

Fiche d'exercices 16 : Synthèse chimique

Synthèse chimique

Exercice 1

On étudie ici la synthèse d'un savon à l'huile d'olive.

Le protocole expérimental est le suivant : Mettre des lunettes et des gants.

Introduire dans le ballon, à l'aide de l'éprouvette graduée, 20mL de soude très concentrée, 20mL d'éthanol (c'est un alcool), 15mL d'huile d'olive et, enfin, quelques grains de pierre ponce ou quelques billes de verre. Chauffer le mélange à reflux pendant 30minutes.

Verser, après refroidissement, le mélange dans un béccher contenant environ 100mL de solution saturée de chlorure de sodium. Filtrer le mélange obtenu.

Données : L'éthanol est miscible à l'eau et à l'huile.

Le savon est peu miscible dans l'eau et quasiment insoluble dans l'eau salée.

1. Faire un schéma légendé du montage utilisé pour réaliser cette synthèse.
2. Expliquer le principe du chauffage à reflux et son intérêt.
3. Expliquer le rôle des grains de pierre ponce (ou des billes de verre).
4. Expliquer, à l'aide des données, le rôle de l'éthanol lors de cette synthèse.
5. En utilisant les données, expliquer pourquoi on utilise de l'eau salée. Comment s'appelle cette opération?
6. Que retient-on dans le filtre après filtration ?

Exercice 2

1. Donner la définition du terme synthèse.
2. Qu'est ce que chauffer à reflux ? Pourquoi utilise-t-on le chauffage à reflux ?
3. Faire le schéma du chauffage à reflux. Mettre une légende:
4. Quelles sont les techniques permettant d'obtenir (de récupérer après la synthèse) un produit solide ?
5. Comment caractérise-t-on un produit solide ? Même question dans le cas d'un produit liquide ?
6. Citer quatre produits de base de l'industrie chimique.
7. Quelles sont les différences entre la chimie lourde et la chimie fine ?

Exercice 3

On étudie la synthèse du formiate d'éthyle (ou éthanoate d'éthyle) qui est un ester à odeur de rhum. On utilise pour cela le montage représenté ci-contre, permettant de faire une distillation fractionnée.

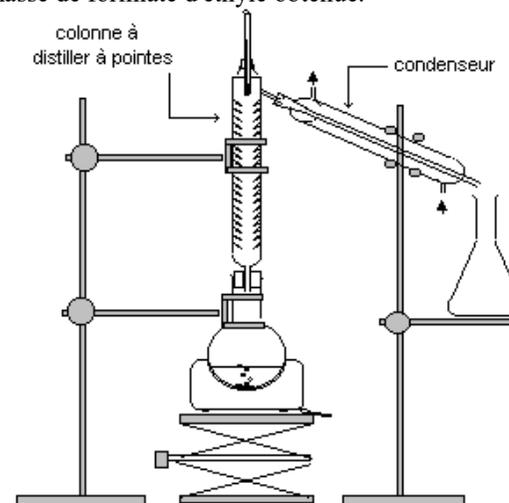
Dans le ballon, on introduit 20mL d'acide formique (ou acide méthanoïque), 30mL d'éthanol (c'est un alcool), 20 gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce (ou quelques billes de verre).

Lorsqu'on recueille les premières gouttes de liquide dans l'erlenmeyer, le thermomètre indique une température de 54°C. A la fin de la réaction, le volume de distillat obtenu est $V=22,5\text{mL}$.

Données:

	densité	Téb (°C) à la pression atmosphérique	solubilité dans l'eau
acide formique	1,22	100,7	totale
éthanol	0,79	78,5	totale
formiate d'éthyle	0,91	54,3	faible

1. Quelle est l'utilité du réfrigérant (condenseur) ? Quelle est celle de la colonne verticale à pointes ?
2. Quelle indication importante la température de 54°C donne-t-elle ?
3. En quoi consiste une distillation fractionnée? Expliquer succinctement le principe.
4. Déterminer la masse de formiate d'éthyle obtenue.



