

## SPORT

**Remarque : les trois exercices sont indépendants**

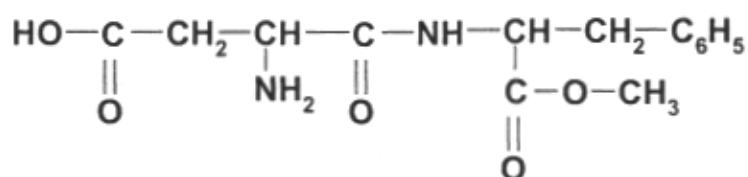
A l'approche des beaux jours, un étudiant décide de pratiquer à nouveau un sport.

<b>CHIMIE</b>
---------------

### **EXERCICE I** (7 points)

Lors de ses séances d'exercices physiques, l'étudiant consomme une eau aromatisée contenant un édulcorant, l'aspartame.

La molécule d'aspartame a pour formule semi-développée :



1. Recopier la formule de la molécule. Outre la fonction particulière due au groupe  $\text{C}_6\text{H}_5$  que l'on n'étudiera pas, quatre autres fonctions sont présentes dans la molécule. Entourer et nommer ces fonctions.
2. Lors de l'hydrolyse acide de l'aspartame dans l'organisme, il se forme trois espèces chimiques notées A, B et C.

$\begin{array}{ccccccc} \text{HO} & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{C} & - & \text{OH} \\ & &    & & & &   & &    & & \\ & & \text{O} & & & & \text{NH}_2 & & \text{O} & & \end{array}$	$\begin{array}{ccccccc} \text{NH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{C}_6\text{H}_5 \\ & &   & & & & \\ & & \text{C} & - & \text{OH} \\ & &    & & \\ & & \text{O} & & \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{OH}$
<b>A (acide aspartique)</b>	<b>B (phénylalanine)</b>	<b>C</b>

- 2.1. A quelle famille chimique appartient la molécule C ? Nommer cette molécule.
- 2.2. Les molécules A et B sont des acides  $\alpha$ -aminés. Expliquer cette appellation à partir de leur formule semi développée.

3. Consommés en excès, les édulcorants peuvent provoquer des effets indésirables. L'étudiant décide donc de respecter la dose journalière admissible ou DJA.

- 3.1. Ecrire la formule brute de la molécule d'aspartame.
- 3.2. Vérifier en explicitant la démarche que la masse molaire de l'aspartame est  $M = 294 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**Données : masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$**

$$M_{\text{C}} = 12,0 ; M_{\text{O}} = 16,0 ; M_{\text{N}} = 14,0 ; M_{\text{H}} = 1,0$$

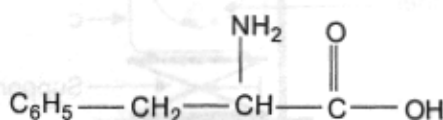
- 3.3. La boisson utilisée contient 50 mg d'aspartame par litre. Montrer que la quantité de matière  $n$  d'aspartame contenue dans 1,0 L de cette boisson est égale à  $1,7 \times 10^{-4} \text{ mol}$ .
- 3.4. La DJA pour l'aspartame est de 40 mg par kilogramme de masse corporelle. Quelle masse maximale d'aspartame, l'étudiant de masse 70 kg, peut-il consommer par jour ?

En déduire le volume maximal de boisson correspondant.

- 3.5. Cette eau aromatisée est la seule source d'aspartame dans l'alimentation de l'étudiant. Compte tenu du volume obtenu à la question 3.4, l'étudiant risque-t-il de dépasser la DJA ?

4. La phénylalanine formée lors de l'hydrolyse de l'aspartame, est un acide  $\alpha$ -aminé essentiel. Il doit donc être amené à l'organisme par la nourriture. Il est contre-indiqué aux personnes souffrant de phénylcétonurie, une maladie génétique rare. Un excès de phénylalanine a un effet laxatif.

La phénylalanine a pour formule semi développée :

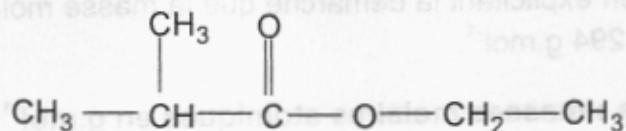


- 4.1. Recopier la formule de la molécule et repérer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique.
- 4.2. Donner en représentation de Fischer la L-phénylalanine.

