

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE B : au choix du candidat (5 points)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE B au choix du candidat
Nettoyage des plaques de cuisson (5 points)

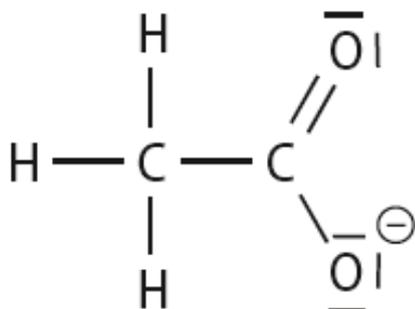
1. Etude des quelques propriétés acido-basiques de l'acide éthanoïque

Q1.

Acide éthanoïque : CH_3COOH

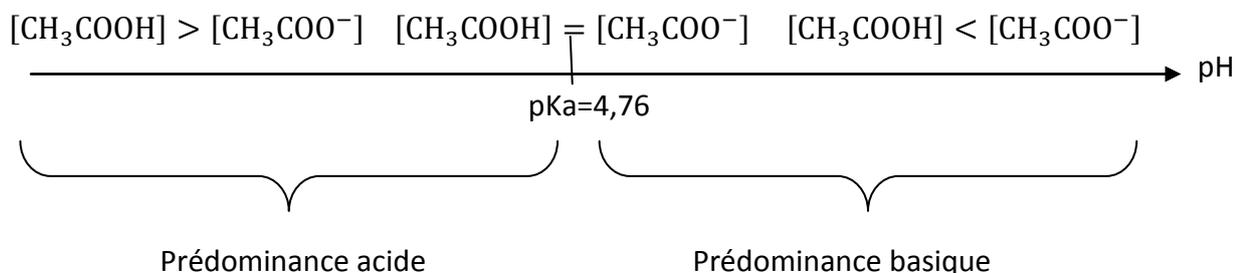
Ion éthanoate : CH_3COO^-

Schéma de Lewis de l'ion éthanoate :



Q2.

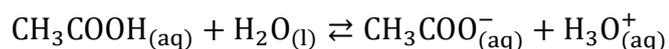
Diagramme de prédominance :



Le vinaigre ménager 14° à un pH=2,2.

pH < pKa : l'acide éthanoïque est prédominant.

Q3.



Q4.

Construisons un tableau d'avancement :

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}}^i = CV$$

| | $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ | $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons$ | $\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$ | $+ \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ |
|--------------------|--|--|---|--|
| Etat initial | $n_{\text{CH}_3\text{COOH}}^i = CV$ | Solvant | 0 | 0 |
| Etat intermédiaire | $CV - x$ | Solvant | x | x |
| Etat final | $CV - x_f$ | Solvant | x_f | x_f |

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$$

Trouvons x_f :

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^f = x_f$$

$$x_f = n_{\text{H}_3\text{O}^+}^f$$

$$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]V$$

$$\text{Or } [\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 \times 10^{-\text{pH}}$$

$$x_f = c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V$$

Trouvons x_{max} :

$$CV - x_{\text{max}} = 0$$

$$x_{\text{max}} = CV$$

$$\tau = \frac{c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V}{CV}$$

$$\tau = \frac{c^0 \times 10^{-\text{pH}}}{C}$$

$$\tau = \frac{1 \times 10^{-3,5}}{5,0 \times 10^{-3}}$$

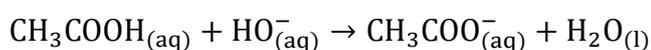
$$\tau = 0,063$$

$$\tau = 6,3\%$$

Le taux d'avancement final τ de cette réaction est de l'ordre de 6%.

