

**CLASSE :** Terminale

**EXERCICE A :** au choix du candidat (5 points)

**VOIE :**  Générale

**ENSEIGNEMENT :** physique-chimie

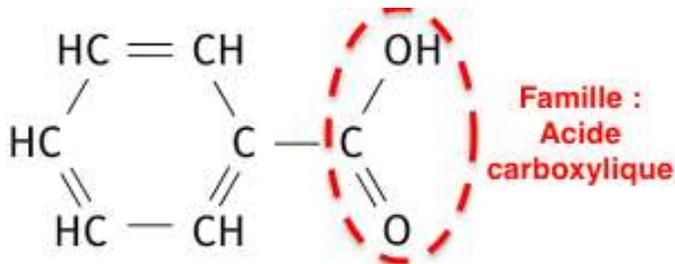
**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 0h53

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui sans mémoire, « type collègue »

**EXERCICE A au choix du candidat**  
**Synthèse d'un conservateur (5 points)**

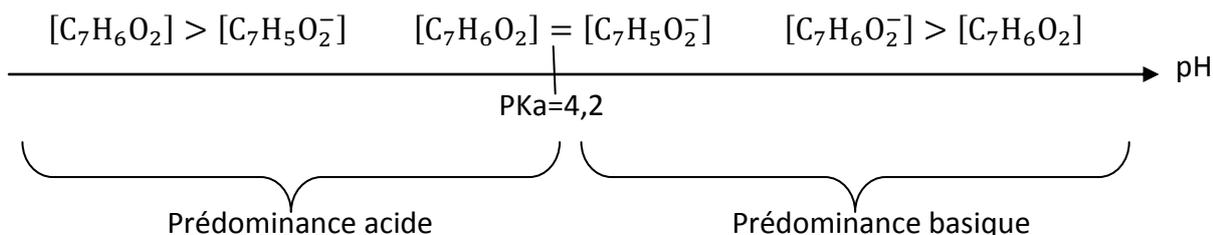
**1. Etude de la réaction n°1 (réaction de Cannizzaro)**

**Q1.**



**Q2.**

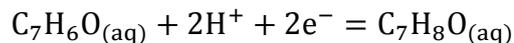
Diagramme de prédominance :



D'après l'énoncé : « la réaction n°1 a lieu en milieu très basique ». Le pH du milieu est donc supérieur à 7.

D'après le diagramme de prédominance  $C_7H_5O_2^-$ , l'ion benzoate, est prédominant.

**Q3.**



$C_7H_6O_{(aq)}$  est capable de capter des électrons : c'est un oxydant.

$C_7H_8O_{(aq)}$  est capable de céder des électrons : c'est un réducteur.

Etude du protocole expérimental

**Q4.**

1	transformation chimique de réactifs
2	séparation
3	séparation
4	séparation
5	purification
6	analyse du produit synthétisé

**Q5.**

La température est un facteur cinétique.

Lorsque la température augmente, la vitesse de formation du produit augmente.

On pourrait utiliser le chauffage à reflux qui accélère la réaction sans perte de matière.

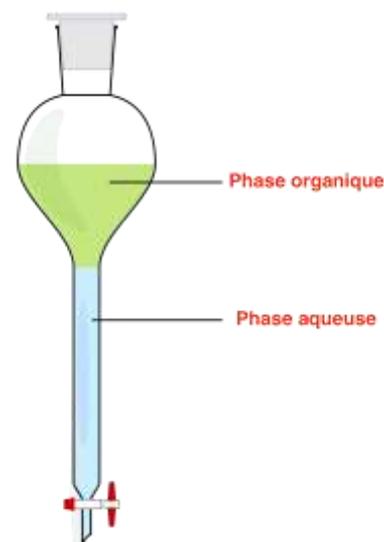
**Q6.**

Phase aqueuse	Phase organique
eau	éther diéthylique

$$d_{\text{eau}} = 1,0 \text{ et } d_{\text{éther diéthylique}} = 0,71$$

$$d_{\text{eau}} > d_{\text{éther diéthylique}}$$

La densité de l'eau est supérieure à celle de l'éther diéthylique : la phase aqueuse est en bas et la phase organique en haut.



Espèce chimique	Masse molaire en g·mol <sup>-1</sup>	Densité	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éther diéthylique	Température de fusion en °C
Benzaldéhyde C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	106	1,05	Très faible	Très grande	- 26
Acide benzoïque C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	122	<del>          </del>	Très faible	Faible	122,3
Ion benzoate C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	121	<del>          </del>	Très élevée	Très faible	<del>          </del>
Alcool benzylique C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	108	1,04	Faible	Très grande	- 15
Hydroxyde de potassium KOH	56	<del>          </del>	Très grande	Très faible	360
Eau H <sub>2</sub> O	18	1,0	<del>          </del>	Insoluble	0
Ether diéthylique C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74	0,71	Insoluble	<del>          </del>	- 116,3

- ion benzoate : solubilité dans l'eau très élevée et dans l'éther diéthylique très faible. L'ion benzoate est donc dans la phase aqueuse.
- alcool benzylique: solubilité dans l'eau faible et dans l'éther diéthylique très grande. L'alcool benzylique est donc dans la phase organique.

**Q7.**

Lors de l'étape f nous ajoutons de l'acide chlorhydrique à la phase aqueuse qui contient l'ion benzoate (question 6).

Le pH de la solution diminue jusqu'à pH=2.

D'après le diagramme de prédominance (question 2), pour pH=2 l'acide benzoïque est prédominant car le pH < pKa.

