8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = 0,40 \text{ m}^3$$

1,5

6 — La bouteille B2 est initialement à la pression de 200 bar et le manodétendeur est réglé pour délivrer un débit $D = 3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ de gaz à la pression atmosphérique. Vérifier que la durée d'autonomie est bien en accord avec celle indiquée dans le **document 2**.

On rappelle que le débit D d'écoulement d'un gaz ou d'un liquide est défini par :

$$D = \frac{\text{volume écoulée}}{\text{durée de l'écoulement}} = \frac{V}{\Delta t}$$

On peut calculer le temps que met la bouteille à se vider à partir de la relation du débit

$$\text{Durée} = \Delta t = \frac{V}{D} = \frac{400 \text{ L}}{3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}} = 133 \text{ min} = 2 \text{ h } 13 \text{ min}$$

On trouve une durée cohérente.

2

7 — Justifier qualitativement l'évolution de la durée d'autonomie en fonction du débit du gaz.

Quand le débit augmente, la bouteille se vide plus rapidement et donc l'autonomie baisse.

1

8 — En exploitant la relation du **document 3**, expliquer pourquoi la pression dans la bouteille diminue au fil de l'utilisation à température constante.

Le volume occupé et la température reste constante, mais la quantité de matière diminue, donc la pression diminue.

1

Exercice 5 : Maladie cardiovasculaire

Mots-clés : Échographie doppler, maladie cardiovasculaire

Document 1 – Maladie cardiovasculaire

« Les maladies cardiovasculaires sont dues à une accumulation de dépôts de graisses (cholestérol) sur les parois des artères. Ces dépôts forment des plaques appelées **plaques d'athérome**. Les parois des artères se durcissent. On parle alors **d'athérosclérose**.

L'athérosclérose ne provoque dans un premier temps aucun symptôme. Puis, le rétrécissement des artères s'aggrave et entraîne un **ralentissement de la circulation sanguine** et une moins bonne oxygénation des organes (cœur, cerveau, muscles des jambes...) Les symptômes de la maladie cardiovasculaire apparaissent.

La formation d'un caillot peut interrompre brutalement la circulation sanguine et provoquer un accident cardiovasculaire (infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral...) »

Source : ameli.fr

Pour contrôler la présence d'athérosclérose, on utilise **l'échographie Doppler**.

Document 2 – Principe de l'échographie Doppler

Lorsqu'une onde sonore ou ultrasonore émise par un émetteur rencontre un obstacle fixe, la fréquence de l'onde réfléchi est identique à la fréquence de l'onde émise. Si l'obstacle se déplace, la fréquence de l'onde réfléchi f_r est différente de la fréquence de l'onde émise f_e . C'est l'effet Doppler. L'écart de fréquences est noté Δf . Il permet de déterminer le sens et la vitesse d'écoulement du sang dans les vaisseaux.

Document 3 – Le décalage Doppler Δf

Dans l'examen considéré dans cet exercice, l'écart de fréquences dû à l'effet Doppler est donné par la relation suivante :

$$\Delta f = \frac{2f_e \times v}{c}$$

- Δf : écart de fréquence mesuré en hertz noté Hz
- f_e fréquence de l'onde émise en hertz (Hz)
- v vitesse d'écoulement des globules rouges ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
- c célérité moyenne des ultrasons dans le corps humain ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

1 — Lors d'une échographie Doppler mesurant la vitesse d'écoulement sanguin, préciser quels sont les composants du sang qui réfléchissent les ondes ultrasonores.

Ce sont les globules rouges.

2 — Compléter la légende dans les cadres du schéma donné dans l'ANNEXE (à rendre avec la copie de chimie).

3 — Exprimer la vitesse v d'écoulement du sang en fonction de Δf et des paramètres c et f_e à l'aide de la formule du document 3.

$$\begin{aligned}\Delta f &= \frac{2f_e v}{c} \\ v \frac{2f_e}{c} &= \Delta f \\ v &= \Delta f \frac{c}{2f_e}\end{aligned}$$

4 — En utilisant les données suivantes, montrer que la vitesse v d'écoulement du sang dans cette artère vaut environ $0,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Données : $f_e = 4,5 \times 10^6 \text{ Hz}$; $\Delta f = 2,1 \times 10^3 \text{ Hz}$; $c = 1\,540 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$v = \Delta f \frac{c}{2f_e} = 2,1 \times 10^3 \text{ Hz} \times \frac{1\,540 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2 \times 4,5 \times 10^6 \text{ Hz}} = 0,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

5 — La vitesse normale d'écoulement sanguin dans une artère est comprise entre 55 et $90 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Indiquer si l'écoulement dans l'artère considérée présente une athérosclérose.

