

Correction des exercices du chapitre 16 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus

P 145-148

QCM

p. 145

1. A et C ; 2. B ; 3. C ; 4. C ; 5. A et B ; 6. B et C ; 7. A, B et C ; 8. C ; 9. C.

Exercices

Appliquer le cours

p. 148

4 Rechercher les pictogrammes de danger

- a Inflammable ; b Dangereux pour l'environnement ;
c Dangereux pour la santé ; d Corrosif.

5 Respecter des règles de sécurité

Porter une blouse et des lunettes.
Éloigner de toute source de chaleur ou d'étincelle.
Manipuler sous hotte aspirante.

6 Prélever un liquide

L'anhydride éthanoïque est un liquide, on le prélève donc en mesurant un volume :

$$V = \frac{m(A)}{\rho(A)} = \frac{n(A) \times M(A)}{\rho(A)} = \frac{0,10 \text{ mol} \times 102,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,5 \text{ mL}$$

D'après les pictogrammes de sécurité, le prélèvement doit s'effectuer avec une blouse, des gants et des lunettes de protection. Il ne faut pas approcher le liquide d'une quelconque source de chaleur ou étincelle.

Protocole : Verser un peu d'anhydride éthanoïque dans un bécher. Prélever 9,5 mL de liquide à l'aide d'une pipette graduée de 10,0 mL. Verser le liquide dans un ballon.

7 Calculer des quantités de réactifs

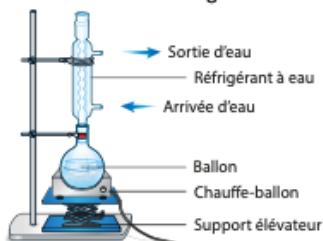
$$\text{Bromobenzène : } n_1 = \frac{\rho_1 \times V}{M_2} = \frac{1,49 \times 6,0}{157,0} = 5,7 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$\text{Magnésium : } n_2 = \frac{m}{M_2} = \frac{1,38}{24,3} = 5,7 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

8 Identifier le matériel à utiliser

A : Support élévateur ; B : Réfrigérant à eau ; C : Chauffe-ballon ; D : Ballon.

9 Légèrer le schéma d'un montage



10 Associer un schéma à une étape

Étape 1 : e ; Étape 2 : a ; Étape 3 : b.

11 Légèrer le schéma d'un montage

Étape 2 : Montage de chauffage à reflux

Étape 3 : Solide : Filtration sous vide

Liquide : Extraction liquide-liquide

Étape 4 : Solide : Mesure de la température de fusion

Liquide : Mesure de l'indice de réfraction / de la température d'ébullition.

12 Isoler un produit solide

Refroidir le milieu réactionnel. Filtrer les cristaux sous vide. Laver les cristaux avec un mélange eau-éthanol glacé. Récupérer les cristaux dans une boîte de pétri et les sécher à l'étuve.

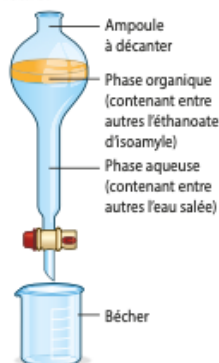
13 Isoler un produit liquide

1. Pour liquéfier les vapeurs issues du milieu réactionnel, qui peuvent être nocives.

2. L'éthanoate d'isoamyle est peu soluble dans l'eau salée. On observera donc deux phases dans l'ampoule à décanter.

3. Schéma de l'ampoule à décanter (voir ci-dessous).

$d(\text{éthanoate d'isoamyle}) < d(\text{eau salée})$ donc la phase organique est la phase supérieure.



14 Connaître des techniques d'analyse

Liquide : Mesure de l'indice de réfraction. Solide : Mesure de la température de fusion. Solide ou liquide : CCM.

15 Proposer une technique d'analyse

Le camphre est solide à température ambiante, on peut donc l'identifier en mesurant sa température de fusion à l'aide d'un banc Köfler, et en vérifiant si la valeur obtenue correspond bien à la valeur théorique de 175 °C.

16 Interpréter un chromatogramme

Une des tâches relatives au dépôt 2 a migré à la même hauteur que celle relative au dépôt 3. Le produit synthétisé contient bien de la lidocaïne. L'autre tâche relative au dépôt 2 a migré à la même hauteur que celle issue du dépôt 1. Le produit synthétisé contient également des traces de réactif A. Soit la synthèse a été arrêtée avant son terme, soit la transformation chimique mise en jeu est limitée.

