

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h45

EXERCICE 1 : commun à tous les candidats (10 points)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collège »

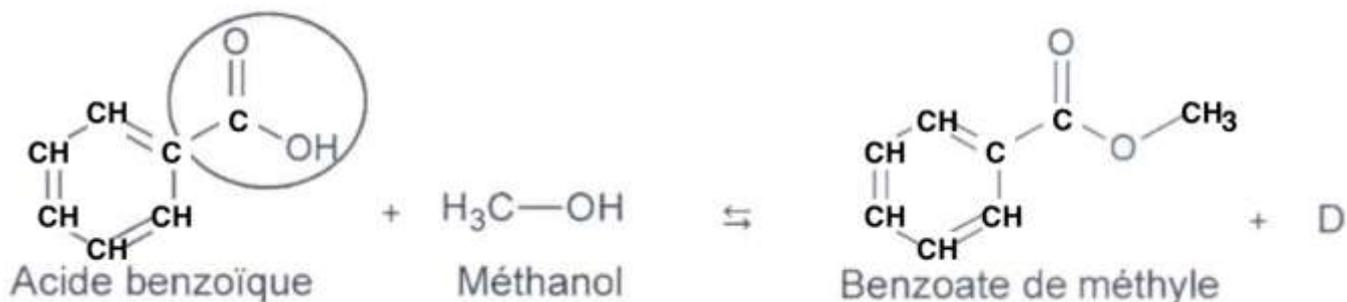
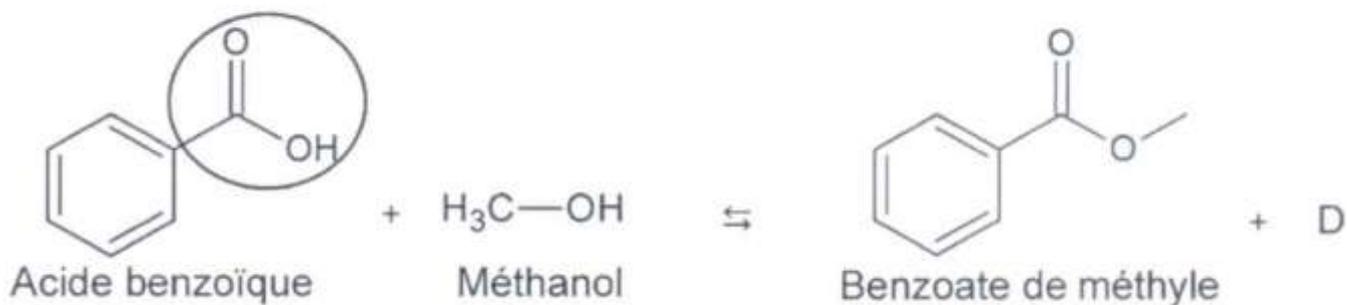
EXERCICE 1 commun à tous les candidats
SYNTHÈSE D'UN ESTER A ODEUR FLORALE (10 points)

1.1.



Groupe carboxyle

1.2.



Réactifs :

- C : 8
- H : 10
- O : 3

Produits

- C : 8
- H : 8
- O : 2

Et l'élément D.

Le nombre d'atome se conserve. On en déduit que D=H₂O

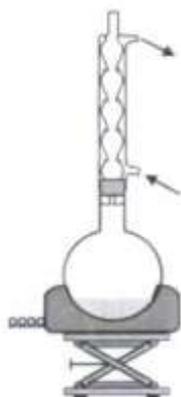
2.

2.1.

C'est un catalyseur

2.2.

Montage B



Montage B

2.3.

Accélérer la réaction sans perte de matière.

2.4.

L'acide benzoïque est corrosif : il faut donc porter gants, lunettes et blouse.

L'acide benzoïque et le méthanol sont CMR (cancérogène, mutagène et neurotoxique) : on travaille sous hotte aspirante.

Le méthanol est inflammable il faut l'éloigner de toutes sources de chaleur.

2.5.

Le produit à extraire : le benzoate de méthyle est très faiblement soluble dans l'eau mais insoluble dans l'eau salée.

Ainsi, en ajoutant du sel, on facilite l'extraction.

Espèces chimiques	Acide benzoïque	Méthanol	Benzoate de méthyle	Eau salée saturée
Formule brute	$C_7H_6O_2$	CH_4O	$C_8H_8O_2$	
Masse volumique ($g \cdot mL^{-1}$)		0,79	1,1	1,2
Solubilité dans l'eau	Très faible	Très grande	Très faible	
Solubilité dans l'eau salée	Très faible	Très grande	insoluble	

2.6.

