

Pour le professeur : cet exercice de protocole expérimental est rédigé dans l'esprit des nouveaux programmes. Il présente essentiellement des questions d'ordre qualitatif. Il évalue ainsi les connaissances de l'élève concernant le matériel, sa compréhension des phénomènes chimiques, son aptitude à lire un tableau de données.

ARÔME DE BANANE

Préparation de l'acétate de 3-méthylbutyle (acétate d'isoamyle). Cet ester est utilisé comme arôme de banane dans certains sirops.

Mode opératoire

- Dans un ballon, mélanger 27,0 cm³ de 3-méthylbutan-1-ol, 35,0 cm³ d'acide acétique et 2 cm³ d'acide sulfurique.
- Ajouter dans le mélange deux grains de pierre ponce et munir le ballon d'un réfrigérant vertical. Chauffer pendant 1 heure.
- Refroidir le ballon, ajouter de l'eau froide et verser le mélange dans une ampoule à décanter. Laisser décanter. On observe deux phases. Éliminer la phase aqueuse.
- Dans l'ampoule, ajouter à la phase organique une solution aqueuse saturée d'hydrogencarbonate de sodium. Il y a effervescence. Laisser décanter et éliminer la phase aqueuse.
- Laver à l'eau la phase organique. La recueillir et la sécher avec 10 g de sulfate de sodium anhydre. Filtrer et recueillir la phase organique.

Données :

	acide acétique	3-méthylbutan-1-ol	acétate d'isoamyle
masse volumique	1,03 g.cm ⁻³	0,81 g.cm ⁻³	0,87 g.cm ⁻³
solubilité	soluble dans l'eau en toutes proportions	légèrement soluble dans l'eau	légèrement soluble dans l'eau
température d'ébullition sous 1 bar	118 °C	130 °C	142 °C

Masses molaires atomiques : $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

Questions

- Représenter le montage réalisé à l'étape b. Pourquoi munit-on le ballon d'un réfrigérant vertical ?
- Calculer la masse de chacun des réactifs et la quantité de matière correspondante. L'un des réactifs est en excès. Lequel ?
- Quel est l'intérêt :
 - de la présence de l'acide sulfurique ?
 - du chauffage ?
- Lors de chaque décantation, où se trouve située la phase organique par rapport à la phase aqueuse ?
- L'ion hydrogencarbonate HCO_3^- est la base faible du couple $\text{CO}_2\text{aqueux}/\text{HCO}_3^-$. À quoi sert l'addition de la solution d'hydrogencarbonate de sodium ? Quel gaz se dégage lors de cette addition ?
- Avec les quantités de réactifs utilisées, quelle masse d'ester obtiendrait-on si la réaction n'était pas limitée ?
- Après purification, on obtient 24 cm³ d'ester. Quel est le rendement de la manipulation ?

Objectifs évalués

- Savoir choisir un matériel*
Savoir schématiser une expérience
- Savoir utiliser un tableau de données*
Savoir utiliser la masse volumique
Savoir interpréter quantitativement une équation-bilan
- Savoir identifier des paramètres d'une réaction chimique*
- Savoir utiliser un tableau de données pour une interprétation qualitative*
- Savoir associer à une technique sa finalité*
- Savoir interpréter quantitativement une équation-bilan*
- Connaître et appliquer la définition d'un rendement*

Réponses	Barème	Observations
<p>1. (schéma non reproduit dans ce corrigé)</p> <p>Pour empêcher la perte de réactifs ou de produits par vaporisation, on utilise un montage à reflux : les vapeurs sont en permanence liquéfiées et les constituants renvoyés vers le milieu réactionnel.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • A la place du chauffe-ballon et de la pierre ponce, on peut admettre un agitateur magnétique chauffant. • l'absence de circulation d'eau sera pénalisée. • Le terme "montage à reflux" n'est pas exigé.
<p>2. Masse de 3-méthylbutan-1-ol introduite : $m_1 = \rho_1 V_1 = 0,81 \cdot 27 = 22 \text{ g}$</p> <p>Quantité de 3-méthylbutan-1-ol introduite : $n_1 = m_1/M_1 = 22/88 = 0,25 \text{ mol}$</p> <p>Masse d'acide acétique introduite : $m_2 = \rho_2 V_2 = 1,03 \cdot 35 = 36 \text{ g}$</p> <p>Quantité d'acide acétique introduite : $n_2 = m_2/M_2 = 36,0/60 = 0,60 \text{ mol}$</p> <p>L'acide acétique est en excès.</p>		
<p>3. L'acide sulfurique est un catalyseur de la réaction. Il permet d'augmenter la vitesse de formation de l'ester.</p> <p>La température est un facteur cinétique. Une élévation de température permet également d'augmenter la vitesse d'apparition de l'ester.</p>		
<p>4. La phase organique est constituée principalement par l'alcool et l'ester peu miscibles à l'eau. Comme leur masse volumique est inférieure à celle de l'eau, la phase organique surnage.</p>		
<p>5. La phase organique contient un peu d'acide acétique. L'ion hydrogénocarbonate constituant la base du couple $\text{CO}_{2\text{aq}}/\text{HCO}_3^-$, l'hydrogénocarbonate de sodium réagit avec ces traces d'acide ; il se dégage du dioxyde de carbone.</p>		
<p>6. Si la réaction n'était pas limitée, la quantité d'ester serait égale à celle du réactif en défaut (ici l'alcool) soit 0,25 mol.</p> <p>Cela correspond à une masse d'ester :</p> $m = n \cdot M = 0,25 \cdot 130 = 32,5 \text{ g.}$		
<p>7. Masse d'ester obtenue : $m' = \rho \cdot V = 0,87 \cdot 24 = 21 \text{ g}$</p> <p>Rendement : $\eta = m' / m = 0,65 = 65 \%$</p>		