

PHYSIQUE-CHIMIE : composition n°2

Machine à calculer personnelle autorisée. Total : 40 points - Durée : 2 h 00

Les exercices sont à traiter dans l'ordre de votre choix. Il est simplement rappeler qu'il est important d'indiquer le numéro des questions auxquelles vous répondez. Il sera tenu compte de la présentation matérielle de la copie et de la clarté de la rédaction.

Vous respecterez dans vos calculs les nombres de chiffres significatifs.

Données : Masses molaires (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : C: 12,0 H: 1,0 O: 16,0 N: 14,0 S: 32,1
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 1 : Un anti-inflammatoire à base d'ibuprofène (4 points)

Divers flacons de médicaments commercialisés sous des noms différents (Advil, Anadvil, Nurofen...) contiennent de l'ibuprofène, principe actif possédant des propriétés anti-inflammatoires.

Une dose maximale quotidienne à ne pas dépasser est indiquée sur chaque flacon ; elle correspond à la masse maximale de principe actif qu'un patient peut ingérer par jour et par kg de masse corporelle.

Pour l'ibuprofène, elle est de 30 mg/kg pour un enfant.

1. Expliquer les points communs et les différences entre un médicament princeps et un générique. (1 pt)
2. Quelle dose maximale un enfant de 25 kg peut-il ingérer par jour ? (1 pt)

Le Nurofen est présenté sous forme de flacon de 200 mL de solution buvable, de concentration massique $C_m = 40 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$

1. Quelle est la masse totale de principe actif contenue dans le flacon ? (1 pt)
2. A quel volume de solution correspond la dose maximale journalière pour un enfant de 25 kg ? (1 pt)

Exercice 2 : Préparation d'un médicament (10 points)

L'acétylcystéine, de formule $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}$, est le principe actif de médicaments commercialisés sous l'appellation Exomuc. Certains sachets en contiennent 100 mg.

Une solution aqueuse de volume $V_0 = 50,0 \text{ mL}$ est préparée à partir d'un sachet contenant 100 mg d'acétylcystéine.

1. Calculer la concentration massique en acétylcystéine de la solution. (1 pt)
2. Nommer le protocole de laboratoire permettant la réalisation cette solution aqueuse d'acétylcystéine et indiquer le matériel nécessaire. (2 pt)
3. Calculer la quantité de matière d'acétylcystéine dans un sachet. (1 pt)
4. Calculer la concentration molaire de cette solution. (1 pt)

Malheureusement, le laborantin a mal lu les instructions, il a versé deux sachets pour un volume total de 50,0 mL.

5. Calculer la concentration molaire de cette nouvelle solution. (1 pt)
6. Montrer qu'il peut cependant utiliser la solution mal préparée pour faire la solution d'acétylcystéine à la bonne concentration. Que doit-il faire ? Indiquer la verrerie utilisée. (2 pts)

Maladroit, le laborantin fait tomber un quart de la solution finale. Pour palier à ce manque il rajoute de l'eau pour obtenir le même volume.

7. Obtient-il la même solution ? Quelle la concentration molaire de cette solution ? (2 pts)

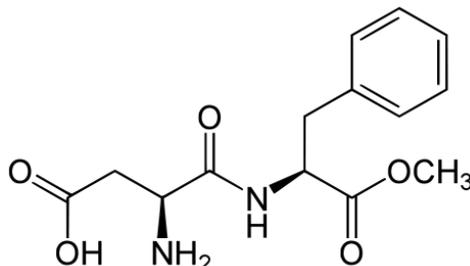
Exercice 3 : Faux sucre (10 points)

L'aspartame est un édulcorant avec une faible valeur calorique, mais un fort pouvoir sucrant.

Ainsi, une masse m de saccharose ou une masse m' d'aspartame 200 fois plus faible provoquent la même sensation sucrée.

La formule brute du saccharose est $C_{12}H_{22}O_{11}$.

La formule topologique (où on ne représente pas les atomes de carbone ni les atomes d'hydrogène portés par ces derniers) de l'aspartame est :



1. Ecrire la formule semi-développée de l'aspartame. (1 pt)
2. Entourer et nommer les groupes caractéristiques sur la formule précédente. (2 pts)
3. Ecrire la formule brute de l'aspartame et vérifier que sa masse molaire est $M'=294,0 \text{ g.mol}^{-1}$ (2 pts)
4. Quelle relation lie les masses m et m' ayant le même pouvoir sucrant ? (1 pt)
5. Quelle relation lie les quantités de matière n en saccharose et n' en aspartame provoquant la même sensation sucrée ? (2 pts)
6. Calculer la quantité de matière en aspartame correspondant à une quantité de saccharose de $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. (1 pt)
7. Calculer le nombre de molécules d'aspartame correspondant. (1 pt)

Exercice 4 : Cannelle (16 points)

Le but de cet exercice est d'étudier le principe d'extraction de l'huile essentielle contenue dans un bâton de cannelle, de réaliser ensuite sa synthèse puis d'identifier par chromatographie les espèces chimiques obtenues.