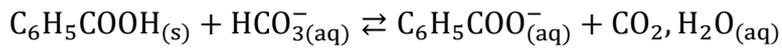
Phase aqueuse :

- Eau salée
- Méthanol

Phase organique :

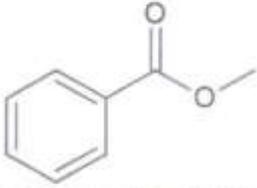
- Acide benzoïque
- Benzoate de méthyle

2.7.



3.

3.1.



Benzoate de méthyle

Le benzoate de méthyle possède

- Une liaison C=O
- Une liaison C-O
- Des liaisons C-H

➤ Tableau de données de spectroscopie infrarouge (IR)

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
O-H liée	3200 - 3400	large	forte
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	large	forte à moyenne
C-H	2800 - 3000	fine (bandes multiples)	faible
C=O	1650 - 1740	fine	forte
C-O	1000 - 1300	fine	forte

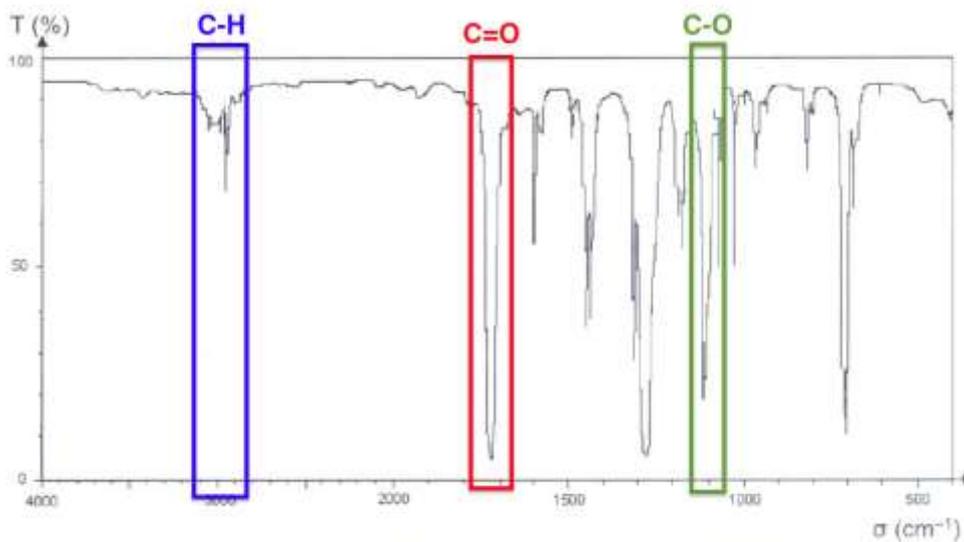


Figure 3. Spectre infrarouge de la molécule synthétisée

Le spectre comporte toutes les bandes attendues pour le benzoate de méthyle, il peut donc correspondre.

4.

4.1.

$$n_{i,\text{alcool}} = \frac{m_{\text{méthanol}}}{M_{\text{méthanol}}}$$

Or

$$\rho_{\text{méthanol}} = \frac{m_{\text{méthanol}}}{V_{\text{méthanol}}}$$

$$m_{\text{méthanol}} = \rho_{\text{méthanol}} \times V_{\text{méthanol}}$$

$$n_{i,\text{alcool}} = \frac{\rho_{\text{méthanol}} \times V_{\text{méthanol}}}{M_{\text{méthanol}}}$$

$$n_{i,\text{alcool}} = \frac{0,79 \times 4,0}{32,0}$$

$$n_{i,\text{alcool}} = 9,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{i,\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide benzoïque}}}{M_{\text{acide benzoïque}}}$$

$$n_{i,\text{acide}} = \frac{12,2}{122}$$

$$n_{i,\text{acide}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

4.2.

$$x_{\text{max1}} = \frac{n_{i,\text{alcool}}}{1} = 9,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max2}} = \frac{n_{i,\text{acide}}}{1} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max1}} \approx x_{\text{max2}}$$

Les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométrique.

4.3.

