

Thème : Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique.
 TP C11 : Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique.
 (version élèves)

Déterminer la valeur du quotient de réaction à l'état final d'un système, siège d'une transformation non totale, et montrer son indépendance vis-à-vis de la composition initiale du système à une température donnée.

Objectif : On se propose d'étudier le taux d'avancement final et le quotient de réaction à l'équilibre d'une transformation chimique (ici une réaction acido-basique) en fonction de l'état initial par une étude conductimétrique.

I. Constante d'équilibre $Q_{r, eq}$ ou K associée à l'équation d'une réaction, à une température donnée.

1. Définition de la constante d'équilibre K .

La constante d'équilibre associée à l'équation d'une réaction est la valeur que prend le quotient de réaction dans l'état d'équilibre du système.

$$K = Q_{r, eq}$$

2. Préparation des solutions et du matériel.

On dispose d'une solution mère d'acide éthanoïque de concentration $C_0 = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

A partir de cette solution mère, préparer **100 mL** de solutions filles de concentration respectives :
 $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Vous disposez de pipettes jaugées de 2 mL, 5 mL, 10 mL et 20 mL
 Proposer un protocole de dilution
 Mettre en œuvre ce protocole.

3. Etalonnage du conductimètre

Régler la température puis étalonner le conductimètre à l'aide de la solution d'étalonnage, de façon à pouvoir faire des mesures absolues de conductivité.

Document : Fiche d'étalonnage.

Étalonnage du conductimètre

- . Régler le bouton de température du conductimètre sur la température de la pièce.
- . Rincer (avec de l'eau distillée) et essuyer délicatement (avec du papier Joseph) la sonde.
- . Plonger la sonde dans une solution d'étalonnage (solution dans la valeur de la conductivité pour des températures entre 15 et 30°C est donnée par le fabricant).
- . Régler le bouton d'étalonnage du conductimètre pour que la valeur affichée coïncide avec la valeur donnée par le fabricant de la solution d'étalonnage (à la température de la pièce).
- . Sortir la sonde de la solution d'étalonnage, la rincer, la replacer dans l'eau distillée.



4. Mesure de conductivité.

Mesurer la conductivité des 3 solutions préparées en commençant par la solution la moins concentrée.

c (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-3}$	$5,00 \times 10^{-3}$
σ (mS.cm ⁻¹)		

5. $Q_{r,eq}$ dépend-il de la composition initiale du système ?

5.1. Ecrire la réaction de réaction entre l'acide éthanoïque avec l'eau.

La conductivité d'une solution dépend de la nature des espèces ioniques présentes et de leur concentration.

5.2. Ecrire la relation de Kohlrausch dans le cas de cette réaction.

$\lambda_{H_3O^+}$ est appelée conductivité ionique molaire de l'ion H_3O^+ . Elle caractérise la mobilité de cet ion dans l'eau.
 $\lambda_{CH_3COO^-}$ est la conductivité ionique molaire de l'ion CH_3COO^- .

Les tables de données indiquent que $\lambda_{H_3O^+} = 3,5 \times 10^{-2} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$ et $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$

5.3. Montrer que la concentration en ion H_3O^+ est égale à $[H_3O^+]_{eq} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}}$

5.4. Donner l'expression du quotient de réaction à l'équilibre.

Rappel : l'eau étant le solvant, n'apparaît pas dans l'expression de $Q_{r,eq}$

A tout instant de la réaction, la concentration apporté en acide c est égale à $c = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

5.5. Montrer que le quotient de réaction à l'équilibre s'écrit $K_A = Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]}$

5.6. Déterminer les valeurs de $Q_{r,eq}$ et du taux d'avancement final

Le taux d'avancement final a pour expression : $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]}{c}$
 avec $x_f = [H_3O^+].V$ et $x_{max} = c.V$

Aide aux conversions

$1 \text{ mS.cm}^{-1} = \frac{1 \times 10^{-3} S}{1 \times 10^{-2} m} = 1 \times 10^{-1} S.m^{-1}$

$1 \text{ mol.m}^{-3} = \frac{1 \text{ mol}}{1 \times 10^3 L} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

5.7. Compléter le tableau fourni et interpréter les résultats en répondant aux questions suivantes :

- $Q_{r,eq}$ dépend-il de la composition initiale du système pour une température donnée ?
- L'état initial d'un système influe-t-il sur le taux d'avancement final τ d'une réaction ?

Groupe	c (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
	σ (S.m ⁻¹)		
	$[H_3O^+]$ (mol.m ⁻³) $[H_3O^+]_{eq} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}}$		
	$[H_3O^+]$ (mol.L ⁻¹)		
	$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]}$		
	$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]}{c} \%$		