

1. Étude de la réaction de synthèse du benzoate de méthyle

1. Groupe carboxyle

2. L'équation avec les formules brutes s'écrit : $C_7H_6O_2 + CH_4O \rightleftharpoons C_8H_8O_2 + D$

Du côté des produits, il manque 2 atomes H et 1 atome O ce qui correspond bien à la molécule d'eau H_2O .

2. Étude du mode opératoire

3. L'acide sulfurique est introduit en très faible quantité, il s'agit d'un catalyseur dont le rôle est d'augmenter la vitesse de la réaction.

4. Le montage B montre un réfrigérant à boules et un chauffe-ballon, c'est bien un montage de chauffage à reflux.

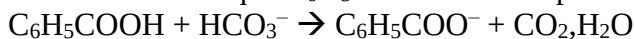
5. Le chauffage à reflux permet d'augmenter la température qui est un facteur cinétique. Il permet d'éviter les pertes en réactifs et en produits lors du chauffage.

6. Les pictogrammes de sécurité des réactifs montrent qu'il est nécessaire de travailler sous la hotte pour ne pas respirer les substances CMR. De plus le port d'une blouse en coton et des lunettes de protection est nécessaire. Le port des gants peut aussi être nécessaire.

7. Le benzoate de méthyle ainsi que l'acide benzoïque sont respectivement insoluble et très peu soluble dans l'eau salée. Ainsi l'ajout d'eau salée provoque leur élimination de la phase aqueuse.

8. La phase aqueuse contient de l'eau, des ions chlorure et sodium aqueux, du méthanol et de l'acide sulfurique. La phase organique contient du benzoate de méthyle ainsi que de l'acide benzoïque.

9. L'acide benzoïque C_6H_5COOH cède un proton H^+ à la base HCO_3^- .



3. Identification de la molécule obtenue par spectroscopie infrarouge.

10. Bande d'absorption à $\approx 1720\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $C=O$

Bande d'absorption à $\approx 1250\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $C-O$

Pas de bande d'absorption entre 2500 et 3200 cm^{-1} donc pas de liaison $O-H$

Le spectre peut correspondre à la formule du benzoate de méthyle puisque l'on retrouve des bandes relatives à des liaisons présentes dans cette molécule.

4. Rendement de la synthèse.

$$11. n_{i,alcool} = \frac{m_{alcool}}{M_{alcool}} = \frac{\rho_{alcool} \cdot V_{alcool}}{M_{alcool}} = \frac{0,79 \times 4,0}{32,0} = 9,9 \times 10^{-2} \text{ mol} \approx 0,10 \text{ mol}$$

$$n_{i,acide} = \frac{m_{acide}}{M_{acide}} = \frac{12,2}{122} = 0,100 \text{ mol}$$

12. En tenant compte des nombres stœchiométriques, on a bien : $\frac{n_{i,alcool}}{1} = \frac{n_{i,acide}}{1}$: les réactifs ont bien été introduits dans les proportions stœchiométriques.

13.

Équation de la réaction		$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 (\ell) + \text{CH}_3\text{O} (\ell) \rightleftharpoons \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2 (\ell) + \text{H}_2\text{O} (\ell)$			
État	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	$n_{i,\text{acide}} = 0,10$	$n_{i,\text{alcool}} = 0,10$	0	0
État intermédiaire	x	$n_{i,\text{acide}} - x = 0,10 - x$	$n_{i,\text{alcool}} - x = 0,10 - x$	x	x
État final	x_f	$n_{i,\text{acide}} - x_f = 0,10 - x_f$	$n_{i,\text{alcool}} - x_f = 0,10 - x_f$	x_f	x_f

14. On nous indique que la masse de benzoate de méthyle obtenue est égale à 9,11 g.

On calcule la quantité de benzoate de méthyle formée, elle est égale à l'avancement final x_f .

$$n_{\text{ester},\text{eq}} = \frac{m_{\text{exp}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2}} = \frac{9,11}{136} = 6,70 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

D'après l'équation de la réaction, il se forme autant d'eau que d'ester, $n_{\text{eau},\text{eq}} = 6,70 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$n_{\text{acide},\text{eq}} = n_{i,\text{acide}} - x_f = 0,10 - 6,7 \times 10^{-2} = 3,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{alcool},\text{eq}} = n_{i,\text{alcool}} - x_f = 0,10 - 6,7 \times 10^{-2} = 3,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$15. r = \frac{n_{\text{ester},\text{exp}}}{n_{\text{ester},\text{max}}} \times 100 = \frac{6,70 \times 10^{-2}}{0,10} \times 100 = 67 \%$$

$$n_{\text{ester},\text{max}} = n_{i,\text{acide}} = n_{i,\text{alcool}} = 0,10 \text{ mol}$$

16. Pour améliorer le rendement, on peut introduire un des deux réactifs en excès.

Autres méthodes :

-On pourrait éliminer un des produits formés, avec un montage de distillation à condition que l'un des produits formés possède une température d'ébullition inférieure à celles des autres espèces présentes dans le milieu réactionnel.

-On peut utiliser un Dean-Stark pour éliminer l'eau du milieu réactionnel.

5. Vérification de la quantité de matière en ions benzoate restante à l'aide d'un dosage spectrophotométrique.

17. On choisit la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance des ions benzoate est la plus forte.

On prend $\lambda = 270 \text{ nm}$.

18. Comme $\lambda < 400 \text{ nm}$, l'absorbance est maximale dans le domaine des ultra-violets.

19. Solution mère S_0

$$c_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

V_0 à prélever

Solution fille S_3

$$c_3 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$V = 100,0 \text{ mL}$$

$$\text{On a } c_0.V_0 = c_3.V_3 \Leftrightarrow V_0 = \frac{c_3.V_3}{c_0} = \frac{2,5 \times 10^{-3} \times 100,0}{1,0 \times 10^{-2}} = 25 \text{ mL}$$

Parmi la verrerie disponible, on retient une pipette jaugée de 25,0 mL pour prélever la solution mère, il faut aussi un becher de 50 mL pour y placer la solution mère à prélever et enfin une fiole jaugée de 100,0 mL où l'on réalisera la dilution.

20. La droite d'étalonnage a pour équation $A = 88,1 \times C$ donc $C_s = \frac{A_s}{88,1}$.

$$C_s = \frac{0,29}{88,1} = 3,3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Cette solution a été diluée 100 fois, $C = 100.C_s = 3,3 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Dans les 100 mL : $n(\text{A}^-) = C.V = 3,3 \times 10^{-1} \times 0,100 = 3,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$ comme établi à la question 14.