

# Fiche Méthode : Comment déterminer, par conductimétrie, des concentrations molaires effectives ?

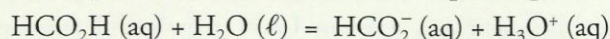
La conductivité  $\sigma$ , à 25 °C, d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque  $\text{HCO}_2\text{H}$ , de concentration molaire apportée  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , est égale à  $477 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

Comment déterminer dans l'état d'équilibre, les valeurs, en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , des concentrations molaires effectives des espèces chimiques en solution ?

**Données :** à 25 °C :  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda_{\text{HCO}_2^-} = 5,46 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

## → Écrire l'équation de la réaction.

Lors de la préparation de la solution, il se produit une réaction acido-basique d'équation :



## → Faire l'inventaire des espèces chimiques.

Des ions méthanoate et oxonium se sont formés. Il reste de l'eau et éventuellement des molécules d'acide méthanoïque.

## → Utiliser un tableau d'avancement.

En notant  $V$  le volume de la solution, le tableau d'avancement s'écrit :

Équation de la réaction		$\text{HCO}_2\text{H} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell) = \text{HCO}_2^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$			
État	Avancement	$n(\text{HCO}_2\text{H})$	$n(\text{H}_2\text{O})$	$n(\text{HCO}_2^-)$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$
initial	0	$C \cdot V$	excès	0	0
à l'équilibre	$x_{\text{éq}}$	$C \cdot V - x_{\text{éq}}$	excès	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

D'après ce tableau, on peut écrire :

$$n_{\text{éq}}(\text{HCO}_2^-) = n_{\text{éq}}(\text{H}_3\text{O}^+) = x_{\text{éq}} \quad \text{et} \quad n_{\text{éq}}(\text{HCO}_2\text{H}) = C \cdot V - x_{\text{éq}} = C \cdot V - n_{\text{éq}}(\text{HCO}_2^-)$$

On obtient les concentrations en divisant les quantités de matière par le volume  $V$  :

$$[\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \quad \text{et} \quad [\text{HCO}_2\text{H}]_{\text{éq}} = C - [\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}}$$

## → Utiliser la conductivité.

La conductivité  $\sigma$  de la solution est liée aux concentrations molaires effectives des ions présents en solution.

$$\sigma = \lambda_{\text{HCO}_2^-} \cdot [\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = (\lambda_{\text{HCO}_2^-} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}) \cdot [\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}}$$

On en déduit :

$$[\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{HCO}_2^-} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}}$$

## → Faire les applications numériques en utilisant des unités adaptées.

$$\sigma = 477 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} = 477 \times 10^{-6} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1} = 477 \times 10^{-6} \times 10^2 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} = 35,0 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{HCO}_2^-} = 5,46 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} = 5,46 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$[\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{477 \times 10^{-6} \times 10^2}{(5,46 + 35,0) \times 10^{-3}} = 1,18 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 1,18 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HCO}_2\text{H}]_{\text{éq}} = C - [\text{HCO}_2^-]_{\text{éq}} = 1,0 \times 10^{-2} - 1,18 \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} &\xrightarrow{\times 10^{-6}} \text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \xrightarrow{\times 10^2} \text{S} \cdot \text{m}^{-1} \\ \text{mol} \cdot \text{m}^{-3} &\xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$