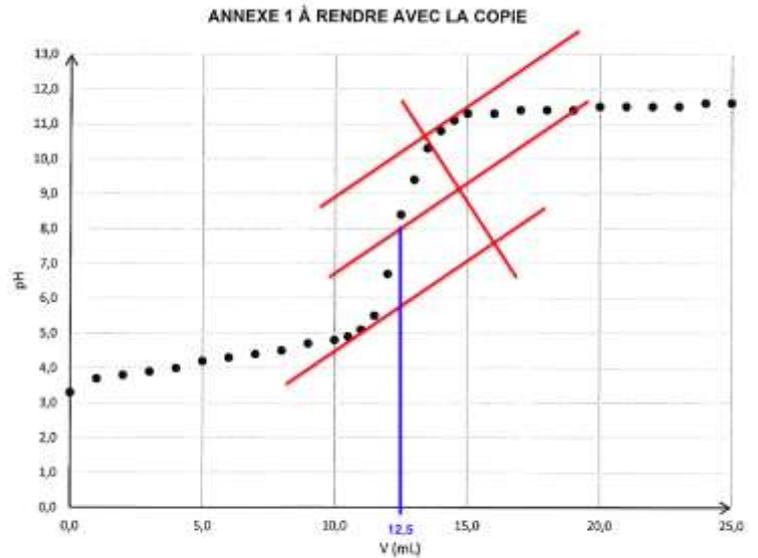
L'acide éthanoïque réagit peu avec l'eau : c'est un acide faible.

2. Dosage par titrage du vinaigre ménager 14°

Q5.

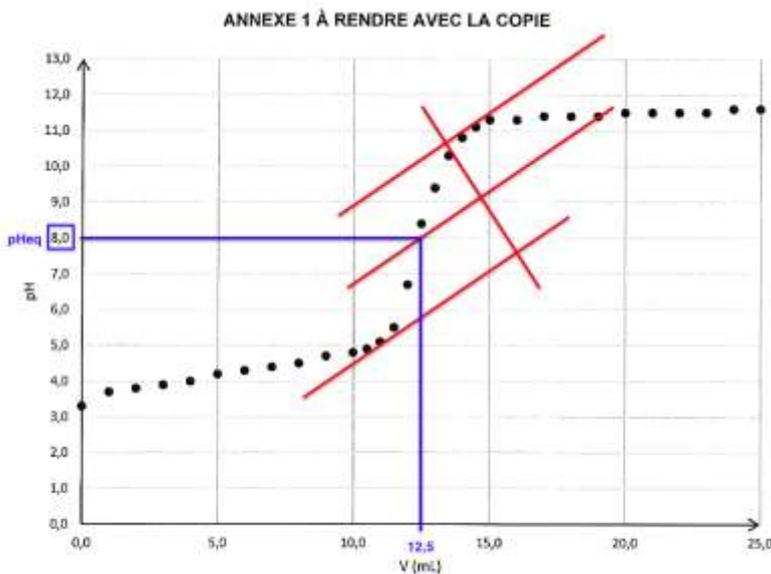
Q6.

Avec la méthode des tangentes parallèles on trouve : $V_{eq} = 12,5 \text{ mL}$.



Annexe 1. Évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé

Q7.



Annexe 1. Évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé

$pH_{eq} = 8,0$

| Indicateur coloré | Teinte de la forme acide | Zone de virage | Teinte de la forme basique |
|---------------------|--------------------------|----------------|----------------------------|
| Hélianthine | Rouge | 3,1 – 4,4 | Jaune |
| Vert de bromocrésol | Jaune | 3,8 – 5,4 | Bleu |
| Rouge de crésol | Jaune | 7,8 – 8,8 | Rouge |
| Rouge d'alizarine | Violet | 10,0 – 12,0 | Jaune |
| Carmin d'indigo | Bleu | 11,6 – 14,0 | Jaune |

Figure 2. Indicateurs colorés acido-basiques

Pour choisir un indicateur coloré, il faut que le pH_{eq} soit dans sa zone de virage.

Le rouge de crésol est un l'indicateur coloré le plus adapté pour réaliser ce titrage par colorimétrie..

Q8.

