

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE 2 : 5 points

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

Exercice 2 Un assouplissant "fait maison" (5 points)

A. Vinaigre commercial

Q1.

D'après l'énoncé : « La solution commerciale est diluée 10 fois. »

$$F = \frac{V_1}{V_0}$$

$$V_0 = \frac{V_1}{F}$$

$$V_0 = \frac{50,0 \times 10^{-3}}{10}$$

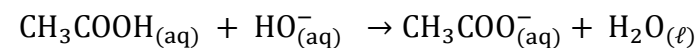
$$V_0 = 5,00 \times 10^{-3} \text{L}$$

$$V_0 = 5,00 \text{ mL}$$

On choisit :

- une fiole jaugée $V_1=50,0 \text{ mL}$
- une pipette jaugée $V_0=5,00 \text{ mL}$

Q2.



Q3.

A l'équivalence :

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

$$C_S V_S = C_B V_{\text{eq}}$$

$$C_S = \frac{C_B V_{\text{eq}}}{V_S}$$

On détermine graphiquement V_{eq} qui se repère au maximum de la courbe $\frac{dpH}{dV}$:

$$V_{\text{eq}} = 14,0 \text{ mL}$$

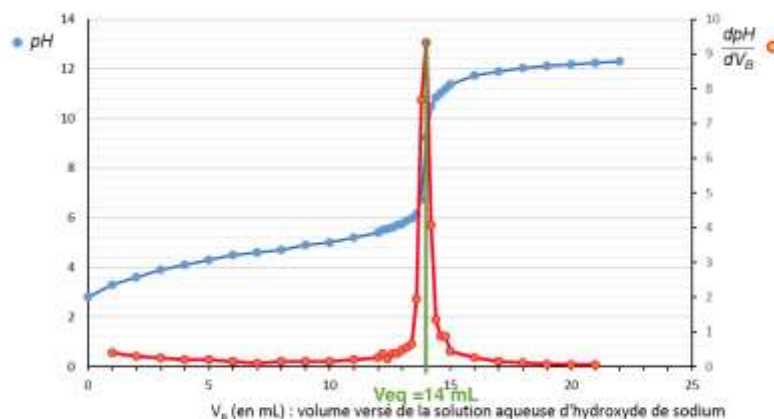


Figure 1. courbe de suivi pH-métrique du titrage de la solution S

$$C_S = \frac{C_B V_{eq}}{V_S}$$

$$C_S = \frac{0,10 \times 14,0 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}}$$

$$C_S = 0,14 \text{ mol. L}^{-1}$$

Or d'après l'énoncé : « La solution commerciale est diluée 10 fois. »

$$C_{com} = 10 \times C_S$$

$$C_{com} = 10 \times 0,14$$

$$C_{com} = 1,40 \text{ mol. L}^{-1}$$

Q4.

$$P_{\text{acide éthanöique}} = \frac{m_{\text{acide éthanöique}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$m_{\text{acide éthanöique}} = n_{\text{acide éthanöique}} \times M_{\text{acide éthanöique}}$$

$$P_{\text{acide éthanöique}} = \frac{n_{\text{acide éthanöique}} \times M_{\text{acide éthanöique}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$n_{\text{acide éthanöique}} = C_{com} \times V_{sol}$$

$$P_{\text{acide éthanöique}} = \frac{C_{com} \times V_{sol} \times M_{\text{acide éthanöique}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$m_{\text{solution}} = \rho_{\text{solution}} \times V_{sol}$$

$$P_{\text{acide éthanöique}} = \frac{C_{com} \times V_{sol} \times M_{\text{acide éthanöique}}}{\rho_{\text{solution}} \times V_{sol}}$$

$$P_{\text{acide éthanöique}} = \frac{C_{com} \times M_{\text{acide éthanöique}}}{\rho_{\text{solution}}}$$

Avec :

$$M_{\text{acide éthanöique}} = M_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

$$M_{\text{acide éthanöique}} = 2M_C + 4M_H + 2M_O$$

$$M_{\text{acide éthanöique}} = 2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0$$

$$M_{\text{acide éthanöique}} = 60,0 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$P_{\text{acide éthanóïque}} = \frac{C_{\text{com}} \times M_{\text{acide éthanóïque}}}{\rho_{\text{solution}}}$$

$$P_{\text{acide éthanóïque}} = \frac{1,40 \times 60,0}{1,01 \times 10^3}$$

$$P_{\text{acide éthanóïque}} = 0,083$$

$$P_{\text{acide éthanóïque}} = 8,3\%$$

D'après le fabricant : « Un vinaigre commercial à 8 % est une solution aqueuse d'acide éthanóïque »

$$z = \frac{|x - x_{\text{ref}}|}{u(x)}$$

$$z = \frac{|P_{\text{mesure}} - P_{\text{ref}}|}{u(P_{\text{mesure}})}$$

$$z = \frac{|8,3 - 8|}{0,2}$$

$$z = 1,5$$

$z < 2$, P_{mesure} et P_{ref} sont compatibles.

Le pourcentage mesuré est compatible avec celui annoncé par le fabricant.

Q5.

	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$	$+\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$	$+\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
Etat initial	$C_S V$	Solvant	0	0
Etat intermédiaire	$C_S V - x$	Solvant	x	x
Etat final	$C_S V - x_{\text{eq}}$	Solvant	x_{eq}	x_{eq}

$$K_A = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} \times c^0}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = \frac{C_S V - x_{\text{eq}}}{V} = C_S - \frac{x_{\text{eq}}}{V}$$

Ainsi :

$$K_A = \frac{\frac{x_{\text{eq}}}{V} \times \frac{x_{\text{eq}}}{V}}{\left(C_S - \frac{x_{\text{eq}}}{V}\right) \times c^0}$$

Or

$$\frac{x_{\text{eq}}}{V} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{\left(C_S - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}\right) \times c^0}$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2}{\left(C_S - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}\right) \times c^0}$$

Q6.

