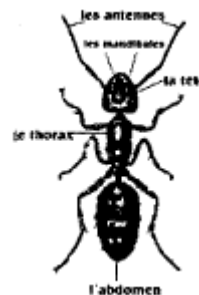


EXERCICE III – A PROPOS DE L'ACIDE FORMIQUE

Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules et la projection d'acide formique. Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime. Une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrière et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 centimètres grâce à son abdomen.



L'acide formique (ou acide méthanoïque) soluble dans l'eau a pour formule semi-développée HCOOH . On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

Données :

- Masses molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$
- Constante d'acidité à 25°C : $K_A(\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 1,8 \times 10^{-4}$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C (conditions de l'expérience) :
 $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda(\text{HCOO}^-) = 5,46 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

On rappelle l'expression de la conductivité σ d'une solution en fonction des concentrations molaires des espèces ioniques X_i dissoutes $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$

1. Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 100 \text{ mL}$, on introduit une masse m d'acide formique, puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise. On dispose d'une solution S_0 d'acide formique de concentration molaire $C_0 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

- a) Calculer la masse m .
- b) Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide formique en présence d'eau.
- c) Compléter le **tableau 1** d'avancement joint en **annexe** (à rendre avec la copie) correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C_0 , V_0 , x_{max} et $x_{\text{éq}}$. On note $x_{\text{éq}}$ l'avancement à l'état d'équilibre et x_{max} l'avancement de la réaction supposée totale.
- d) Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ et de C_0 .
- e) Donner l'expression du quotient de réaction à l'état d'équilibre $Q_{r, \text{éq}}$.

Montrer que ce quotient peut s'écrire sous la forme : $Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

2. Exprimer la conductivité σ de la solution d'acide formique à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.

3. La mesure de la conductivité de la solution S_0 donne $\sigma = 0,05 \text{ S.m}^{-1}$ à 25°C .

- a) En utilisant les relations obtenues précédemment, compléter le **tableau 2** fourni en **annexe**.
- b) Comparer la valeur expérimentale de $Q_{r, \text{éq}}$ avec la valeur de la constante K_A du couple $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.

4. On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide formique de concentration $C_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Les résultats obtenus sont indiqués dans le **tableau 2** (fourni en annexe).

En déduire l'influence de la concentration de la solution sur :

- a) le taux d'avancement de la réaction ;
- b) le quotient de réaction dans l'état d'équilibre.

ANNEXE

Tableau 1

Équation de la réaction					
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0				
État final (si la transformation était totale)	x_{\max}				
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{\text{éq}}$				

Tableau 2

Solution	S_0	S_1
C_i (mol.L ⁻¹)	0,010	0,10
σ (S.m ⁻¹)	0,050	0,17
$[H_3O^+]_{\text{éq}}$ (mol.m ⁻³)		4,2
$[H_3O^+]_{\text{éq}}$ (mol.L ⁻¹)		$4,2 \cdot 10^{-3}$
τ (%)		4,2
$Q_{r, \text{éq}}$		$1,8 \cdot 10^{-4}$