Dans l'artère $v = 0,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 36 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, la vitesse d'écoulement est inférieure à la vitesse normale et on a un ralentissement de la circulation sanguine, ce qui est un symptôme de l'athérosclérose.

6 — Donner les conséquences d'une athérosclérose.

Une athérosclérose peut entraîner un accident cardiovasculaire (infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral...).

Exercice 6 : La chimie d'un airbag

Mots-clés : Airbag, oxydo-réduction, bilan de matière.

Document 1 – Fonctionnement d'un airbag

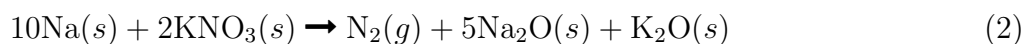
Appelés sur le lieu d'un accident de la route, des policiers constatent qu'une voiture a percuté frontalement un arbre et que le conducteur, qui était seul à bord, n'est blessé que légèrement. L'airbag qui s'est déclenché au moment du choc a très probablement sauvé la vie du chauffeur. L'airbag est un coussin gonflable de sécurité qui équipe toutes les automobiles. Suite à une collision, il se gonfle en quelques millisecondes grâce à du diazote produit lors de transformations chimiques.

Lors d'un choc violent, une étincelle déclenche la décomposition de l'azoture de sodium $\text{NaN}_3(\text{s})$ présent dans l'airbag en sodium $\text{Na}(\text{s})$ et en diazote $\text{N}_2(\text{g})$ selon la réaction chimique d'équation :



Le sodium produit par la réaction (1) réagit immédiatement et complètement avec du nitrate de potassium $\text{KNO}_3(s)$ également présent dans l'airbag pour former à nouveau du diazote $\text{N}_2(g)$ ainsi que de l'oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}(s)$ et de l'oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}(s)$.

La réaction chimique modélisant cette deuxième transformation est la suivante :



L'oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}(s)$ et de l'oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}(s)$ réagissent à leur tour, selon l'équation (3), sur de la silice $\text{SiO}_2(s)$ pour former une poudre inoffensive, le silicate alcalin de sodium et de potassium $\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4(s)$:



Pour des raisons de sécurité, toutes les espèces chimiques produites lors des transformations successives sont des solides, sauf le diazote.

Données :

Masses molaires atomiques : $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{N}} = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Volume molaire gazeux dans les conditions de pression et de température considérées : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$

1 — En s'appuyant sur la description du fonctionnement de l'airbag, et en considérant que tous les réactifs mis en jeu sont totalement consommés, identifier les deux espèces chimiques restantes à l'issue de la succession des trois transformations et indiquer celle qui provoque le gonflement de l'airbag.

NaN_3 est consommé pendant la réaction (1), Na et KNO_3 pendant la réaction (2), SiO_2 , K_2O et Na_2O pendant la réaction (3). Il ne reste donc que du N_2 et du $\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4$.

Le diazote N_2 est dans un état gazeux.

C'est donc le diazote qui gonfle le ballon.

2
0,5
1,5

La quantité de matière totale de diazote formée $n_T(\text{N}_2)$ après le choc est reliée à la quantité de matière d'azoture de sodium décomposée $n_d(\text{NaN}_3)$, telle que :

$$n_T(\text{N}_2) = 1,6 \times n_d(\text{NaN}_3)$$

2 — La masse d'azoture de sodium décomposée lors du déclenchement de l'airbag est égale à 82,0 g. Calculer la quantité de matière totale de diazote formée.

$$n_d(\text{NaN}_3) = \frac{m(\text{NaN}_3)}{M(\text{NaN}_3)} = \frac{m(\text{NaN}_3)}{M_{\text{Na}} + 3M_{\text{N}}} = \frac{82,0 \text{ g}}{(23,0 + 3 \times 14,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,3 \text{ mol}$$

1,5

$$n_T(\text{N}_2) = 1,6 \times n_d(\text{NaN}_3) = 1,6 \times 1,3 \text{ mol} = 2,1 \text{ mol}$$

1,5

3 — Calculer le volume de l'airbag lorsqu'il est gonflé par le diazote formé.

