Terminale Bac EDS Physique-Chimie Asie 2021

EXERCICE B – SYNTHÈSE D'UN BIOCARBURANT (5 points)

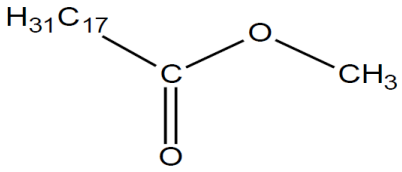
Mots-clés *: synthèse chimique d'un ester.*

Le but de cet exercice est d'étudier la synthèse d'un « biocarburant », l'ester méthylique de colza.

La synthèse de ce biocarburant nécessite de l'huile de colza et du méthanol comme réactifs. Elle est modélisée par la réaction d'équation suivante :

$$C_{57}H_{98}O_6 + 3\ CH_3OH \rightarrow 3\ C_{19}H_{34}O_2 + C_3H_8O_3$$

La formule semi-développée de l'ester méthylique de colza est :



Description d'une synthèse d'ester méthylique de colza réalisée au laboratoire

Matériel et produits

- huile de colza commerciale (m_1 = 100,0 g),
- méthanol (m_2 = 25,0 g),
- solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude),
- solution aqueuse saturée de chlorure d'ammonium,
- sulfate de sodium anhydre,
- un ballon de 500 mL, trois béchers, une éprouvette graduée de 100 mL,
- balance au dixième de gramme,
- barreau aimanté,
- ampoule à décanter,
- dispositif de chauffage à reflux (chauffe-ballon avec agitateur magnétique, réfrigérant à eau et dispositif de fixation).

Étapes du protocole

1. Mettre l'huile de colza dans le ballon, puis ajouter le méthanol et le catalyseur (soude).
2. Porter le contenu du ballon à 60 °C et chauffer à reflux pendant une heure environ en homogénéisant à l'aide de l'agitateur magnétique.
3. Lorsque l'agitation et le chauffage sont arrêtés, deux phases sont visibles. Les séparer par décantation.
4. La phase organique est récupérée, puis lavée par une solution aqueuse saturée de chlorure d'ammonium et enfin séchée sur du sulfate de sodium anhydre.
5. Les dernières traces de méthanol sont retirées par évaporation sous une hotte aspirante.
6. Mesurer la masse et le volume du produit de synthèse obtenu.

Données à 25°C :

- Masses molaires atomiques : M(C) = 12,0 g · mol^{-1} ; M(H) = 1,0 g.mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g.mol^{-1}.
- Masses molaires moléculaires : M(méthanol) = 32,0 g · mol^{-1} ; M(huile de colza) = 878 g.mol^{-1}.
- Masse volumique du produit synthétisé $C_{19}H_{34}O_2$ *:* ρ = 0,880 g.mL^{-1}.

L'ester méthylique de colza

1. Après avoir recopié la formule semi-développée de l'ester méthylique de colza, entourer le groupe caractéristique présent dans la molécule.
2. Déterminer la masse molaire moléculaire de l'ester méthylique de colza.

Analyse du protocole de synthèse

3. Identifier, dans le protocole, les conditions opératoires destinées à augmenter la vitesse de synthèse de l'ester méthylique de colza.

4. Identifier, dans le protocole de synthèse, les étapes correspondant à la transformation des réactifs, et à la séparation du produit, en les associant aux numéros des étapes du protocole.

Analyse du produit formé

Le produit synthétisé a une masse m = 72,9 ± 0,1 g et un volume V = 82,0 ± 0,1 mL.

L'incertitude-type $u(\rho)$ sur la masse volumique ρ se déduit des valeurs et incertitudes sur la masse m et le volume V par l'expression suivante :

$$\left(\frac{u(\rho)}{\rho}\right)^2 = \left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2$$

5. Déterminer la valeur de la masse volumique du produit obtenu lors de la synthèse.

6. Écrire le résultat de la détermination expérimentale de la masse volumique avec son incertitude associée.

7. Comparer le résultat expérimental de la masse volumique avec la valeur de référence du produit synthétisé en utilisant le quotient $\frac{|\rho - \rho_{ref}|}{u(\rho)}$

Rendement de la synthèse

8. Montrer que le méthanol est le réactif introduit en excès et déterminer la masse maximale d'ester méthylique de colza pouvant être théoriquement obtenue si la transformation est totale et le produit entièrement récupéré.

9. Définir, puis calculer le rendement de cette synthèse.