17 Élaborer un protocole d'analyse

Verser un fond d'éluant dans une cuve à chromatographie, puis mettre un couvercle sur la cuve. Sur une plaque de CCM, tracer délicatement au crayon à papier la ligne de dépôt à environ 1 cm du bord inférieur. À l'aide de capillaires, déposer sur cette ligne de dépôts : un dépôt de solution d'aspirine commerciale, un dépôt de solution d'acide salicylique et un dépôt de solution d'aspirine synthétisée. Placer la plaque dans la cuve à chromatographie et laisser éluer en fermant la cuve avec le couvercle. Après élution, sortir la plaque de la cuve et tracer rapidement au crayon à papier le front de l'éluant. Sécher la plaque. Révéler sous lumière UV ou en plongeant la plaque dans une solution de permanganate de potassium.

18 Calculer un rendement

1. Le réactif limitant est le menthol car $\frac{n_2}{1} < \frac{n_1}{1}$.

$$2. n_p = \frac{m}{M} = \frac{12,0 \text{ g}}{198 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6,06 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{et } n_{\text{max}} = x_{\text{max}} = 0,100 \text{ mol.}$$

$$\eta = \frac{n_p}{n_{\text{max}}} = \frac{6,06 \times 10^{-2} \text{ mol}}{0,100 \text{ mol}} = 0,606 \text{ soit } 60,6 \%$$

19 Utiliser un rendement

$$x_{\text{max}} = n_{\text{benzoin max}} = \frac{n_{\text{benzaldéhyde initial}}}{2}$$

$$\text{donc } n_{\text{benzaldéhyde initial}} = 2 \times n_{\text{benzoin max}}$$

$$\text{de plus, } n_{\text{benzoin max}} = \frac{n_{\text{benzoin formé}}}{\eta} = \frac{0,037}{0,80} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$\text{Donc } n_{\text{benzaldéhyde initial}} = 2 \times 4,6 \times 10^{-2} = 9,3 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

(9,3 en gardant le résultat exact du calcul précédent en mémoire de la calculatrice)

Exercices

S'entraîner

p. 148

20 Connaître les critères de réussite

Synthèse de l'acétanilide

1. Prélèvement des réactifs, transformation chimique, isolement, analyse, puis purification si nécessaire.

2. L'acétanilide est solide à température ambiante. Étant peu soluble dans l'eau, l'ajout d'eau froide va provoquer sa cristallisation. Protocole : filtrer sous vide le milieu réactionnel, laver le solide avec de l'eau glacée, récupérer les cristaux dans une boîte de pétri et les sécher dans une étuve. Pour analyser le produit obtenu, mesurer sa température de fusion avec un banc Köfler.

21 La betterave sucrière

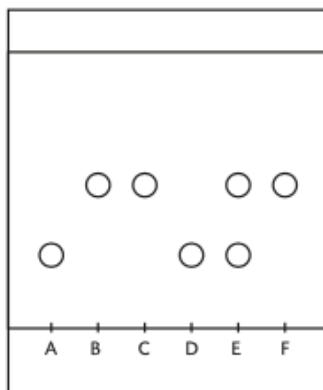
1. a. Le saccharose contient plusieurs groupes hydroxyle OH.

b. Les nombreux groupes hydroxyles de la molécule de saccharose peuvent former des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, ce qui rend cette molécule très soluble dans l'eau.

2. a. Voir exercice 9.

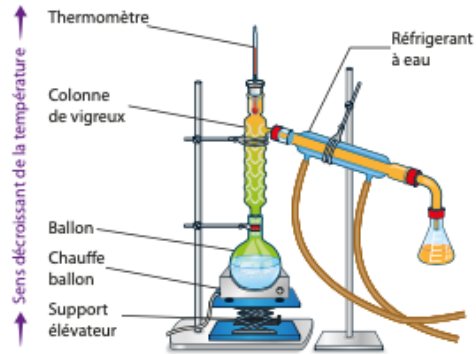
b. Le réfrigérant à eau permet d'éviter les pertes de matière par évaporation du milieu réactionnel.

3. Chromatogramme :



22 Un ester à odeur de rhum

1. a. Montage de distillation fractionnée.



b. Le méthanoate d'éthyle est, des 4 espèces chimiques intervenant dans la réaction, celle qui a la température d'ébullition la plus faible. C'est donc elle qui sera recueillie en premier dans l'erenmeyer.

2. a. $n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2,57 \times 10^{-1} \text{ mol}$ et $n(\text{HCO}_2\text{H}) = 2,63 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

b. L'éthanol est le réactif limitant donc : $n_{\text{max}} = 2,57 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

d. Lorsqu'on ne voit plus de gouttes de liquide tomber dans l'éprouvette graduée et que la température en tête de colonne baisse momentanément.