Le volume de l'airbag correspond au volume de gaz produit au cours de la réaction.

0,5

$$V = n_T(\text{N}_2) \times V_m = 2,1 \text{ mol} \times 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 50 \text{ L}$$

1,5

4 – Comparer le résultat obtenu à la question 3 avec le volume approximatif de l'airbag dont les dimensions sont précisées dans le document.

Le volume de l'airbag est approximativement celui d'un pavé

$$V_{\text{airbag}} = 70 \times 70 \times 10 \text{ cm}^3 = 49\,000 \text{ cm}^3$$

1

Comme $1\,000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$, $V_{\text{airbag}} = 49 \text{ L}$.

1

Le volume approximatif de l'airbag est à peu près égal au volume calculé à partir de la réaction chimique $49 \text{ L} \approx 50 \text{ L}$. Les deux calculs sont donc cohérents.

1

Exercice 7 : Une ganache à base de pâte à tartiner

Mots clés : acide gras, triglycérides, hydrolyse.

Document 1 – Les oméga 3 et 6

Les oméga-3 et oméga-6 constituent une famille d'acides gras essentielle au bon fonctionnement du corps humain. Dans le cadre d'une alimentation équilibrée, l'agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) recommande un apport, en masse, au maximum cinq fois plus élevé d'oméga-6 que d'oméga-3. Un ratio plus élevé pourrait favoriser l'obésité. Les régimes occidentaux favorisent une surconsommation d'oméga-6 au détriment des oméga-3. Ainsi, en France, le ratio moyen est de 18 et aux États-Unis il peut monter jusqu'à 40.

futurasciences.com

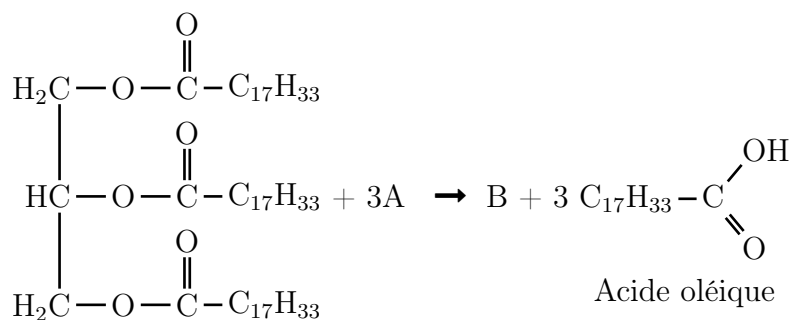
Document 2 – Accumulation de graisse dans le corps humain

Le surpoids et l'obésité sont dus à une accumulation excessive de graisse dans le corps. Cette accumulation de graisse peut résulter d'un excès d'acides gras provenant de la digestion des triglycérides. L'huile de palme, en particulier, est riche en triglycérides. Le tableau suivant rassemble quelques acides gras constitutifs des triglycérides de l'huile de palme.

Noms des acides gras	Famille d'acide gras	Masse pour 100 g
Acide myristique		1 g
Acide palmitique		43,5 g
Acide stéarique		4,3 g
Acide oléique	oméga-9	36,6 g
Acide linoléique	oméga-6	9,3 g
Acide alpha-linolénique	oméga-3	0,2 g

wikipedia.org

L'oléine est un triglycéride. Par hydrolyse, on obtient entre autres un acide gras : l'acide oléique. L'équation de la réaction d'hydrolyse est présentée ci-dessous, A et B désignent deux molécules.



1 – Donner la définition d'un acide gras et d'un triglycéride.

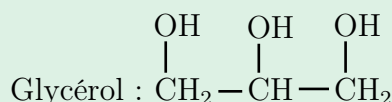
Un acide gras est une molécule avec un groupe carboxyle COOH lié à une longue chaîne carbonée.

Un triglycéride est une molécule de glycérol estérifié avec trois acide gras.