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2 + K_A \times c^0 \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} - K_A \times C_S \times c^0 = 0$$

$$K_A = 10^{-pK_A} = 10^{-4,8}$$

$$C_S = 0,14 \text{ mol. L}^{-1} \text{ (Question Q3.)}$$

$$c^0 = 1 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2 + 10^{-4,8} \times 1 \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} - 10^{-4,8} \times 0,14 \times 1 = 0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^2 + 1,6 \times 10^{-5} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} - 2,2 \times 10^{-6} = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Delta = (1,6 \times 10^{-5})^2 - 4 \times 1 \times -2,2 \times 10^{-6}$$

$$\Delta = 8,8 \times 10^{-6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq1}} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq1}} = \frac{-1,6 \times 10^{-5} + \sqrt{8,8 \times 10^{-6}}}{2 \times 1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq1}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq2}} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq2}} = \frac{-1,6 \times 10^{-5} - \sqrt{8,8 \times 10^{-6}}}{2 \times 1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq2}} = -1,5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

On ne garde que la valeur positive car la concentration est positive : $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{c^0}\right)$$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{1,5 \times 10^{-3}}{1}\right)$$

$$\text{pH} = 2,8$$

Sur la courbe de titrage la valeur du pH de la solution diluée S est lue lorsque le titrage n'a pas débuté pour $V_B=0 \text{ mL}$: $\text{pH} = 2,8$

La valeur du pH de la solution diluée S est cohérente avec celle lue sur la courbe de titrage.

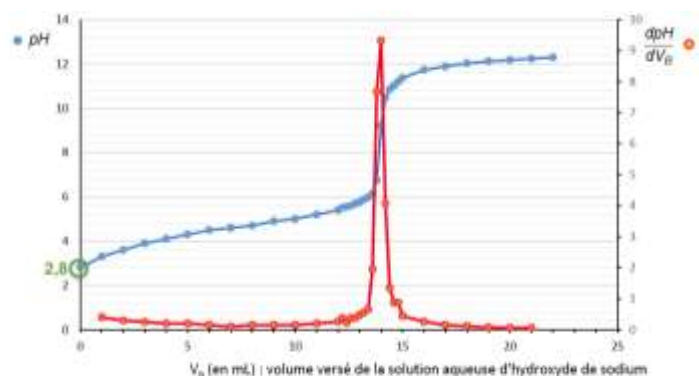
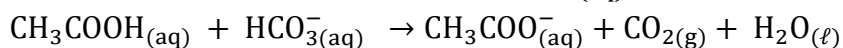


Figure 1. courbe de suivi pH-métrique du titrage de la solution S

B. Bicarbonate de soude

Q7.

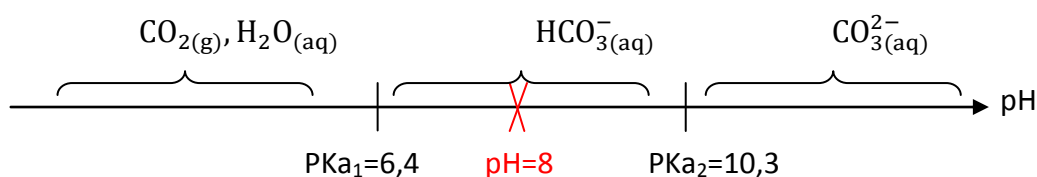
Réaction entre l'hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq) et le vinaigre CH_3COOH (aq)



La réaction produit du dioxyde de carbone gazeux $\text{CO}_2(\text{g})$ responsable de l'effervescence observée après l'ajout du vinaigre.

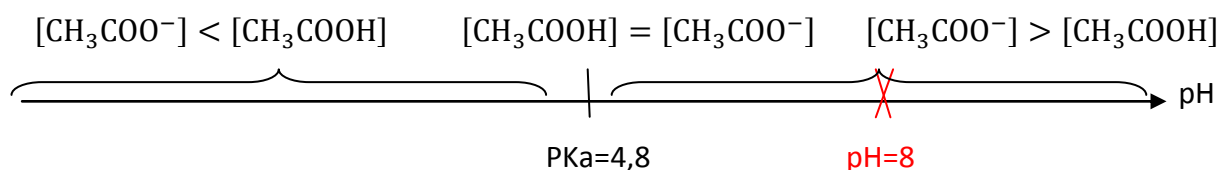
Q8.

Diagramme de prédominance des couples $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\text{aq})/\text{HCO}_3^-$ (aq) et HCO_3^- (aq)/ CO_3^{2-} (aq)



Pour $\text{pH} = 8$ HCO_3^- (aq) est prédominant

Diagramme de prédominance du couple CH_3COOH (aq)/ CH_3COO^- (aq)



Pour $\text{pH} = 8$ CH_3COO^- (aq) est prédominant

Q9.

D'après le texte : « Le calcaire, de formule CaCO_3 , contribue à diminuer progressivement les espaces entre les fibres textiles. Pour l'éviter, il faut éviter la présence d'ions carbonate CO_3^{2-} et d'ions calcium Ca^{2+} . Des espèces chimiques anioniques telles que l'ion éthanoate CH_3COO^- peuvent « capter » des ions calcium. »

Dans l'eau de rinçage, pour $\text{pH} = 8$ HCO_3^- (aq) et CH_3COO^- (aq) sont prédominants.

Ainsi, d'une part l'assouplissant évite la présence d'ions carbonate CO_3^{2-} car HCO_3^- (aq) prédomine et d'autre part les ions éthanoate CH_3COO^- « capturent » des ions calcium Ca^{2+} .