

Devoir surveillé n°6 – Correction

Exercice 1 Acide butanoïque

D'après BAC Polynésie 2023 et 2021

1. (1 pt) Les couples mis en jeu sont $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}(\text{aq})/\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-(\text{aq})$ et $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\ell)$.

2. (1 pt) (0,5) Expression de K_A : $K_A = \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f \times [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f \times c^\circ}$. (0,5) On applique la fonction $x \mapsto -\log x$ de part et d'autre de l'égalité précédente, on obtient :

$$-\log K_A = -\log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{c^\circ} - \log \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} \Leftrightarrow \text{p}K_A = \text{pH} - \log \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f}$$

soit :

$$\boxed{\text{pH} = \text{p}K_A + \log \left(\frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} \right)}$$

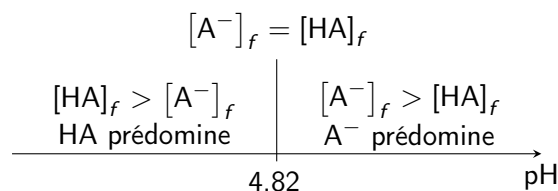
3. (1 pt) La relation précédente donne : $\log \left(\frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} \right) = \text{pH} - \text{p}K_A \Leftrightarrow \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_A}$

Application numérique : $\frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} = 10^{3,9 - 4,82} \approx \underline{0,12}$.

On a donc $\frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} < 1$, soit $[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f < [\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f$.

C'est l'espèce $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ qui prédomine dans la solution à $\text{pH} = 3,9$.

4. (1 pt) En notant HA l'acide butanoïque et A^- l'ion butanoate, le diagramme de prédominance est :



Pour $\text{pH} = 3,9$, c'est bien HA qui prédomine.

5. (1 pt)

Équation de réaction		$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière présentes dans le système (en mol)			
Initial	$x = 0$	n_i	Excès	0	0
Intermédiaire	$x(t)$	$n_i - x$	Excès	x	x
Final	$x = x_f$	$n_i - x_f$	Excès	x_f	x_f
Maximal	$x = x_{\max}$	$n_i - x_{\max} = 0$	Excès	$x_{\max}$	$x_{\max}$

6. (2 pt)

D'après le tableau d'avancement :

- $[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f = \frac{n_i - x_f}{V} = c - \frac{x_f}{V}$

- $[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{x_f}{V}$

On en déduit :
$$K_A = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(c - \frac{x_f}{V}\right) \times c^\circ}$$

7. (2 pt) L'expression précédente peut se réécrire : $K_A \times c^\circ \times \left(c - \frac{x_f}{V}\right) = \left(\frac{x_f}{V}\right)^2$

En posant $X = \frac{x_f}{V}$, on obtient l'équation du second degré en X :

$$X^2 + K_A c^\circ X - K_A c = 0 \quad , \text{ soit : } X^2 + 10^{-4,82} \times X - 10^{-4,82} \times 1,0 \times 10^{-3} = 0$$

Une résolution à la calculatrice donne les deux solutions : $X_1 \approx -1,308 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $X_2 \approx 1,157 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

En ne gardant que la solution positive, on obtient $x_f = 1,157 \times 10^{-4} \times V \approx \underline{1,16 \times 10^{-4} \text{ mol}}$.

De plus, $x_{\max} = n_i = c \times V = \underline{1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}}$.

Taux d'avancement : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} \Rightarrow \underline{\tau \approx 0,12 = 12 \%}$.

8. (1 pt) $\text{pH} = -\log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^\circ}$ avec $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{x_f}{V} \approx 1,16 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Application numérique : $\underline{\text{pH} \approx 3,9}$.