3. Sur le spectre, il n'y a pas de bande de vibration caractéristique des liaisons O-H présentes dans les molécules d'éthanol et d'acide méthanoïque donc le produit obtenu est bien différent des réactifs.

23 À chacun son rythme

Synthèse d'un savon

$$1. n_{\text{triester}}^{\text{ini}} = \frac{m}{M(\text{triester})} = \frac{20,0}{890} = 2,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{HO}^-}^{\text{ini}} = C \times V = 10,0 \times 40,0 \times 10^{-3} = 4,00 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

2. a. $\frac{n_{\text{triester}}^{\text{ini}}}{1} < \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{ini}}}{3}$ donc le triester est le réactif limitant.

$$b. x_{\text{max}} = \frac{n_{\text{triester}}^{\text{ini}}}{1} = \frac{n_{\text{savon}}^{\text{max}}}{3} = 2,25 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$\text{Donc } n_{\text{savon}}^{\text{max}} = 6,75 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$3. n_{\text{savon}}^{\text{formé}} = \frac{m'}{M(\text{savon})} = \frac{15,0}{306} = 4,90 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$4. \eta = \frac{n_{\text{savon}}^{\text{formé}}}{n_{\text{savon}}^{\text{max}}} = \frac{4,90 \times 10^{-2}}{6,75 \times 10^{-2}} = 0,726 \text{ soit } 72,6 \%$$

24 Exercice à caractère expérimental

Synthèse de la benzocaïne

1. Étapes 1 et 2 : Prélèvement des réactifs (attention, l'acide sulfurique n'est pas un réactif, c'est le catalyseur)

Étape 3 : Transformation chimique

Étapes 4 et 5 : Isolement

Étape 6 : Analyse

2. a. Le montage de chauffage à reflux permet d'accélérer la réaction par chauffage tout en évitant les pertes de matière grâce au réfrigérant.

b. Le solide récupéré dans le filtrat contient des traces du reste du milieu réactionnel. En lavant le solide avec de l'eau glacée, on élimine ces impuretés avec le filtrat.

c. L'étuve permet d'éliminer les traces d'eau présentes à la suite du lavage.

3. Le solide synthétisé doit être purifié avant de pouvoir être incorporé dans un médicament (le chromatogramme montre la présence d'impuretés).

4. La réaction de synthèse n'est peut-être pas totale. Une partie du solide formé peut s'être solubilisé dans le filtrat éliminé lors de l'étape d'isolement.

25 Synthesis of benzoxazine

- Faciliter la mise en contact des réactifs, solides, en les solubilisant.
- Le mélange réactionnel est chauffé pour dissoudre la N-(2-hydroxybenzyl)-p-toluidine.
- Filtration sous vide (sur Büchner).
- Il manque en fait plusieurs étapes : lavage, séchage, analyse et éventuellement purification.

26 Résolution de problème

Et si on roulait tous aux biocarburants ?

Des pistes de résolutions peuvent être fournies par le professeur :

Analyser

- Pour répondre à la question posée, calculer le volume de bioéthanol que l'on peut produire sur 10 millions d'hectares.

Réaliser

- Calculer la masse de betterave que l'on peut produire sur 10 millions d'hectares.
- Calculer la masse puis la quantité de saccharose correspondant.
- Calculer la quantité puis le volume de bioéthanol correspondant.

Valider

- Conclure sur l'autonomie de la France en comparant le résultat obtenu au volume de bioéthanol nécessaire pour une année.

Étapes de résolutions proposées

1^{re} étape : Bien comprendre la question posée

- Comment obtenir du bioéthanol à partir de la betterave ?
- Quels sont les besoins de la France en bioéthanol ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1 mole de saccharose produit 4 moles d'éthanol.

3^e étape : Dégager la problématique

Quel volume de bioéthanol que peut-on produire sur 10 millions d'hectares ?

4^e étape : Construire la réponse

- Calculer la masse de betterave que l'on peut produire sur 10 millions d'hectares.
- Calculer la masse puis la quantité de saccharose correspondant.
- Calculer la quantité puis le volume de bioéthanol correspondant.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

- Présenter le contexte et introduire la problématique.
- Nous allons vérifier si la France peut être autosuffisante en bioéthanol dans l'hypothèse où la totalité du parc automobile français utiliserait du bioéthanol.

• Mettre en forme la réponse.