Exercice 4

L'aspirine et le saule

L'aspirine est un dérivé synthétique de l'acide salicylique. Cet acide, initialement extrait de l'écorce de saule est aujourd'hui produit par synthèse. Heureusement ! ... car avec 4563 kg consommés chaque heure à travers le monde, l'aspirine est le médicament le plus utilisé actuellement.

- Déterminer la masse d'aspirine consommée chaque année dans le monde.
- La posologie moyenne d'une dose d'aspirine (comprimé, ampoule ou sachet) est 400 mg. Déterminer le nombre de dose vendues annuellement dans le monde.
- A partir d'1 g d'acide salicylique on obtient 1,3 g d'aspirine. Déterminer le nombre de saules qu'il faudrait abattre chaque année si l'acide salicylique était uniquement extrait de l'écorce de cet arbre.

Données : Le traitement de 50 g d'écorce de saule donne 5 g d'acide salicylique ; masse moyenne d'un saule : 2,3 tonnes ; masse de l'écorce : 1 % de la masse de l'arbre.

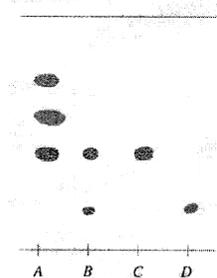
Exercice II : Synthèse

Pour réaliser la synthèse d'un parfum, l'acétate de benzyle (ayant l'arôme du jasmin), on procède à un chauffage à reflux. On verse dans le ballon sous le réfrigérant un mélange d'acide acétique et d'alcool benzylique et on ajoute quelques grains de pierre ponce.

- Faire le schéma, accompagné de légendes, du montage réalisé.
- Après refroidissement, on verse le mélange réactionnel dans l'eau salée. Il se forme deux phases.
 - Dans laquelle trouve-t-on : l'acétate de benzyle formé ? l'alcool qui n'a pas réagi ? l'acide qui n'a pas réagi ?
 - On verse le mélange dans une ampoule à décanter. Schématiser l'ampoule et son contenu en précisant le nom des deux phases et leur contenu.
- On veut vérifier que le produit synthétisé est bien formé de l'acétate de benzyle. On réalise une chromatographie sur couche mince.
 - Décrire l'ensemble de l'expérience de chromatographie à l'aide de schémas légendés.
 - Commenter l'allure du chromatogramme obtenu (voir ci-dessous) sachant que le dépôt A correspond à une huile essentielle de jasmin, que le dépôt B est une goutte de phase organique recueillie, que le dépôt C est une goutte d'acétate de benzyle et le dernier (D), une goutte d'alcool benzylique.
- Après séparation des deux composants de la phase organique, on récupère $m = 4,35$ g d'acétate de benzyle. Calculer le volume occupé par ce liquide. On rappelle que la masse volumique de l'eau est $\rho = 1000$ g/L.

Données :

	densité	Solubilité dans l'eau salée
Acide acétique	1,05	grande
Alcool benzylique	1,04	très faible
Acétate de benzyle	1,06	très faible



Exercice 5

Le benzoate de méthyle est une espèce chimique de la famille des esters. Il est préparé au laboratoire de la façon suivante :

- Dans un ballon, introduire quelques grains de pierre ponce et un mélange de 20 g d'acide benzoïque et 40 mL de méthanol. Ajouter lentement 6 mL d'acide sulfurique concentré.
- Surmonter le ballon d'un réfrigérant et porter le mélange à ébullition pendant deux heures en agitant.
- Refroidir le mélange et le diluer dans 50 mL d'eau.
- Verser le tout dans une ampoule à décanter. Ajouter 50 mL d'éther. Agiter vigoureusement et séparer les deux phases. Récupérer la phase dans laquelle se trouve le produit.
- Evaporer le solvant.

