

Constitution et transformations de la matière

Chapitre 14. Force des acides et des base

EXERCICES

25 Composition d'une solution d'acide glycolique



L'acide glycolique est un **acide faible** de formule brute $C_2H_4O_3$. Il est très présent dans les produits cosmétiques car il améliore la texture et l'apparence de la peau.

On considère un volume V d'une solution d'acide glycolique de concentration en quantité de matière $c = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à la température de 25°C .

Données : $C_2H_4O_3(aq) / C_2H_3O_3^-(aq)$; $pK_A = 3,8$ à 25°C .

1. **Exprimer** les concentrations effectives d'acide glycolique $[C_2H_4O_3(aq)]_f$ et de sa base conjuguée $[C_2H_3O_3^-(aq)]_f$ en fonction du taux d'avancement final τ de la transformation entre l'acide glycolique et l'eau.

2. **Établir** l'équation à laquelle obéit le taux d'avancement final τ de la transformation.

3. **Résoudre cette équation** pour déterminer le taux d'avancement final τ .

4. **Calculer** les concentrations effectives d'acide glycolique $[C_2H_4O_3(aq)]_f$ et de sa base conjuguée $[C_2H_3O_3^-(aq)]_f$.

EXEMPLE DE RÉACTION



L'avancement maximal est $x_{\text{max}} = c \cdot V$, donc $c = \frac{x_{\text{max}}}{V}$.

Le taux d'avancement final est $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$, donc $x_f = x_{\text{max}} \cdot \tau$.

$$\bullet [C_2H_3O_3^-(aq)]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{x_{\text{max}} \cdot \tau}{V} = c \cdot \tau$$

$$\bullet [C_2H_4O_3(aq)]_f = \frac{c \cdot V - x_f}{V} = \frac{x_{\text{max}} - x_{\text{max}} \cdot \tau}{V} = \frac{x_{\text{max}} \cdot (1 - \tau)}{V} = c \cdot (1 - \tau)$$

2. La constante d'acidité K_A du couple s'écrit : $K_A = \frac{(c \cdot \tau)^2}{c \cdot (1 - \tau)}$, on en déduit l'équation du second degré : $c \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$.

3. On calcule :

$$\bullet \text{ la valeur de } K_A = 10^{-pK_A} = 10^{-3,8} = 1,58 \times 10^{-4}$$

$$\bullet \text{ le discriminant } \Delta = K_A^2 + 4 \cdot c \cdot K_A = (1,58 \times 10^{-4})^2 + 4 \times 1,0 \times 10^{-3} \times 1,58 \times 10^{-4}$$

$$\Delta = 6,6 \times 10^{-7}, \text{ d'où la seule solution positive } \tau = \frac{-K_A + \sqrt{\Delta}}{2c} = 0,33 \text{ soit } \tau = 33\%$$

$$4. \bullet [C_2H_3O_3^-(aq)]_f = c \cdot \tau = 1,0 \times 10^{-3} \times 0,33 = 3,3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\bullet [C_2H_4O_3(aq)]_f = c \cdot (1 - \tau) = 1,0 \times 10^{-3} \times (1 - 0,33) = 6,7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- ▶ Un **acide faible** ne réagit pas totalement avec l'eau.
- ▶ Le **pK_A** d'un couple acide-base relie les concentrations en acide et base conjuguée.

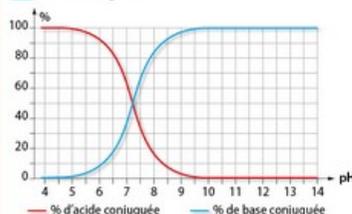
LES VERBES D'ACTION

- ▶ **Exprimer** : donner la relation littérale d'une grandeur en fonction d'autres grandeurs.
- ▶ **Établir** : mettre en œuvre un raisonnement pour trouver un résultat.
- ▶ **Résoudre une équation** : trouver la valeur de la (ou des) solution(s) en suivant la méthode adaptée au type d'équation.
- ▶ **Calculer** : trouver la valeur d'une grandeur en effectuant des opérations mathématiques.

QUELQUES CONSEILS

1. Écrire l'équation et exprimer l'avancement maximal et l'avancement final. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.
2. Exprimer la constante d'acidité K_A en fonction du taux d'avancement final τ .

27 L'eau de Javel



L'eau de Javel est une solution aqueuse fréquemment utilisée comme désinfectant ou comme décolorant. L'espèce active contenue dans l'eau de Javel est l'ion hypochlorite $ClO^-(aq)$, c'est une **base faible**. Le diagramme de distribution du couple $HClO(aq) / ClO^-(aq)$ est donné ci-contre.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- ▶ Une **base faible** ne réagit pas totalement avec l'eau.
- ▶ Le **diagramme de distribution** permet d'évaluer la proportion d'acide et de base conjuguée dans une solution de pH donné.

LES VERBES D'ACTION

- ▶ **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- ▶ **En déduire** : intégrer les résultats précédents pour répondre.

1. **Déterminer** la valeur du pK_A du couple $HClO(aq) / ClO^-(aq)$.
2. a. **Déterminer** le pourcentage de chaque espèce conjuguée dans une solution d'eau de Javel de $pH = 8,5$ et de concentration en quantité de matière $c = 6,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
b. **En déduire** la concentration en quantité de matière de chaque espèce conjuguée dans cette solution.

