

7 Vinaigre et constante d'acidité



Le couple acide éthanoïque/ion éthanoate est caractérisé par sa constante d'acidité.

→ Comment déterminer la constante d'acidité d'un couple par conductimétrie ?

Doc. 1 Principe de la conductimétrie

Un conductimètre mesure la résistance ou la conductance d'une portion de solution comprise entre deux plaques de platine (la cellule conductimétrique) de surface S , distantes de l :

$$R = \frac{l}{s \cdot \sigma} \quad \left\{ \begin{array}{l} R : \text{résistance } (\Omega) \\ l : \text{distance entre les plaques (m)} \\ S : \text{surface des plaques (m}^2\text{)} \end{array} \right.$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{S}{l} \cdot \sigma = \frac{\sigma}{k} \quad \left\{ \begin{array}{l} G : \text{conductance (S)} \\ \sigma : \text{conductivité (S}\cdot\text{m}^{-1}\text{)} \\ k : \text{constante de cellule (m}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

Dans une solution, la conductivité est assurée par la présence d'ions qui sont les porteurs de charge mobiles. La conductivité dépend de tous les ions en solution :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$$

σ : conductivité de la solution ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)
 λ_i : conductivité molaire ionique de $X_i(\text{aq})$ ($\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$)
 $[X_i]$: concentration de $X_i(\text{aq})$ ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$)

Par exemple, la conductivité d'une solution de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$; $\text{Cl}^-(\text{aq})$) s'exprime :

$$\sigma = \lambda_{\text{Na}} \cdot [\text{Na}^+] + \lambda_{\text{Cl}} \cdot [\text{Cl}^-]$$

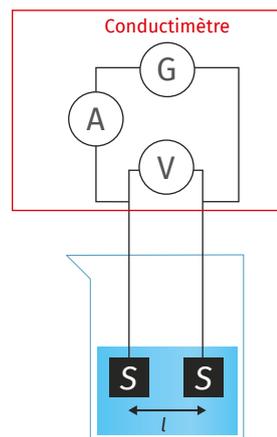
Doc. 4 Matériel nécessaire

- | | |
|---|--------------------------------|
| • Solution d'acide éthanoïque de concentration $c = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | • Éprouvette graduée de 50 mL |
| • Conductimètre étalonné | • Éprouvette graduée de 250 mL |
| • Fiole jaugée de 50,0 mL | • Bêchers |
| • Pipettes jaugées de 5,00 mL et 10,0 mL | • Pissette d'eau distillée |
| | • Papier joseph |

Données

- **Couples acide-base** : $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})/\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ et $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- **pK_A de l'acide éthanoïque à 25 °C** : $pK_A = 4,76$
- **Conductivités molaires ioniques** :
 $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ et
 $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$

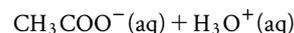
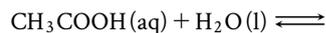
Doc. 2 Schéma de principe d'un conductimètre



Doc. 3 Acide éthanoïque

L'acide éthanoïque est un acide carboxylique de formule brute $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq})$ que l'on peut trouver dans le vinaigre par exemple.

C'est un acide faible qui réagit avec l'eau selon la réaction



Doc. 5 Constante d'acidité

Un couple acide-base $\text{AH}(\text{aq})/\text{A}^-(\text{aq})$ est caractérisé par sa constante d'acidité K_A , grandeur sans unité, définie par :

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \cdot [\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{AH}]_{\text{eq}} \cdot c^\circ}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$: concentration en ion oxonium ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 $[\text{A}^-]_{\text{eq}}$: concentration de la forme basique ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 $[\text{AH}]_{\text{eq}}$: concentration de la forme acide ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 c° : concentration standard égale à $c^\circ = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$



1 Préparation d'une solution diluée (20 minutes conseillées)

La solution d'acide éthanoïque S_0 est trop concentrée, elle risque de saturer le conductimètre.

1. Proposer un protocole expérimental permettant de préparer, à partir de la solution S_0 , 50 mL d'une solution S_1 de concentration $c_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Appel n° 1 Appeler le professeur pour lui présenter le protocole, ou en cas de difficulté.

2. Mettre en œuvre le protocole.

2 Détermination de la conductivité (15 minutes conseillées)

3. Mesurer la conductivité de la solution S_1 .
4. Préciser quels sont les ions en solution.
5. En utilisant les documents, exprimer la conductivité de la solution en fonction des concentrations des ions présents.

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats, ou en cas de difficulté.

3 Constante d'acidité (25 minutes conseillées)

6. Exprimer la constante d'acidité de l'acide éthanoïque.
7. Montrer que la mesure de la conductivité permet d'accéder à l'estimation de la constante d'acidité.
8. Calculer la constante d'acidité.
9. Comparer le résultat avec la valeur théorique et énoncer les sources d'erreurs possibles.

Appel n° 3 Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats, ou en cas de difficulté.

Défaire le montage et ranger la paillasse.

**Se préparer
aux ECE**

Réaliser un schéma présentant une méthode de détermination de concentration d'espèce en solution par mesure conductimétrique. Préciser la condition concernant l'espèce chimique étudiée pour qui la mesure de la conductance permet véritablement de déterminer la grandeur souhaitée.