

Afin de se rendre dans un pays étranger à l'occasion d'un séjour linguistique, un élève prend l'avion.

PHYSIQUE (8 points)

PARTIE 1 - Sécurité à l'aéroport

La sécurité dans les aéroports est en partie assurée par le passage des voyageurs et de leurs bagages à travers des portiques de détection dont le principe de fonctionnement repose sur l'interaction entre la « lumière » et la matière.

Explosifs : Les rayons X inefficaces

Les explosifs sont principalement composés de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, comme les tissus vivants. Ce sont tous des éléments légers (de faible numéro atomique) qui de ce fait sont quasiment transparents aux rayons X. C'est pour cela que d'autres mesures de sécurité sont mises en place pour les repérer [...]

Et les rayons T ?

Les rayons T et les rayons X sont des ondes électromagnétiques de fréquences différentes. La fréquence des rayons T est de quelques térahertz (THz, soit mille milliards de hertz). Les fréquences des rayons T se trouvent entre celles des infrarouges et des micro-ondes. Ces rayons traversent moins bien les matériaux constitués d'éléments légers que les autres matériaux. Les progrès techniques récents dans la construction de détecteurs de rayons T ouvrent de très nombreuses applications. Ces rayons pourraient ainsi remplacer les rayons X en radiographie médicale ou dans les dispositifs de sécurité.

D'après *La physique par les objets du quotidien* de C. RAY et JC. POIZAT, Belin 2007

- 1.1. A quel type d'ondes appartiennent les rayons X et les rayons T ?
- 1.2. Citer deux autres exemples d'ondes mentionnés dans le texte.
- 1.3. La relation entre la longueur d'onde λ et la fréquence ν d'un rayonnement s'écrit :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

c : célérité de la lumière dans le vide

- 1.3.1. Calculer la longueur d'onde λ associée à un rayonnement de fréquence 1 THz.

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
 $1 \text{ THz} = 1,0 \times 10^{12} \text{ Hz}$

- 1.3.2. Placer sur le diagramme fourni **en annexe à rendre avec la copie** le domaine des rayons T et le domaine visible.

- 1.4. En s'appuyant sur le texte, comparer les propriétés d'absorption des explosifs vis-à-vis des rayons X et des rayons T.
- 1.5. En déduire l'intérêt d'utiliser les rayons T dans les dispositifs de contrôle des bagages.
- 1.6. De plus, les énergies transportées par les rayons X et les rayons T ont des ordres de grandeur bien différents. L'énergie transportée par un photon de fréquence ν est donnée par la relation :

$$E = h \times \nu$$

h est la constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

- 1.6.1. Donner l'unité de l'énergie dans le système international (S.I).
- 1.6.2. Calculer l'énergie d'un photon associé à un rayonnement T de fréquence $1,0 \times 10^{12} \text{ Hz}$.
- 1.6.3. Un rayonnement X a une fréquence de $1,0 \times 10^{17} \text{ Hz}$. Choisir et recopier sur la copie l'affirmation correcte parmi les suivantes :
 - *L'énergie d'un photon X est supérieure à celle d'un photon T.*
 - *L'énergie d'un photon T est supérieure à celle d'un photon X.*
 - *L'énergie d'un photon X est égale à celle d'un photon T.*

PARTIE 2 - Aviation et pression

La pressurisation est très utilisée en aéronautique et consiste à rétablir une pression supportable par l'organisme humain. En effet, lorsqu'un avion vole, la pression diminue du fait de l'augmentation de l'altitude et de la diminution de la masse volumique de l'air. Les compagnies sont tenues de maintenir une pression dans la cabine au moins égale à la pression de l'air à l'extérieur de l'avion à une altitude de 2400 mètres.

La loi de la statique des fluides est :

$$\Delta p = p_B - p_A = \rho \times g \times h$$

- 2.1. En considérant que la masse volumique ρ de l'air reste constante, montrer que la variation de pression entre le point B au sol et le point A auquel se situe l'avion à l'altitude $h = 2400$ mètres est $\Delta p = 3,1 \times 10^4 \text{ Pa}$.

Données : masse volumique de l'air $\rho = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$
intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

- 2.2. La pression atmosphérique au niveau du sol vaut $p_B = 1,0 \times 10^5$ Pa.
Calculer la valeur p_A de la pression de l'air qui règne à l'altitude $h = 2400$ mètres.
- 2.3. Donner la relation entre la pression, la force pressante et la surface pressée.
- 2.4. Calculer la force pressante exercée par l'air sur un hublot de surface égale à $3,0 \times 10^2 \text{ cm}^2$ à l'altitude $h = 2400$ mètres.