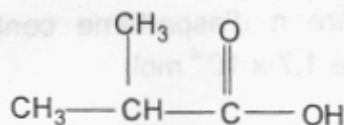
## EXERCICE II (5 points)

L'étudiant boit une eau aromatisée à la fraise. Les arômes utilisés dans les boissons sont souvent des arômes de synthèse.

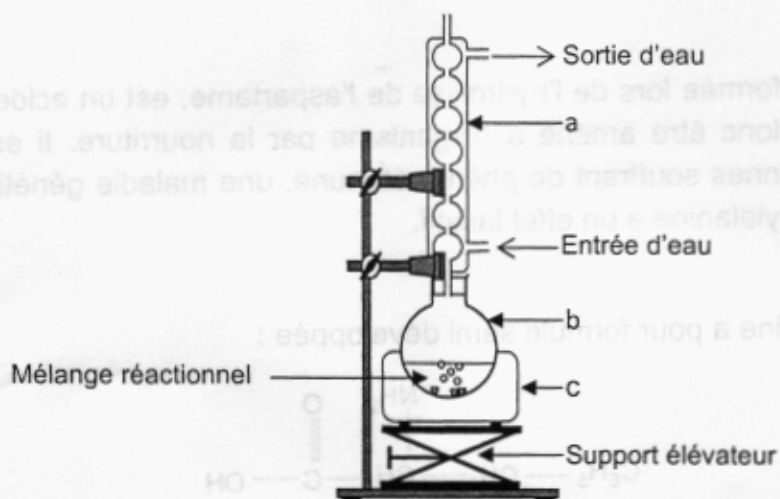
Le 2-méthylpropanoate d'éthyle a pour formule semi développée :



C'est un ester à odeur de fraise que l'on peut synthétiser au laboratoire. Il est obtenu par réaction entre un alcool A et l'acide 2-méthylpropanoïque, représenté ci-dessous.



1. Donner la formule et le nom de l'alcool A.
2. Nommer la réaction entre un acide carboxylique et un alcool.
3. Quelles sont les deux caractéristiques de la réaction de synthèse d'un ester ?
4. Pour réaliser la synthèse de cet ester au laboratoire, on réalise le montage suivant :



Préparation de l'ester par chauffage à reflux

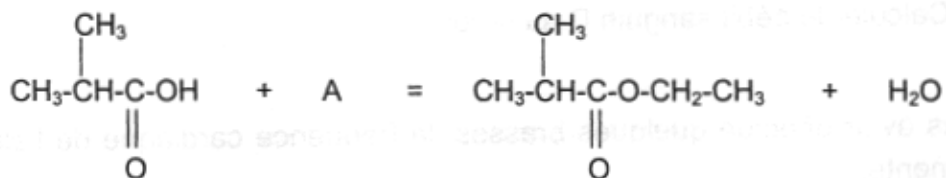
On chauffe pendant 30 minutes un mélange de :

- 0,2 mol d'acide 2-méthylpropanoïque et 0,2 mol d'alcool A,
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré,
- quelques grains de pierre ponce.

4.1. Nommer les éléments (a), (b), (c) du montage.

4.2. Pourquoi chauffe-t-on le mélange réactionnel ?

4.3. L'équation chimique de la synthèse est la suivante :



Quelle serait la quantité de matière théorique d'ester formé si la réaction était quantitative c'est-à-dire si elle permettait à la totalité des réactifs d'être consommée ?

4.4. Le rendement de la réaction est  $\eta = 0,67$ . Quelle est la quantité de matière d'ester formé à l'état d'équilibre ?

On rappelle que le rendement d'une réaction a pour expression :

$$\eta = \frac{n_{\text{ester formé en réalité}}}{n_{\text{ester formé si la réaction était quantitative}}}$$



**EXERCICE III (8 points)**

Afin de se détendre, l'étudiant se rend à la piscine.

1. Avant de se mettre à l'eau, il prend son pouls au repos. Sa fréquence cardiaque est de 60 battements par minute.

Chaque battement du cœur envoie 80 mL de sang dans l'aorte.

- 1.1. Calculer le débit sanguin  $D$  au repos en  $L \cdot \text{min}^{-1}$ .

