

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

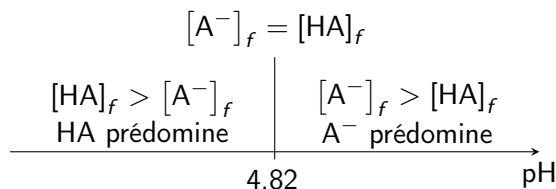
3. (1 pt) La relation précédente donne : $\log \left(\frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} \right) = \text{pH} - \text{p}K_A \Leftrightarrow \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]_f}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_f} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_A}$

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

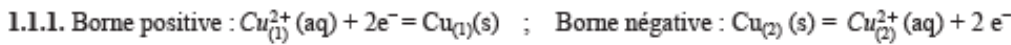
Taux d'avancement : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} \implies \tau \approx 0,12 = 12\%$.

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

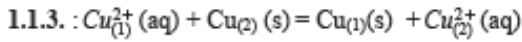
Application numérique : $\text{pH} \approx \underline{3,9}$.

D'après BAC Maroc 2004, partiel.

1. PILE DE CONCENTRATION



1.1.2. Borne positive : réduction ; Borne négative : oxydation

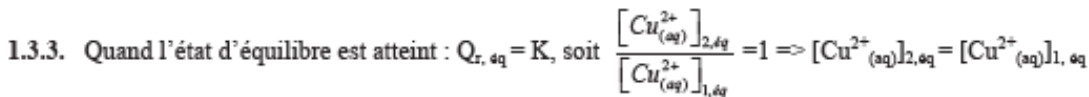
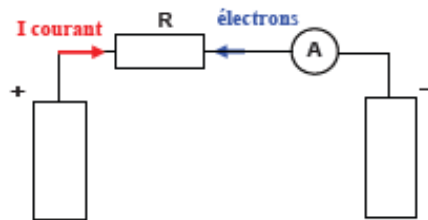


1.2.1. $Q_{r,i} = \frac{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{2,i}}{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{1,i}}$ soit $Q_{r,i} = \frac{1,0 \times 10^{-4}}{1,0} = 1,0 \times 10^{-2}$

1.2.2. $Q_{r,i} < K$: le système évolue dans le sens direct, ce qui est cohérent avec la polarité proposée.

1.3.1. et 1.3.2.

Seul le circuit extérieur est représenté :



À l'équilibre, les concentrations en ions cuivre (II) dans les deux compartiments sont égales.

2. DÉPÔT DE CUIVRE PAR ÉLECTROLYSE

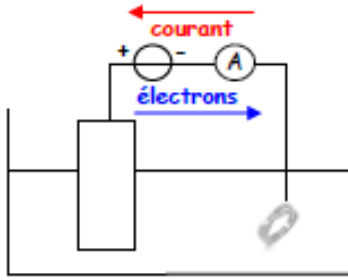
2.1.1. Il est nécessaire d'ajouter un générateur dans le circuit extérieur.

2.1.2. On veut déposer du cuivre solide sur la bague, la réaction est : $Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^- = Cu_{(s)}$, il s'agit d'une réduction ayant lieu à la cathode (reliée au pôle - du générateur).

Sur l'autre électrode, il se produit une oxydation (Anode) : $Cu_{(s)} = Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^-$

Le générateur force l'évolution du système dans le sens inverse.

2.1.3.



$$2.2.1. I = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{Q = I \cdot \Delta t} \text{ soit } Q = 400 \times 10^{-3} \times 3600 = 1,44 \times 10^3 \text{ C}$$

$$2.2.2. \boxed{n(e^-) = \frac{Q}{N \cdot e}} \text{ soit } n(e^-) = \frac{1,44 \times 10^3}{6,02 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-19}} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$2.2.3. n_{\text{dis}}(\text{Cu}^{2+}) = \frac{1}{2} \cdot n(e^-)$$

$$2.2.4. n_{\text{dep}}(\text{Cu}) = n_{\text{dis}}(\text{Cu}^{2+}) \Rightarrow \boxed{n_{\text{dep}}(\text{Cu}) = \frac{1}{2} \cdot n(e^-)} \text{ soit } n_{\text{dep}}(\text{Cu}) = \frac{1}{2} \times 1,5 \times 10^{-2} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$2.2.5. \boxed{m(\text{Cu}) = n_{\text{dep}}(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu})} \text{ soit } m(\text{Cu}) = 7,5 \times 10^{-3} \times 63,5 = 4,8 \times 10^{-1} \text{ g}$$