1) Comment s'appelle le montage expérimental utilisé pour cette synthèse ? Quel est son intérêt ? *0.5pt + 0.5pt*

2) Quelles sont les conditions expérimentales de cette synthèse. *1pt*

3) A quoi servent le réfrigérant, la pierre ponce ? *1pt*

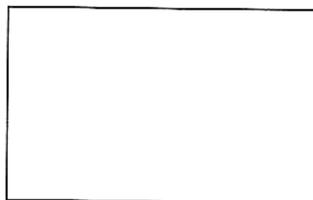
4) L'extrémité supérieure du réfrigérant est-elle ouverte ou fermée ? Pourquoi ? *0.5pt + 0.5pt*

5) Quels sont les dangers de l'acide benzoïque et du méthanol ? *1pt*

6) Après la transformation, on obtient une phase aqueuse et une phase organique. Dans laquelle trouve-t-on :

- le benzoate de méthyle formé ? *0.5pt*
- l'alcool : méthanol qui n'a pas totalement réagi ? *0.5pt*
- l'acide benzoïque qui n'a pas totalement réagi ? *0.5pt*

7) On récupère le benzoate de méthyle par décantation. Schématiser l'ampoule à décanter. *0.5pt*
Indiquer dans quelle phase se trouve le benzoate de méthyle. Justifier. *0.5pt*



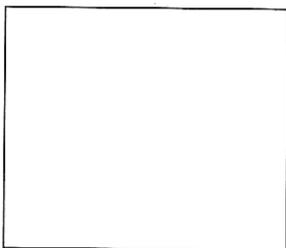
.....
.....
.....
.....

8) Pourquoi a-t-on choisi l'éther comme solvant lors de cette décantation ? *1pt*

9) On réalise la chromatographie de la phase organique obtenue. L'éluant utilisé est un mélange d'éther et de cyclohexane.

a. Quelle espèce chimique de référence est-il nécessaire de déposer sur la plaque pour vérifier que l'espèce chimique souhaitée a bien été synthétisée. *0,5pt*

b. Quel est l'aspect du chromatogramme si le produit est pur ? *1pt*



Données :

	Eau	Ether	Acide benzoïque	Méthanol	Acide sulfurique	Benzoate de méthyle
Densité	1	0,71	?	0,82	1,5	?
Solubilité dans l'eau	—	Faible	Faible	Totale	Totale	Nulle
Solubilité dans l'éther	Nulle	—	Grande	Faible	Nulle	Importante

Acide benzoïque :  Xn

Méthanol : F  Xn 

Exercice 6

1. Histoire de l'aspirine

Le 1^{er} février 1899, un nouveau médicament aux performances encore à ce jour inégalées est créé : l'aspirine ou acide acétylsalicylique. L'aspirine est un antalgique (soulage les douleurs) et un antipyrétique (fait baisser la fièvre).

Vers l'an 400 avant J.-C., Hippocrate donnait à boire aux femmes enceintes une tisane de feuilles de saule pour lutter contre les douleurs de l'accouchement. On sut plus tard qu'elle contenait de l'acide salicylique. En 1899, F. Hoffmann met un terme à des années de recherche en réussissant la synthèse de l'aspirine, un dérivé de l'acide salicylique.

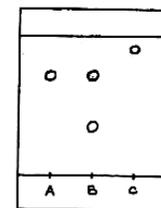
- L'acide salicylique est-elle une espèce chimique naturelle ou de synthèse ?
- Quel est le nom de l'espèce chimique présente dans l'aspirine ?
- L'aspirine est-elle une espèce chimique naturelle ou de synthèse ?

2. Synthèse de l'aspirine au laboratoire du lycée

Protocole expérimental :

- Introduire dans un ballon bien sec 5 g d'acide salicylique puis, sous la hotte avec des gants 6 mL d'anhydride acétique.
- Ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique avec un compte-gouttes.
- Monter un réfrigérant à eau vertical et chauffer à 50°C pendant 20 minutes.
- Ajouter avec précaution 50 mL d'eau.
- Placer le ballon dans un cristalliseur contenant de la glace, jusqu'à ce qu'on observe des cristaux d'aspirine.

