

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45

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

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: PHYSIQUE-CHIMIE

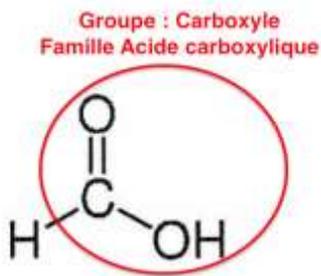
CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats

L'acide formique (10 points)

Partie A

1.



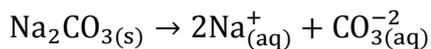
2.

Acide méthanoïque

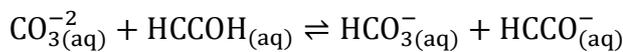
méthan : 1 atome de carbone

Acide oïque : Présence du groupe carboxyle COOH

3.



4.



L'ion carbonate réagit avec l'acide formique, il le neutralise et ainsi calme les démangeaisons.

Partie B

5.

$$c_0 = \frac{n_A}{V_{\text{sol}}} \quad \text{Or } n_A = \frac{m_A}{M_A} \quad \Rightarrow c_0 = \frac{m_A}{M_A \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } P_A = \frac{m_A}{m_{\text{sol}}}, \quad m_A = P_A \times m_{\text{sol}} \quad \Rightarrow c_0 = \frac{P_A \times m_{\text{sol}}}{M_A \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } \rho_{\text{sol}} = \frac{m_{\text{sol}}}{V_{\text{sol}}} \quad \Rightarrow c_0 = \frac{P_A \times \rho_{\text{sol}}}{M_A}$$

$$\text{Or } d_{\text{sol}} = \frac{\rho_{\text{sol}}}{\rho_{\text{eau}}}, \quad \rho_{\text{sol}} = d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}$$

$$\Rightarrow c_0 = \frac{P_A \times d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}}{M_A}$$

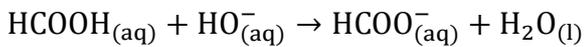
$$c_0 = \frac{0,65 \times 1,15 \times 1000}{46,0} = 16,3 \text{ mol. L}^{-1}$$

6.

Deux règles de sécurité :

- Mettre des gants, blouse et lunettes
- Ne jamais verser de l'eau dans l'acide concentré, mais toujours de l'acide dans l'eau.

7.



8.

L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs pour la réaction mis en jeu.
A l'équivalence, il y a changement du réactif limitant.

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{HCOOH}}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$
$$c_0 \times V_A = c_B \times V_{\text{BOeq}}$$
$$c_B \times V_{\text{BOeq}} = c_0 \times V_A$$
$$V_{\text{BOeq}} = \frac{c_0 \times V_A}{c_B}$$
$$V_{\text{BOeq}} = \frac{16,3 \times 10,0 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-1}}$$
$$V_{\text{BOeq}} = 1,63 \text{ L}$$

Le volume versé à l'équivalence est trop grand pour l'envisager pour un dosage.

9.

Pour une dilution au 100^{ième} :

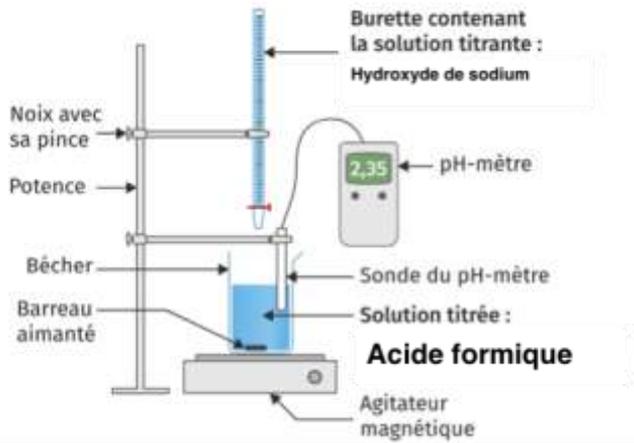
$$c_1 = \frac{c_0}{100} = \frac{16,3}{100} = 1,63 \cdot 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$$