Equation de la réaction		$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})$	+	$\text{CH}_4\text{O}(\text{l})$	\rightarrow	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Etat	Avancement (en mol)	Quantité de matière (en mol)						
Etat initial	$x=0$	$n_{i,\text{acide}}$		$n_{i,\text{alcool}}$		0		0
Etat intermédiaire	x	$n_{i,\text{acide}} - x$		$n_{i,\text{alcool}} - x$		x		x
Etat final	x_f	$n_{i,\text{acide}} - x_f$		$n_{i,\text{alcool}} - x_f$		x_f		x_f

4.4.

Déterminons x_f :

$$x_f = \frac{n_{\text{ester,eq}}}{m_{\text{exp}}}$$

$$x_f = \frac{9,11}{M_{\text{ester}}}$$

$$x_f = \frac{9,11}{136}$$

$$x_f = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Déterminons les quantités de matière de l'ensemble des espèces présentes à l'état final :

$$n_{\text{acide,eq}} = n_{i,\text{acide}} - x_f$$

$$n_{\text{acide,eq}} = 1,0 \cdot 10^{-1} - 6,7 \cdot 10^{-2}$$

$$n_{\text{acide,eq}} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{alcool,eq}} = n_{i,\text{alcool}} - x_f$$

$$n_{\text{alcool,eq}} = 9,9 \cdot 10^{-2} - 6,7 \cdot 10^{-2}$$

$$n_{\text{alcool,eq}} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{ester,eq}} = x_f$$

$$n_{\text{ester,eq}} = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{eau,eq}} = x_f$$

$$n_{\text{eau,eq}} = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

4.5.

$$r = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théorique}}}$$

Or

$$m_{\text{théorique}} = x_{\text{max}} \times M_{\text{ester}}$$

$$r = \frac{m_{\text{exp}}}{x_{\text{max}} \times M_{\text{ester}}}$$

$$r = \frac{9,11}{1,0 \cdot 10^{-1} \times 136}$$

$$r = 0,67 = 67\%$$

4.6.

On peut améliorer le rendement en séparant, au fur et à mesure, un des produits créés afin de déplacer l'équilibre.

5.

5.1.

On choisit $\lambda_{\text{max}} = 270 \text{ nm}$ pour les futures mesures.

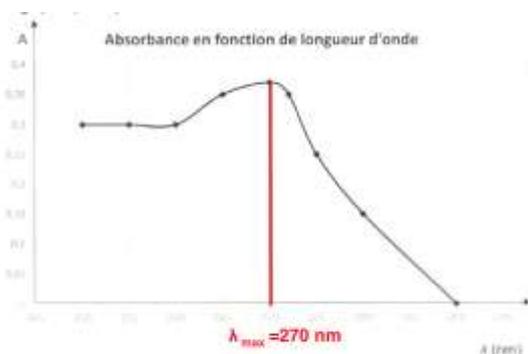


Figure 4. Spectre d'absorption des ions benzoate en solution aqueuse

5.2.

$\lambda_{\text{max}} = 270 \text{ nm}$ fait parti des ultraviolets

5.3.

Lors d'une dilution, la quantité de matière se conserve :

$$n_0 = n_3$$

$$C_0 V_0 = C_3 V_3$$

$$V_0 = \frac{C_3 V_3}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \times 100,0 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-2}}$$

$$V_0 = 25,0 \cdot 10^{-3} \text{L}$$

$$V_0 = 25,0 \text{ mL}$$

On choisit la pipette jaugée de 25,0 mL pour réaliser cette dilution.

5.4.

D'après l'équation sur la figure 6 :

$$A = 88,1 \times C$$

Trouvons C_S :

$$A_S = 88,1 \times C_S$$

$$C_S = \frac{A_S}{88,1}$$

$$C_S = \frac{0,29}{88,1}$$

$$C_S = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Or la solution a été diluée 100 fois :

$$C = 100 \times C_S$$

$$C = 100 \times 3,3 \cdot 10^{-3}$$

$$C = 3,3 \cdot 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calculons la quantité restante d'ions benzoate restante :

$$n(\text{A}^-) = C \times V$$

$$n(\text{A}^-) = 3,3 \cdot 10^{-1} \times 100,0 \cdot 10^{-3}$$

$$n(\text{A}^-) = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$n(\text{A}^-)$ correspond à la quantité de matière d'acide benzoïque n'ayant pas réagi :

$$n_{\text{acide restant}} = n(\text{A}^-) = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

D'ou

$$n_{\text{acide restant}} = n_{\text{acide,eq}} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol (Question 4.4.)}$$