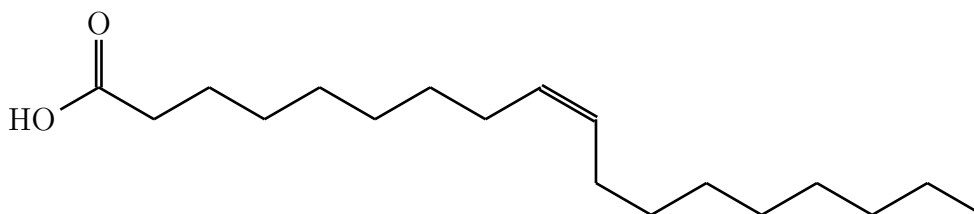
2 – Nommer les molécules désignées par A et B dans l'équation de la réaction d'hydrolyse de l'oléine et préciser leur formule chimique. Écrire la formule semi-développée de la molécule B.

A : molécule d'eau H_2O .

B : molécule de glycérol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$



L'acide oléique a pour formule topologique :



3 – Citer le groupe caractéristique présent dans cette molécule.

C'est un groupe carboxyle.

4 – Justifier que l'acide oléique est un acide gras insaturé.

Il y a une double liaison carbone-carbone dans la chaîne carbonée de l'acide gras, donc il est insaturé en hydrogène.

On hydrolyse 100 g d'huile de palme contenant 38,2% en masse d'oléine.

Données : $M_{\text{oléine}} = 885,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{acide oléique}} = 282,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

5 – Déterminer la quantité de matière $n_{\text{oléine}}$ d'oléine présente dans 100 g d'huile de palme.

On a une masse d'oléine $m_{\text{oléine}} = 38,2\% \times 100 \text{ g} = 38,2 \text{ g}$, donc la quantité de matière vaut

$$n_{\text{oléine}} = \frac{m_{\text{oléine}}}{M_{\text{oléine}}} = \frac{38,2 \text{ g}}{885,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,31 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

6 – À partir de l'équation de la réaction d'hydrolyse supposée totale, calculer la masse d'acide oléique dans l'huile de palme. Comparer avec celle mentionnée dans le tableau du document 2.

Comme la réaction est totale, toute l'oléine s'est transformée en acide oléique, donc $n_{\text{oléique}} = 3 \times n_{\text{oléine}}$.

Et

$$m_{\text{oléique}} = n_{\text{oléique}} \times M_{\text{oléique}} = 3 \times 4,31 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 282,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 36,6 \text{ g}$$

On trouve la même valeur que dans le tableau du document 2, les deux résultats sont cohérents.

Dans le cadre d'une alimentation équilibrée, il est conseillé de consommer quotidiennement 500 mg d'oméga-3.

7 – Calculer la masse d'huile de palme qu'il faudrait manger pour respecter cet apport.

On a 200 mg d'oméga-3 pour 100 g d'huile de palme, soit $\frac{100 \text{ g}}{200 \text{ mg}} = \frac{1 \text{ g}}{2 \text{ mg}}$.

En regardant les unités, on en déduit qu'il faut multiplier l'apport recommandé par cette fraction pour obtenir la masse d'huile de palme à consommer

$$500 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{2 \text{ mg}} = 250 \text{ g}$$

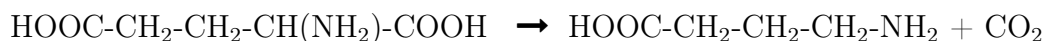
Exercice 8 : Un sommeil réparateur pour se sentir mieux

Mots-clés : Acides aminés, groupes caractéristiques, carbone asymétrique, énantiomérisation.

Le sommeil est indispensable pour récupérer de la fatigue accumulée par l'organisme. Plusieurs acides aminés permettent d'assurer un sommeil de bonne qualité. Par exemple, l'acide glutamique est un acide aminé précurseur du GABA (gamma aminobutyric acid) qui est un neurotransmetteur ayant des propriétés sédatives.