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$

$$c_{\text{Adilué}} \times V_A = c_B \times V_{\text{eq}}$$

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

$$c_{\text{Adilué}} = \frac{2,00 \cdot 10^{-2} \times 12,5}{10,0}$$

$$c_{\text{Adilué}} = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Or

$$c_{\text{Adilué}} = \frac{c}{100}$$

$$c = 100 \times c_{\text{Adilué}}$$

$$c = 100 \times 2,50 \cdot 10^{-2}$$

$$c = 2,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$P_A = \frac{m_A}{m_{\text{sol}}}$$

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

$$\text{Or } \rho_{\text{sol}} = \frac{m_{\text{sol}}}{V_{\text{sol}}} \Rightarrow m_{\text{sol}} = \rho_{\text{sol}} \times V_{\text{sol}}$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{n_A \times M_A}{\rho_{\text{sol}} \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } c = \frac{n_A}{V_{\text{sol}}} \quad \text{Or } n_A = c \times V_{\text{sol}}$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{c \times V_{\text{sol}} \times M_A}{\rho_{\text{sol}} \times V_{\text{sol}}}$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{c \times M_A}{\rho_{\text{sol}}}$$

$$\text{Avec } M_A = M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2M_C + 2M_O + 4M_H = 2 \times 12,0 + 2 \times 16,0 + 4 \times 1,0 = 60,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$P_A = \frac{2,50 \times 60,0}{1,0 \times 10^3}$$

$$P_A = 0,15$$

$$P_A = 15\%$$

Le pourcentage est proche de celui attendu $14^\circ=14\%$.

3. Etude cinétique de la transformation chimique entre le vinaigre et l'hydrogénocarbonate de sodium Q9.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Temps t (s) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| V(CO ₂) (mL) | 0 | 30 | 60 | 84 | 108 | 124 | 138 | 148 | 152 | 156 | 158 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |

Figure 4. Tableau de mesures du volume de dioxyde de carbone recueilli au cours du temps