1. Extraction par solvant.

Protocole expérimental :

Dans un erlenmeyer de 100 mL, mettre de la poudre issue d'un bâton de cannelle puis ajouter sous la hotte 20 mL de cyclohexane. Boucher puis agiter.

Filtrer, puis verser le filtrat dans une ampoule à décanter. Laver avec 10 mL d'eau, bien agiter, dégazer, puis laisser décanter.

Recueillir la phase organique dans un flacon (noté A) et le conserver pour une analyse chromatographique (voir 3).

La densité du cyclohexane est 0,71. Deux des pictogrammes de sécurité présents sur la bouteille de cyclohexane sont :



- 1.1. Quels critères essentiels doit posséder le cyclohexane pour être utilisé dans cette extraction ? (2 pts)
- 1.2. Que signifient les pictogrammes de sécurité et quelles précautions faut-il prendre lors de l'utilisation du cyclohexane ? (2 pts)
- 1.3. Faire un schéma du contenu de l'ampoule à décanter. On justifiera la position relative des deux phases et on indiquera le contenu de chaque phase observée. (2 pts)

2. Synthèse de l'huile essentielle d'un bâton de cannelle

Dans un tube à essai introduire environ 0,4 g de soude et 1,9 g d'éthanol.

Agiter puis refroidir 5 min dans la glace. Sous la hotte ajouter : 1 mL de benzaldéhyde et 0,5 mL d'éthanal.

Boucher le tube à essai puis agiter 10 minutes.

On récupère le produit de synthèse dans un flacon (noté E) pour une analyse chromatographique.

Noms	Formules chimiques	Masse volumique (g/cm ³)	Température de fusion	Température d'ébullition
Soude	NaOH	2,13	324 °C	1390 °C
Ethanol	C ₂ H ₆ O	0,80	-112 °C	79 °C
Benzaldéhyde	C ₇ H ₆ O	1,04	-26 °C	179 °C
Ethanal	C ₂ H ₄ O	0,78	-123 °C	20 °C

2.1. Donner les définitions de la température de fusion et de la température d'ébullition. (1 pt)

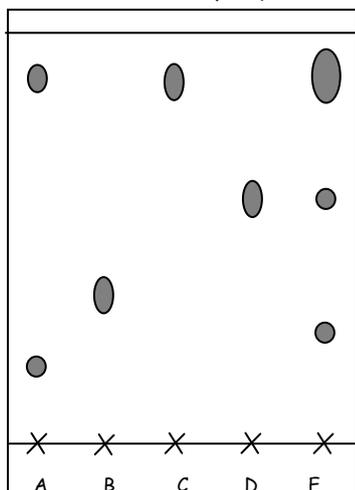
2.2. Quels sont les états de la soude et de l'éthanol à température ambiante (25°C) ? Justifier. (2 pts)

2.3. Pourquoi refroidit-on le tube à essai avant d'introduire l'éthanal ? (1 pt)

2.4. Calculer la masse de 10,0 mL de benzaldéhyde. (1 pt)

3. Chromatographie

On effectue sur une plaque de chromatographie cinq dépôts :



Tache A : produit issu de l'extraction par solvant du 1.

Tache B : anéthole (arôme naturel pur)

Tache C : cinnamaldéhyde (arôme naturel pur)

Tache D : benzaldéhyde (arôme naturel pur)

Tache E : produit de synthèse obtenu au 2.

Après élution puis révélation sous U.V, on obtient le chromatogramme ci-dessus.

3.1. Le produit issu de l'extraction par solvant est-il pur ? Justifier votre réponse. (1 pt)

3.2. Identifier le nom de l'arôme constituant l'huile essentielle de la cannelle. Justifier. (1 pt)

3.3. L'analyse chromatographique du produit de synthèse obtenu au 2. montre qu'il contient d'autres espèces chimiques que l'arôme. Peut-on les identifier : si oui, donner leurs noms. Justifier. (1,5 pt)

3.4. Définir puis calculer le rapport frontal de l'anéthole. (1,5 pt)