Document 1 – Synthèse du GABA

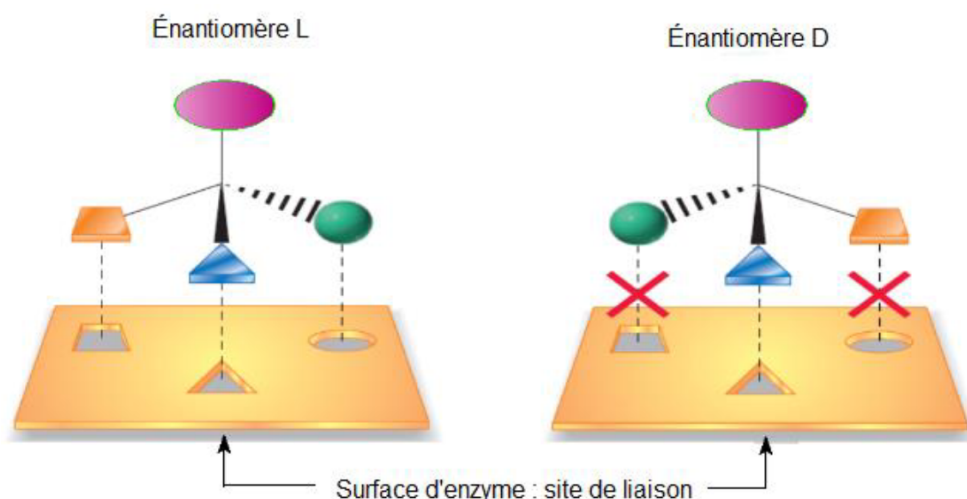
L'énantiomère L de l'acide glutamique est un des 22 acides aminés protéinogènes. Le GABA est synthétisé à partir de l'acide glutamique selon une réaction d'équation :



acide glutamique

GABA

Une enzyme favorise cette réaction en se liant à l'acide glutamique. Elle ne peut se lier qu'à son énantiomère L et non à l'énantiomère D, car son site de liaison présente une complémentarité de forme avec l'énantiomère L de l'acide glutamique. Le schéma ci-dessous illustre cette propriété.



1 – Sur la formule topologique de l'acide glutamique représentée sur l'ANNEXE à rendre avec la copie de chimie, entourer et nommer les deux groupes caractéristiques qui justifient que cette molécule appartient à la famille des acides aminés.

Acide glutamique possède deux groupe carboxyle COOH à ses extrémités et un groupe amine NH_2 , c'est donc bien un acide aminé.

2 – Préciser, en justifiant, s'il s'agit d'un acide α -aminé.

Il s'agit d'un acide α -aminé, car l'acide glutamique possède un groupe amine et un groupe carboxyle sur le même carbone fonctionnel (carbone α).

3 – Indiquer si l'acide gamma-aminobutyrique dont la formule topologique est représentée sur l'ANNEXE à rendre avec la copie de chimie est aussi un acide aminé.

C'est aussi un acide aminé, car l'acide gamma-aminobutyrique possède un groupe carboxyle et un groupe amine. Par contre ce n'est pas un acide α -aminé, les deux groupes n'étant pas reliés au même carbone fonctionnel.

4 – Définir ce que l'on appelle un « atome de carbone asymétrique » et indiquer la propriété qui découle de la présence d'un atome de carbone asymétrique dans une molécule.

C'est un atome de carbone relié à quatre chaînes différentes, une molécule qui possède un carbone asymétrique va être chirale, la molécule ne pourra pas être superposée avec son image miroir.

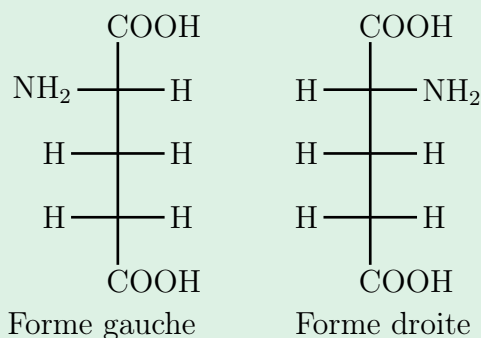
5 – Sur la formule topologique de l'acide glutamique représentée sur l'ANNEXE à rendre avec la copie de chimie, repérer la position de l'atome de carbone asymétrique par un astérisque (*).

L'atome de carbone asymétrique se trouve sur le carbone α (au dessus du groupe amine).

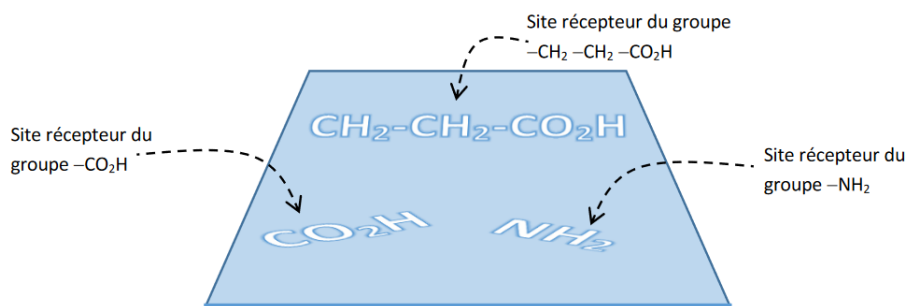
6 – Justifier que cette molécule possède deux énantiomères en précisant ce que cela signifie.