EXEMPLE DE RÉACTION



La constante d'acidité s'écrit :

$$K_A = \frac{[ClO^-(aq)]_f \cdot [H_3O^+(aq)]_f}{[HClO(aq)]_f}$$

Lorsque $[HClO(aq)]_f = [ClO^-(aq)]_f$, $K_A = [H_3O^+(aq)]_f$, donc $pK_A = pH$.

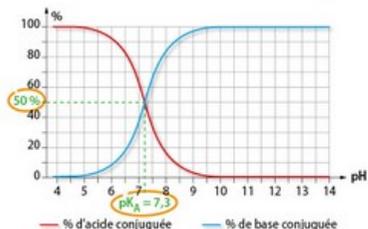
On lit graphiquement $pK_A = 7,3$.

2. a. Par lecture graphique, le pourcentage de $HClO$ vaut **8%** et celui de ClO^- **92%**.
b. La concentration effective de chaque espèce conjuguée s'obtient en multipliant la concentration c par le pourcentage de chaque espèce.

D'où :

$$\bullet [HClO(aq)]_f = 0,08 \times 6,0 \times 10^{-5} = 4,8 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\bullet [ClO^-(aq)]_f = 0,92 \times 6,0 \times 10^{-5} = 5,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



QUELQUES CONSEILS

1. Écrire l'expression de K_A lorsque acide et base conjuguée sont en proportions égales.
2. Exploiter le diagramme de distribution ; les proportions d'acide et de base conjuguée ne dépendent que du pH.

EXERCICE SIMILAIRE

26 Composition d'une solution d'acide benzoïque

L'acide benzoïque est un **acide faible** de formule brute $C_7H_6O_2$. C'est un conservateur alimentaire parfois utilisé comme additif sous le code E210.

On considère une solution d'acide benzoïque de volume V et de concentration en quantité de matière $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à la température de 25°C .

Données : $C_7H_6O_2(aq) / C_7H_5O_2^-(aq)$; $pK_A = 4,2$ à 25°C .

1. Exprimer les concentrations effectives d'acide benzoïque $[C_7H_6O_2(aq)]_f$ et de sa base conjuguée $[C_7H_5O_2^-(aq)]_f$ en fonction du taux d'avancement final τ de la transformation entre l'acide benzoïque et l'eau.

2. Établir l'équation à laquelle obéit le taux d'avancement final τ de la transformation.

3. Résoudre cette équation pour déterminer le taux d'avancement final τ .

4. Calculer les concentrations effectives d'acide benzoïque $[C_7H_6O_2(aq)]_f$ et de sa base conjuguée $[C_7H_5O_2^-(aq)]_f$.



EXERCICE SIMILAIRE

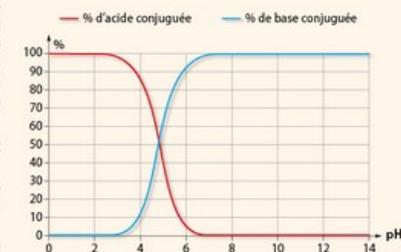
28 L'acide caprique

L'acide caprique est un **acide carboxylique** de formule brute $C_{10}H_{20}O_2$ présent en petite quantité dans le lait de chèvre. Il est en revanche abondant dans les huiles tropicales comme l'huile de noix de coco et l'huile de palme. L'acide caprique est, entre autres, responsable des bienfaits pour la santé attribués à l'huile de coco. Le diagramme de distribution du couple $C_{10}H_{20}O_2(aq) / C_{10}H_{19}O_2^-(aq)$ est donné ci-contre.

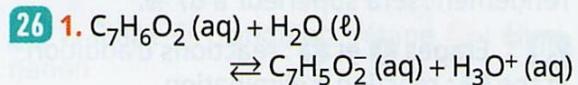
1. Déterminer la valeur du pK_A du couple auquel appartient l'acide caprique.

2. a. Déterminer le pourcentage de chaque espèce conjuguée dans un lait de chèvre de $pH = 6,0$ et de concentration en quantité de matière d'acide caprique $c = 1,52 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

b. En déduire la concentration en quantité de matière de chaque espèce conjuguée dans cette solution.



CORRECTION Exercice 26



$$x_{\text{max}} = c \cdot V \text{ donc } c = \frac{x_{\text{max}}}{V}.$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} \text{ donc } x_f = x_{\text{max}} \cdot \tau.$$

$$[\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^- (\text{aq})]_f = c \cdot \tau$$

$$[\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 (\text{aq})]_f = c \cdot (1 - \tau)$$

2. $c \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$

3. $\tau = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4cK_A}}{2c} = 0,16 \text{ soit } 16 \%$.

4. $[\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^- (\text{aq})]_f = 3,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$[\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 (\text{aq})]_f = 1,7 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

CORRECTION Exercice 28

28 1. $\text{p}K_A = 4,9$.

2. a. Par lecture graphique, on a : 7 % de $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2 (\text{aq})$ et 93 % de $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_2^- (\text{aq})$.

b. $[\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2 (\text{aq})]_f = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$[\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_2^- (\text{aq})]_f = 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$