Après avoir effectué quelques brasses, la fréquence cardiaque de l'étudiant augmente.

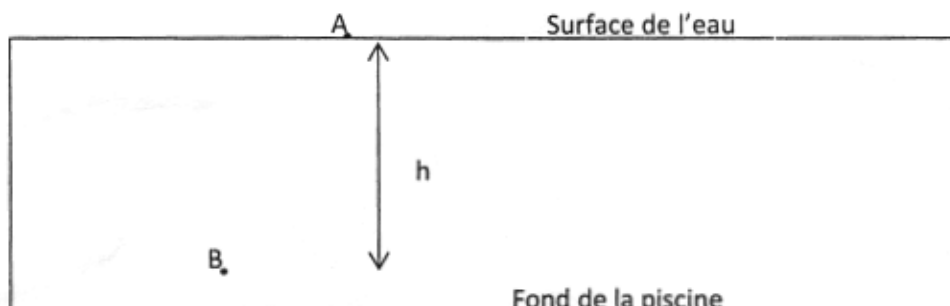
Le débit sanguin est maintenant de  $9,6 L \cdot \text{min}^{-1}$  soit  $1,6 \times 10^{-4} m^3 \cdot s^{-1}$ .

- 1.2. La section de l'aorte est  $S = 2,8 \times 10^{-4} m^2$ , calculer alors la vitesse d'éjection  $v$  du sang dans l'aorte.

**Donnée :**  $D = S \cdot v$

En fin de séance, l'étudiant plonge et éprouve alors une gêne à l'oreille. Il se renseigne sur la cause de cette gêne. Celle-ci est due à la pression qu'exerce l'eau sur le tympan.

2. Soit  $A$  un point à la surface de l'eau et  $B$  le point atteint par l'étudiant.



*Profondeur de plongée*

Entre deux points A et B d'un fluide, la différence de pression est :

$\Delta p = p_B - p_A = \rho \cdot g \cdot h$  ,  $\rho$  étant la masse volumique du fluide,  $h$  étant le dénivelé entre le point B et le point A appartenant au fluide, avec B au-dessous de A.

2.1. Parmi les formules ci-dessous, recopier celle qui correspond à la définition de la masse volumique  $\rho$  d'une substance.

a)  $\rho = m \times V$       b)  $\rho = \frac{m}{V}$       c)  $\rho = \frac{V}{m}$

2.2. Donner l'unité de la masse volumique dans le système international (S.I).

2.3. Calculer la différence de pression  $\Delta p$  entre A et B quand l'étudiant est à une profondeur  $h = 2,0$  m. (Voir le schéma décrivant la profondeur de plongée en début de question 2).

**Données :**  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  et  $\rho = 1000 \text{ SI}$ .

2.4. La pression en A est  $p_A = 101300 \text{ Pa}$ . Montrer que la pression qui s'exerce sur le tympan en B est  $p_B = 121300 \text{ Pa}$ .

2.5. La surface du tympan est  $S = 6,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ . Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur le tympan au point B.

Lors du plongeon, l'étudiant se fait mal au bras et il éprouve une douleur latente. Son médecin lui prescrit une radiographie.

L'étudiant se renseigne sur la radiographie. On lui indique alors qu'il sera soumis à des rayonnements de même nature que la lumière : les rayons X.

La fréquence des rayons X est  $\nu = 2,0 \times 10^{17} \text{ Hz}$ .

2.6. Vérifier que l'énergie  $E$  d'un photon de ce rayonnement est approximativement égale à  $1,3 \times 10^{-16}$  J.

Donnée :  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s

2.7. A partir de la relation :  $E = \frac{h \times c}{\lambda}$  exprimer littéralement la longueur

d'onde  $\lambda$  en fonction de  $E$ ,  $h$  et  $c$ .

Calculer sa valeur.

Donnée :  $c = 3,0 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.

Avant de prescrire cet examen, le médecin se renseigne sur le nombre de radiographies passées par l'étudiant dans l'année, afin d'éviter les risques de surexposition.

2.8. Donner un risque lié à une surexposition aux rayons X.

2.9. Citer un mode de protection utilisé par les manipulateurs en radiologie afin d'éviter une surexposition aux rayons X.