Ainsi

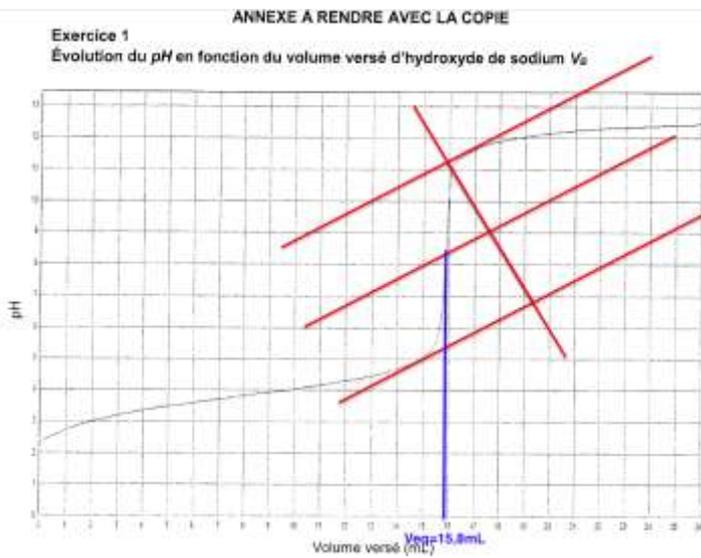
$$V_{\text{B1eq}} = \frac{c_1 \times V_A}{c_B}$$
$$V_{\text{B1eq}} = \frac{1,63 \cdot 10^{-1} \times 10,0 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-1}}$$
$$V_{\text{B1eq}} = 1,63 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$
$$V_{\text{B1eq}} = 16,3 \text{ mL}$$

On trouve bien V_{B1eq} compris entre 15 mL et 20 mL.

10.



11.



Avec la méthode des tangentes parallèles on trouve : $V_{eq} = 15,8 \text{ mL}$.

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{HCOOH}}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$

$$c_1 \times V_A = c_B \times V_{\text{eq}}$$

$$c_1 = \frac{c_B \times V_{\text{eq}}}{V_A}$$

$$c_1 = \frac{1,00 \cdot 10^{-1} \times 15,8}{10,0}$$

$$c_1 = 1,58 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Or

$$c_1 = \frac{c_0}{100}$$

$$c_0 = 100 \times c_1$$

$$c_0 = 100 \times 1,58 \cdot 10^{-1}$$

$$c_0 = 15,8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Or (Question 5.)

$$c_0 = \frac{P_A \times d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}}{M_A}$$

$$\frac{P_A \times d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}}{M_A} = c_0$$

$$P_A = \frac{c_0 \times M_A}{d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}}$$

$$P_A = \frac{15,8 \times 46,0}{1,15 \times 1000}$$

$$P_A = 0,63$$

$$P_A = 63\%$$

Le pourcentage est proche de celui attendu.

L'écart peut être du :

- A l'incertitude sur la dilution
- A l'incertitude sur la concentration de la solution titrante
- A l'incertitude sur la lecture du volume à l'équivalence

Partie C

12.

Le catalyseur permet d'accélérer la réaction.

13.

On observe les premières gouttes de distillat pour une valeur de 55°C.

Données :

Espèce chimique	Masse molaire (g·mol ⁻¹)	Masse volumique (g·mL ⁻¹)	Température d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éthanol
Acide formique	46	1,22	100,7	Grande	Faible
Éthanol	46	0,81	78,0	Grande	***
Formiate d'éthyle	74	0,92	54,5	Faible	Faible
Eau	18	1,00	100,0	***	Grande

Il s'agit du Formiate d'éthyle.

Or le formiate d'éthyle est un produit de la réaction.



Ainsi, on chauffe, dans cette synthèse pour récupérer le produit formiate d'éthyle.

Remarque : ca permet d'augmenter le rendement de la synthèse.

14.

$$n = \frac{m}{M}$$

Or

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

D'où

$$n = \frac{\rho \times V}{M}$$

$$n_{i \text{ acide formique}} = \frac{\rho_{\text{acide formique}} \times V_{\text{acide formique}}}{M_{\text{acide formique}}}$$

$$n_{i \text{ acide formique}} = \frac{1,22 \times 20}{46}$$

$$n_{i \text{ acide formique}} = 0,53 \text{ mol}$$

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

$$n_{i \text{ éthanol}} = \frac{0,81 \times 20}{46}$$

$$n_{i \text{ éthanol}} = 0,35 \text{ mol}$$

15.

En utilisant un réactif en excès on diminue Q et ainsi, la réaction se déroule dans le sens direct : le rendement augmente.

$$Q = \frac{n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{eq}} \times n_{\text{eau}}^{\text{eq}}}{n_{\text{acide formique}}^{\text{eq}} \times n_{\text{éthanol}}^{\text{eq}}}$$

16.

$$x_{\text{max}1} = \frac{n_{i \text{ acide formique}}}{1} = 0,53 \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}2} = \frac{n_{i \text{ éthanol}}}{1} = 0,35 \text{ mol}$$

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

$$x_{\text{max}} = x_{\text{max}2} = 0,35 \text{ mol}$$

$$n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{max}} = x_{\text{max}} = 0,35 \text{ mol}$$

17.

$$n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{exp}} = \frac{m}{M_{\text{formiate d'éthyle}}}$$

$$n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{exp}} = \frac{22,5}{74}$$

$$n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{exp}} = 0,30 \text{ mol}$$

18.

$$r = \frac{n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{exp}}}{n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{max}}}$$
$$r = \frac{0,30}{0,35}$$
$$r = 0,86$$
$$r = 86\%$$

19.