Comme c'est une molécule chirale, cette molécule possède deux formes miroir l'une de l'autre, mais qui ne sont pas superposables, on parle de forme énantiomère gauche et droite.

7 — Donner les représentations de Cram et Fischer des 2 énantiomères de l'acide glutamique.



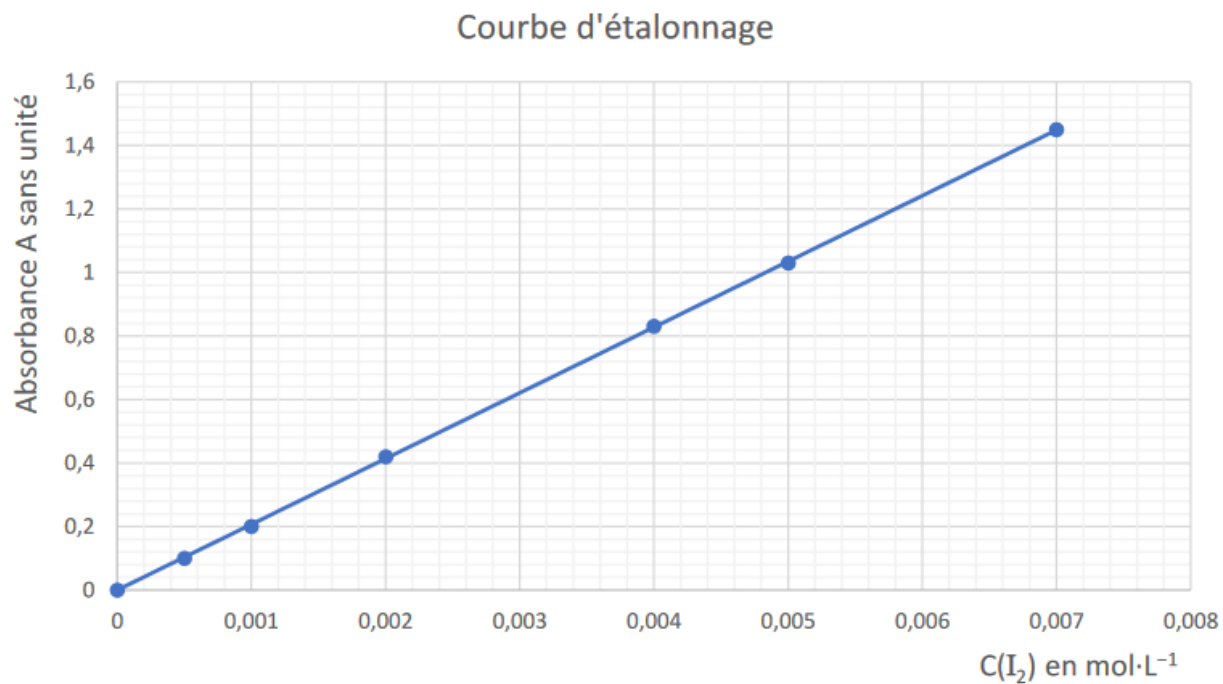
8 — Justifier que l'enzyme favorisant la synthèse du GABA, schématisée ci-dessous, ne peut se lier qu'à l'un des énantiomères de l'acide glutamique



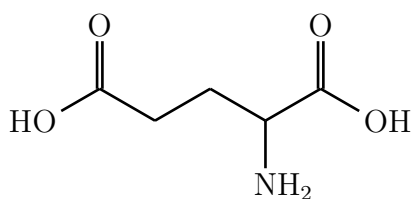
Comme l'enzyme présente une symétrie axiale, elle ne pourra accueillir qu'une seule des deux formes énantiomère, en l'occurrence la forme gauche.

ANNEXE - À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE

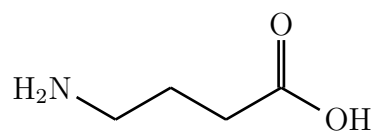
Exercice 1



Exercice 8



Acide glutamique



Acide gamma-aminobutyrique

Exercice 5