Donnée : $1\text{cm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

CHIMIE (12 points)

PARTIE 1 - Repas dans l'avion

1. Lors d'un vol, des boissons et des repas sont servis aux passagers. Des sodas allégés sont proposés. Ces boissons peuvent contenir deux types d'édulcorants : l'aspartame et l'extrait de stévia.

La stévia ou chanvre d'eau est une **plante** dont sont extraits des édulcorants intenses. L'Autorité européenne de sécurité des aliments émet le 14 avril 2010 un avis favorable pour l'utilisation de différents extraits purifiés de stévia, et en fixe une dose journalière admissible de 4 mg/kg de masse corporelle. Cela correspond à la DJA précédemment établie par le JECFA, Comité international mixte d'experts sur les additifs alimentaires FAO/OMS12.

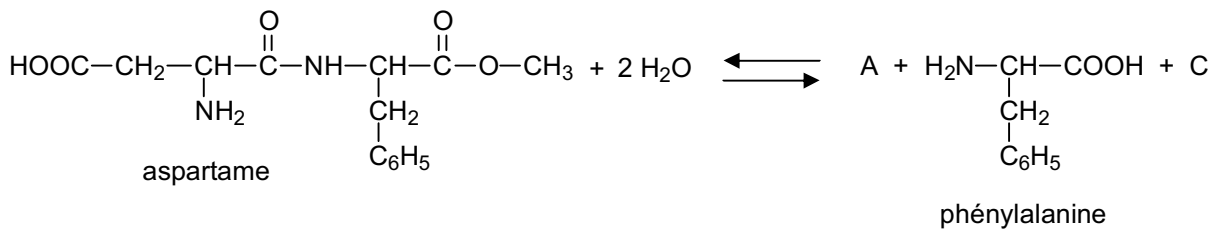
<http://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/additives.htm>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Stevia>

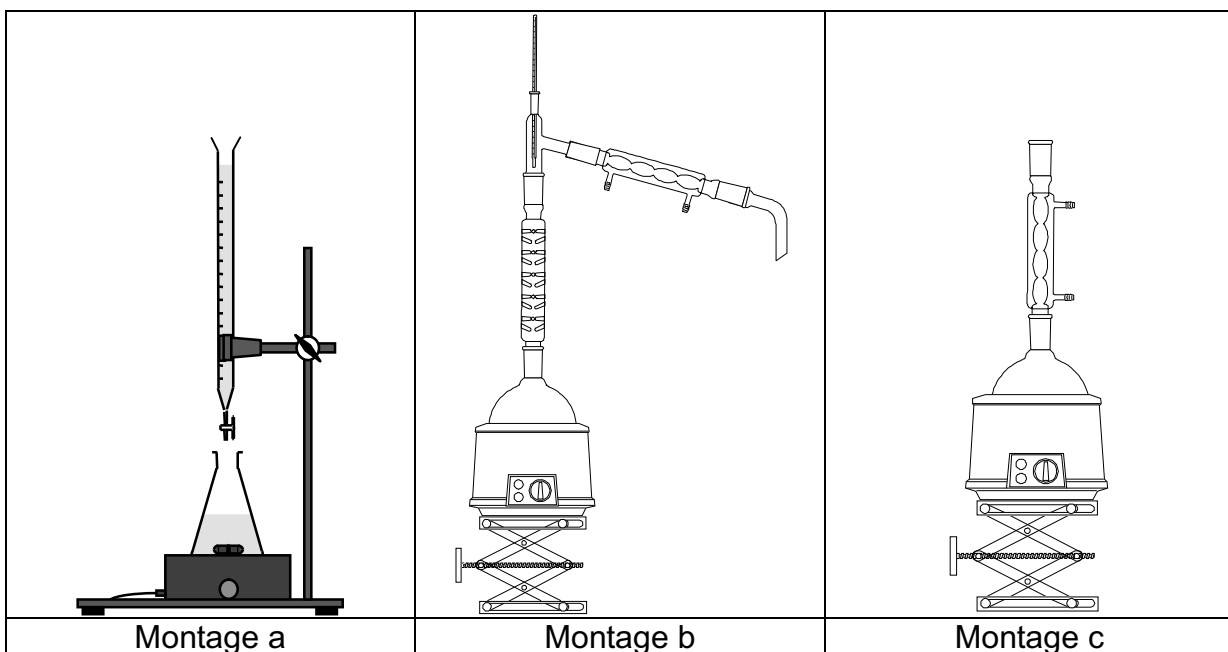
- 1.1 Donner la définition de la dose journalière admissible (DJA).
- 1.2 A l'aide du texte ci-dessus, retrouver la valeur de la DJA pour l'extrait de stévia puis calculer la masse maximale de cet extrait qu'un adulte de 75 kg peut consommer quotidiennement.
- 1.3 Un litre d'une boisson édulcorée contient 0,60 gramme d'extrait de stévia. Montrer que le volume maximal de cette boisson que peut consommer quotidiennement un adulte de 75 kg est égal à 0,5 L.
- 1.4 Commenter le résultat précédent.