En utilisant éliminant un produit on diminue Q et ainsi, la réaction se déroule dans le sens direct : le rendement augmente.

$$Q = \frac{n_{\text{formiate d'éthyle}}^{\text{eq}} \times n_{\text{eau}}^{\text{eq}}}{n_{\text{acide formique}}^{\text{eq}} \times n_{\text{éthanol}}^{\text{eq}}}$$

20.

$$\rho = \frac{m}{V}$$
$$\rho = \frac{22,5}{25,1}$$
$$\rho = 0,90 \text{ g. mL}^{-1}$$
$$\rho_{\text{formiate d'éthyle}} = 0,92 \text{ g. mL}^{-1}$$

On fait l'hypothèse que la différence est certainement due au fait que le produit n'est pas pur.

21.

Le formiate d'éthyle est un ester. La molécule comporte des liaisons :

- C=O
- C-O
- C-H

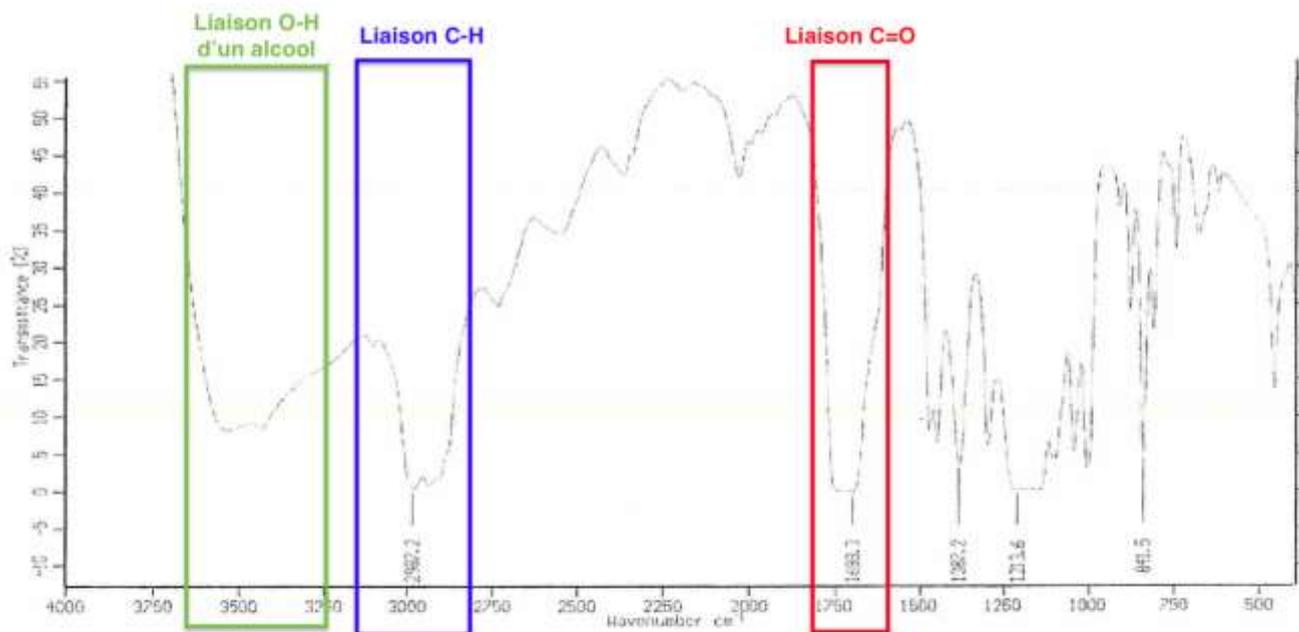


Figure 2. Spectre infrarouge du produit obtenu (distillat)

Données : bandes d'absorption en spectroscopie IR

liaison	C=O	O-H (acide carboxylique)	C-H	O-H (alcool)
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	1700-1800	2500-3200	2800-3000	3200-3700
	Bande forte et fine	Bande forte et large		Bande forte et large

Le spectre comporte des bandes :

- 3500 cm⁻¹ pour une liaison O-H d'un alcool
- 2987,2 cm⁻¹ pour une liaison C-H
- 1699,3 cm⁻¹ pour une liaison C=O

Ainsi le spectre montre que le produit contient un ester et un alcool : il n'est pas pur.

L'hypothèse de la question 20 est confirmée.

La masse de produit réellement obtenue est donc plus faible, la valeur du rendement doit être revue à la baisse.