Ainsi, l'ion benzoate se transforme en acide benzoïque lors de l'ajout d'acide chlorhydrique.

**Données :**

Espèce chimique	Masse molaire en g·mol <sup>-1</sup>	Densité	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éther diéthylique	Température de fusion en °C
Benzaldéhyde C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	106	1,05	Très faible	Très grande	- 26
Acide benzoïque C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	122	X	Très faible	Faible	122,3
Ion benzoate C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	121	X	Très élevée	Très faible	X
Alcool benzylique C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	108	1,04	Faible	Très grande	- 15
Hydroxyde de potassium KOH	56	X	Très grande	Très faible	360
Eau H <sub>2</sub> O	18	1,0	X	Insoluble	0
Ether diéthylique C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74	0,71	Insoluble	X	- 116,3

Or l'acide benzoïque n'est que très faiblement soluble dans l'eau : un solide apparaît.

**Q8.**

Le dépôt C correspond au produit synthétisé.

Sur le chromatogramme nous observons une seule tache : le produit synthétisé est pur.

Sur le chromatogramme nous observons que la tache du produit C est au même niveau que celle du produit B. Le produit synthétisé est donc identique au produit B : le produit C est de l'acide benzoïque.

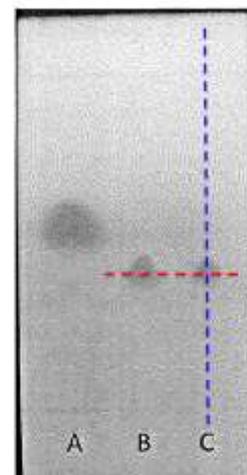
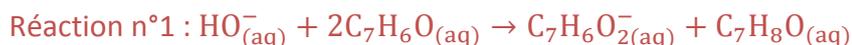
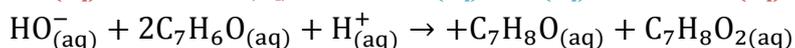


Figure 2. Résultat de l'analyse par CCM

**Q9.**

Bilan :



Quantités de matière des réactifs :

$$n_{\text{HO}^-} = n_{\text{Hydroxyde de potassium}} = \frac{m_{\text{Hydroxyde de potassium}}}{M_{\text{Hydroxyde de potassium}}}$$

$$n_{\text{HO}^-} = \frac{10}{56}$$

$$n_{\text{HO}^-} = 0,18 \text{ mol}$$

$$n_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{m_{\text{benzaldéhyde}}}{M_{\text{benzaldéhyde}}}$$

Or  $\rho_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{m_{\text{benzaldéhyde}}}{V_{\text{benzaldéhyde}}}$  donc  $m_{\text{benzaldéhyde}} = \rho_{\text{benzaldéhyde}} \times V_{\text{benzaldéhyde}}$

$$n_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{\rho_{\text{benzaldéhyde}} \times V_{\text{benzaldéhyde}}}{M_{\text{benzaldéhyde}}}$$

Or  $d_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{\rho_{\text{benzaldéhyde}}}{\rho_{\text{eau}}}$

$$\rho_{\text{benzaldéhyde}} = d_{\text{benzaldéhyde}} \times \rho_{\text{eau}}$$

$$n_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{d_{\text{benzaldéhyde}} \times \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{benzaldéhyde}}}{M_{\text{benzaldéhyde}}}$$

$$n_{\text{benzaldéhyde}} = \frac{1,05 \times 1000 \times 5,0 \times 10^{-3}}{106} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

	$\text{HO}^-_{(\text{aq})}$	$+ 2\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})}$	$\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow$	$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_{(\text{aq})}$	$+ \text{C}_7\text{H}_8\text{O}_{2(\text{aq})}$
Etat initial	<b>0,18</b>	<b><math>5,0 \times 10^{-2}</math></b>	Excès	0	0
Etat intermédiaire	<b><math>0,18 - x</math></b>	<b><math>5,0 \times 10^{-2} - 2x</math></b>	Excès	<b>x</b>	<b>x</b>
Etat final	<b><math>0,18 - x_f</math></b>	<b><math>5,0 \times 10^{-2} - 2x_f</math></b>	Excès	<b><math>x_f</math></b>	<b><math>x_f</math></b>

Calculons l'avancement maximal :

$$0,18 - x_{\text{max1}} = 0$$

$$x_{\text{max1}} = 0,18 \text{ mol}$$

$$5,0 \times 10^{-2} - 2x_{\text{max2}} = 0$$

$$x_{\text{max2}} = \frac{5,0 \times 10^{-2}}{2}$$

$$x_{\text{max2}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\max 2} < x_{\max 1}$$

Donc  $x_{\max} = x_{\max 2}$ , le benzaldéhyde est le réactif limitant

Calculons la masse théorique d'acide benzoïque que l'on pourrait obtenir si la synthèse était totale :

$$m_{\text{acide benzoïque}}^{\text{théorique}} = n_{\text{acide benzoïque}} \times M_{\text{acide benzoïque}}$$

$$m_{\text{acide benzoïque}} = x_{\max} \times M_{\text{acide benzoïque}}$$

$$m_{\text{acide benzoïque}} = 2,5 \times 10^{-2} \times 122$$

$$m_{\text{acide benzoïque}} = 3,1 \text{ g}$$

Calculons le rendement :

$$\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{acide benzoïque}}^{\text{théorique}}}$$

$$\eta = \frac{1,1}{3,1}$$

$$\eta = 0,35 = 35\%$$

La réaction n'est pas totale.