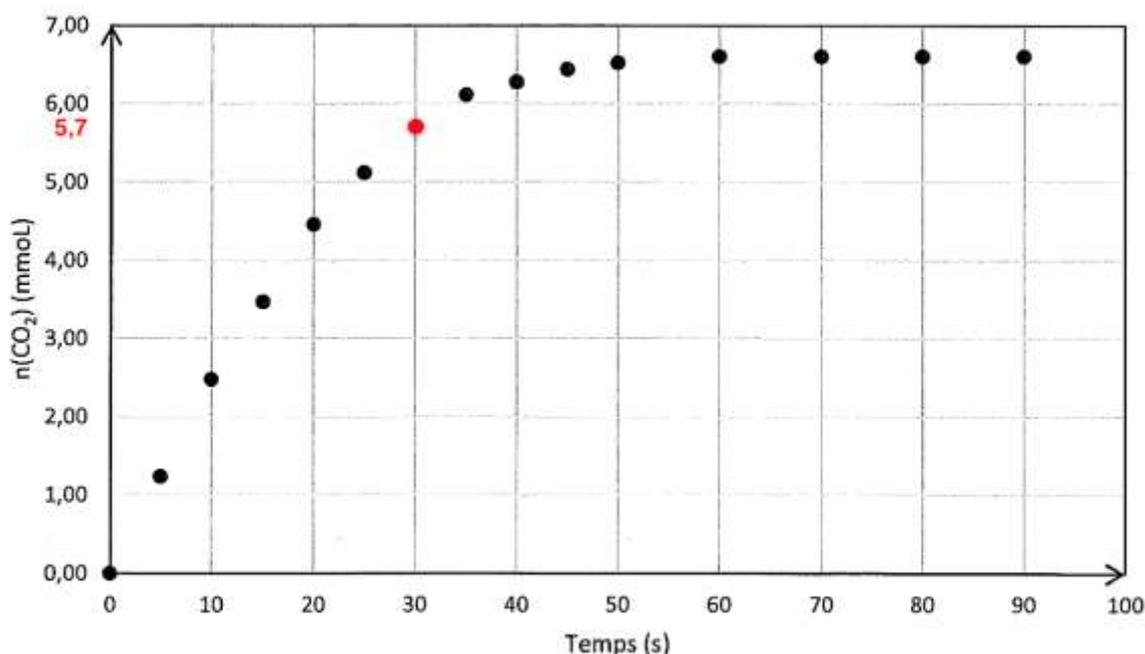
Pour 30s : $V_{CO_2} = 138$ mL

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m}$$

$$n_{CO_2} = \frac{138 \times 10^{-3}}{24,2}$$

$$n_{CO_2} = 5,7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE



Annexe 2. Évolution de la quantité de matière de dioxyde de carbone recueilli au cours du temps

Q10.

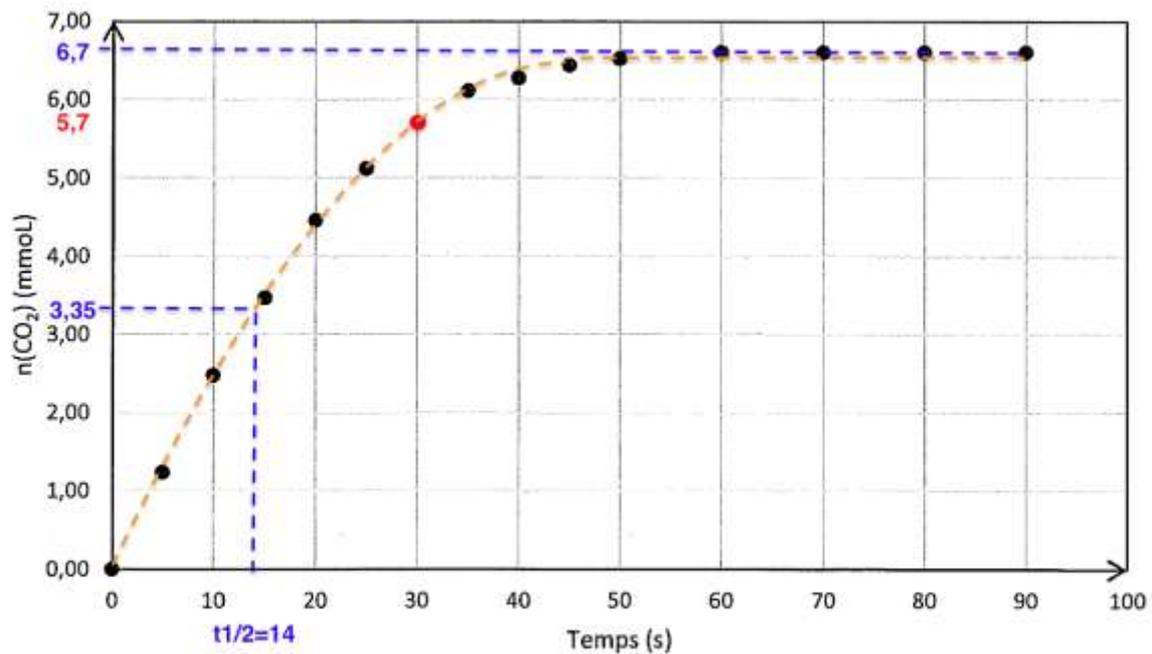
$t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale : $x(t_{1/2}) = x_f/2$.

$$n_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{n_{CO_2}^f}{2}$$

$$n_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{6,7}{2}$$

$$n_{CO_2}(t_{1/2}) = 3,35 \text{ mmol}$$

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE



Annexe 2. Évolution de la quantité de matière de dioxyde de carbone recueilli au cours du temps

$t_{1/2} = 14$ s : la réaction est lente.

D'après le sujet : « l'action mécanique nettoyante des plaques de cuisson ... d'autant plus efficace que la formation des bulles a lieu dans un temps assez court de l'ordre de quelques minutes. »

Le résultat est en accord avec l'utilisation efficace du produit ménager.