- Sachant que l'acide sulfurique n'est pas consommé, donner les réactifs. Quels sont les produits de la réaction ?
- Décrire par **une** phrase la synthèse de l'aspirine.
- Quel est le nom du montage utilisé ? Faire un schéma légendé de ce montage.
- Quelles techniques peut-on utiliser pour obtenir les cristaux d'aspirine ? Faire un schéma de ces deux techniques.



3. Caractérisation du produit obtenu

On réalise une chromatographie sur couche mince avec un éluant adapté. On dépose :

- En A : une goutte de solution d'aspirine de référence
- En B : une goutte de solution d'aspirine synthétisée
- En C : une goutte de solution d'acide salicylique

- Décrire l'ensemble de l'expérience de chromatographie à l'aide de schémas légendés.
- A l'aide du chromatogramme ci-dessus, dire si la synthèse de l'aspirine est réussie et s'il reste de l'acide salicylique dans le produit final.

Exercice 7

Arôme synthétique de banane

Pour réaliser la synthèse d'un parfum, l'acétate d'isoamyle (ayant l'arôme de la banane), on procède au même type de chauffage que dans l'exercice précédent. On verse dans le ballon sous le réfrigérant un mélange d'acide acétique et d'alcool isoamylique et on ajoute quelques grains de pierre ponce. Après refroidissement, on verse le mélange réactionnel dans l'eau. Il se forme deux phases. On verse l'ensemble dans une ampoule à décanter.

- Schématiser l'ampoule en précisant le nom des deux phases et leur contenu.
- A l'issue de la synthèse, on récupère $m = 4,35$ g d'acétate d'isoamyle. Calculer le volume occupé par ce liquide. On rappelle que la masse volumique de l'eau est $\rho = 1000$ g/L.

Données :

	densité	Température d'ébullition en °C	Solubilité dans l'eau
Acide acétique	1,05	118	soluble
Alcool isoamylique	0,81	130	peu soluble
Acétate d'isoamyle	0,87	142	insoluble

Sujets de devoir

Exercice 1

Le paracétamol fut synthétisé pour la première fois en 1878 par Harmon Northrop Morse. Depuis, sa synthèse a été simplifiée. Il peut être synthétisé au laboratoire par réaction entre le 4-aminophénol et l'anhydride acétique. A l'issue de cette synthèse, il se forme également de l'acide acétique.

Protocole expérimental (simplifié) de la synthèse du paracétamol :

« Sous la hotte, muni de gants et de lunettes, on réalise le mélange réactionnel suivant : dans un ballon à fond rond, on introduit 2,72 g de 4-aminophénol et environ 3,50 mL d'anhydride acétique. On ajoute ensuite quelques grains de pierre ponce dans le ballon. On met en route la circulation de l'eau dans le réfrigérant puis on branche le chauffe-ballon durant une vingtaine de minutes. A l'issue de cette synthèse, il se forme également de l'acide acétique. »

Questions :

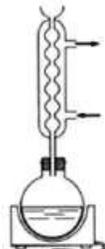
1. Citer l'intérêt de chauffer à reflux. (RCO)
2. Donner le rôle des grains de pierre ponce. (RCO)
3. On donne les montages ci-dessous, lequel faut-il choisir afin de réaliser la synthèse décrite ci-dessus ? Justifier le choix opéré. (ANA)



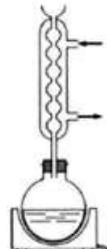
A



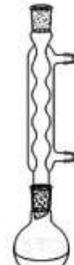
B



C



D



E

4. Nommer les réactifs et les produits de cette synthèse. (ANA)
5. L'équation de la réaction chimique correspondante donnée ci-dessous est-elle ajustée ? Justifier. (ANA)

Si non, l'ajuster à l'aide de nombres stœchiométriques.