2. Structure des édulcorants

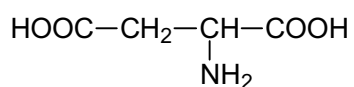
- 2.1. Nommer les groupes caractéristiques encadrés sur les formules semi-développées fournies **en annexe à rendre avec la copie**.
- 2.2. Encadrer, sur la formule semi-développée de l'aspartame fournie **en annexe à rendre avec la copie**, la liaison peptidique.
- 2.3. La liaison peptidique est un cas particulier d'un groupe caractéristique. Nommer ce groupe.
- 2.4. Lors de la digestion, l'aspartame subit une hydrolyse et libère trois espèces chimiques. L'équation de la réaction est la suivante :



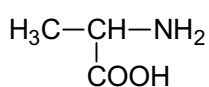
- 2.4.1. Choisir et nommer le montage qui permet de réaliser cette hydrolyse en laboratoire.



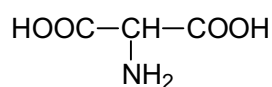
2.4.2. Identifier dans la liste ci-dessous, la molécule A et recopier sa formule sur la copie.



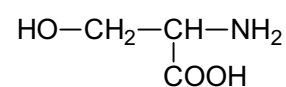
1



2

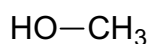


3



4

2.4.3. La molécule notée C dans l'équation de réaction donnée en 2.4 a pour formule semi-développée :



Nommer cette molécule.

2.4.4. Justifier l'appellation d'acide α -aminé donné à la phénylalanine.

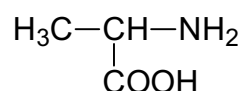
2.4.5. Reproduire la formule semi-développée de la phénylalanine sur la copie et repérer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique.

2.4.6. Donner la représentation de Fischer de la L- phénylalanine.

2.5. On fait réagir l'alanine avec la phénylalanine. On obtient entre autres le dipeptide Ala-Phé.

2.5.1. Ecrire la formule semi-développée de ce dipeptide.

Donnée : formule semi-développée de l'alanine

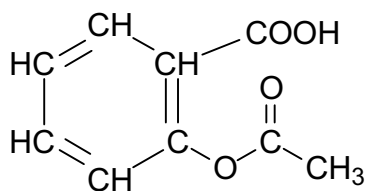


2.5.2. Nommer les autres dipeptides pouvant être obtenus en utilisant les abréviations Ala et Phé.

PARTIE 2 – À l'aéroport

A son arrivée, un passager est affecté par un mal de tête. Un ami lui donne un comprimé d'aspirine.

La formule semi-développée de l'aspirine est la suivante :



aspirine

Dans la suite de l'exercice, l'aspirine, qui est un acide carboxylique faible, sera représentée par la formule simplifiée R-COOH.

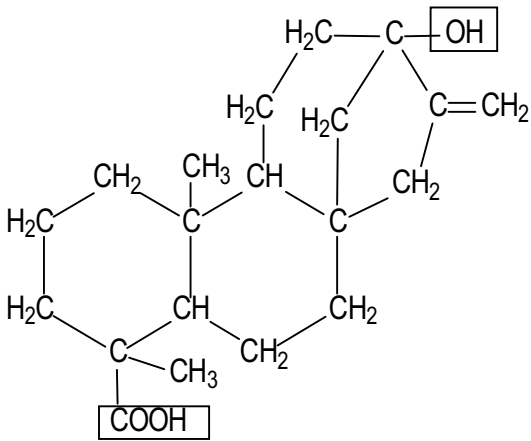
1. Ecrire l'équation de la réaction de l'aspirine avec l'eau.
2. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A de l'aspirine.
3. Le couple acide/base dont fait partie l'aspirine a un pK_A égal à 3,5. Calculer la valeur de la constante d'acidité K_A .
4. Représenter le diagramme de prédominance des espèces chimiques R-COOH et R-COO⁻. Quelle est l'espèce prédominante présente dans l'estomac où le pH est égal à 2 ?

FEUILLE ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

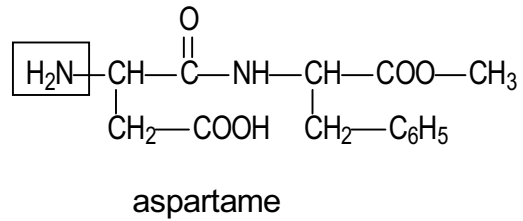
Exercice 1. Question 1.3.2.



Exercice 2 : Questions 2.1. et 2.2.



stéviol contenu dans l'extrait de stévia



aspartame