Masse totale de betteraves sucrières produites par an :
 $m_b = \text{Surface agricole} \times \text{Rendement} = 10 \times 10^6 \times 74,8$
 $= 7,48 \times 10^8 \text{ tonnes} = 7,48 \times 10^{14} \text{ g.}$

Masse de saccharose correspondante :
 $m_s = 7,48 \times 10^{14} \times 0,195 = 1,46 \times 10^{14} \text{ g.}$

Quantité de matière de saccharose correspondante :

$$n_s = \frac{m_s}{M(\text{triestre})} = \frac{1,46 \times 10^{14}}{342,0} = 4,27 \times 10^{11} \text{ mol.}$$

Quantité maximale de bioéthanol pouvant être formée :
 $n_{be} = 4 \times 4,27 \times 10^{11} = 1,71 \times 10^{12} \text{ mol.}$

Volume de bioéthanol correspondant :

$$V_{be} = \frac{n_{be} \times M(\text{éthanol})}{\rho(\text{éthanol})} = \frac{1,71 \times 10^{12} \times 46,0}{789} = 9,97 \times 10^{10} \text{ L}$$
$$= 1 \times 10^{11} \text{ L} = 1 \times 10^8 \text{ m}^3.$$

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Dans l'hypothèse de l'énoncé, la France peut être autosuffisante en bioéthanol.

27 Synthèse d'un solide (20 min)

$$1. n(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3,5 \text{ g}}{138,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3) = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{1,08 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 5,0 \text{ mL}}{102,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,3 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

Le réactif limitant est l'acide salicylique car $n(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) < n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3)$.

2. L'aspirine est un solide, donc :

filtrer le contenu du ballon sous vide ; laver le solide avec de l'eau glacée et récupérer les cristaux dans une boîte de pétri et sécher à l'étuve.

3. L'aspirine brute contient bien de l'aspirine mais également de l'acide salicylique. Une purification est nécessaire.

4. $n_{\text{max}} = x_{\text{max}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$

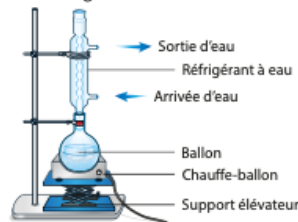
donc $n_p = n_{\text{max}} \times \rho = 2,5 \times 10^{-2} \times 0,80 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.}$

$m(\text{aspirine}) = n_p \times M(\text{aspirine}) = 2,0 \times 10^{-2} \times 180,2 = 3,7 \text{ g.}$
C'est suffisant pour préparer un comprimé de 500 mg.

28 Synthèse d'un liquide (30 min)

1. Prélèvement des réactifs (1) ; transformation chimique (2) ; isolement (3, 4 et 5) ; analyse : (6).

2. Montage de chauffage à reflux :



3. L'eau ajoutée doit être salée et froide pour diminuer au maximum la solubilité de l'espèce A dans la phase aqueuse et favoriser la précipitation.

4. L'espèce A et le 3-méthylbutan-1-ol se trouvent dans la phase organique. L'eau, les ions H^+ et SO_4^{2-} , ainsi que l'acide éthanóïque en excès sont dans la phase aqueuse. Compte tenu des densités, la phase organique est au-dessus de la phase aqueuse.

5. $n(\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2) = 1,75 \text{ mol}$ et $n(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}) = 1,8 \times 10^{-1} \text{ mol}$ donc le 3-méthylbutan-1-ol est le réactif limitant.

$n_{\text{max}} = 1,8 \times 10^{-1} \text{ mol}$ et $n_p = 1,2 \times 10^{-1} \text{ mol}$ donc $\eta = \frac{n_p}{n_{\text{max}}} = 0,67$ soit 67 %.

6. Introduire le liquide obtenu dans un ballon. Placer le ballon dans un montage de distillation fractionnée. À la fin de la distillation, l'espèce A purifiée est celle qui reste dans le fond du ballon car c'est elle qui a la température d'ébullition la plus grande.

29 Application

Produire une image informatique

Schématiser la correction de l'exercice 17.

Je m'exprime à l'oral sur

La synthèse

• Quel est le rôle du montage de chauffage à reflux ?

Le montage de chauffage à reflux permet de chauffer le milieu réactionnel sans perte de matière.

• Pourquoi le support élévateur est-il toujours en position haute ?

Le support élévateur en position haute permet d'éloigner rapidement la source de chaleur du milieu réactionnel.

• Nommer les étapes d'une synthèse.

Étape 1 : Prélèvement des réactifs ; Étape 2 : La transformation chimique ; Étape 3 : L'isolement ; Étape 4 : L'analyse ; Étape 5 si nécessaire : La purification.

• Citer des méthodes d'analyse d'un produit de synthèse.

Mesure d'une caractéristique physique (température de fusion, indice de réfraction etc.) ; réalisation d'une CCM ; réalisation d'un spectre IR, etc.