



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed
BOUDIAF



Faculté de Chimie

Département de Génie des Matériaux

Travaux Pratiques

Cinétiques

Semestre 2

Destiné aux étudiants de 2^{ème} année Génie des Procédés (GP)

TP N° 02 : Suivi temporel de la saponification d'un ester par conductimétrie

2023/2024

Principe du suivi cinétique par conductimétrie

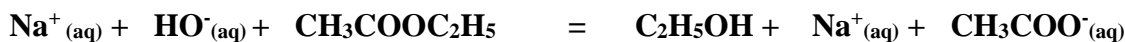
Dans ce travail, on se propose de suivre l'évolution de la conductivité d'un milieu réactionnel durant une transformation chimique (saponification : ester organique $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ la soude NaOH).

La conductivité σ :

La conductivité σ est une grandeur caractéristique d'une solution ionique pour une température donnée, elle dépend de la concentration des différents ions X_i qui la constituent et de leur conductivité molaire ionique λ_i selon la formule :

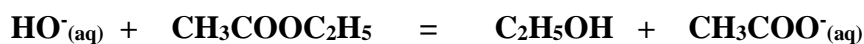
$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i] \quad \sigma \text{ en } \text{S} \cdot \text{m}^{-1}, \quad \lambda_i \text{ en } \text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ et } [X_i] \text{ en } \text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$$

Lors d'une saponification d'un ester organique avec de la soude on obtient un alcool et une solution de carboxylate de sodium. Soit l'équation chimique associée à cette transformation chimique :



Rem:

Les ions $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ sont spectateurs lors de la transformation chimique et en toute rigueur, ils ne devaient pas apparaître dans l'équation chimique qui devrait se limiter à



Cependant ces ions contribuent à la conductivité de la solution et il convient de ne pas les oublier.

- **Conductivité :** $\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$

a) Soit σ_0 la conductivité initiale de la soude (avant l'ajout de l'ester).

$$\sigma_0 = (\lambda_{\text{HO}^-} + \lambda_{\text{Na}^+}) \cdot \text{C}_0 \text{ avec } \text{C}_0 \text{ la concentration de la soude.}$$

b) Soit σ_∞ la conductivité finale du mélange (après avoir versé l'ester).

$$\sigma_\infty = (\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \lambda_{\text{Na}^+}) \cdot \text{C}_0$$

c) Soit σ_t la conductivité du mélange à un instant t pendant la réaction.

$$\sigma_t = \sigma_0 (\lambda_{\text{HO}^-} - \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}) \cdot x / \text{V}_0 \text{ avec } x \text{ l'avancement de la réaction.}$$

d) En déduit donc que l'avancement est donné par :

$$X = \frac{\sigma_t - \sigma_0}{\sigma_\infty - \sigma_0} \cdot C_0 V_0$$

Manipulation 1 : Mesure de la conductivité de la solution lorsque la solution est terminée

Préparer dans un bécher le mélange constitué par :

- 100 mL de la solution d'éthanoate de sodium à $C_0 = 0.050 \text{ mol.L}^{-1}$
- 100 mL d'eau.

Mesurer la conductivité de cette solution. Cette valeur sera σ_∞ elle représente la mesure pour la réaction terminée (car il serait trop long d'attendre).

Manipulation 2 : Mesure de la conductivité de la solution au cours de la réaction.

- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique.
- Verser dans le bécher 100 mL de la solution de soude à $C_0 = 0.050 \text{ mol.L}^{-1}$, puis 100 mL d'eau.
- Mesurer la conductivité σ de la solution. Cette mesure sera notée σ_0 .
- Verser dans le bécher 0.50 mL d'acétate d'éthyle pur mesuré avec la pipette graduée de 2 mL. Déclencher le chronomètre au même moment.
- Relever les valeurs de la conductivité σ_t et remplir le tableau de valeur dans la partie V. (Toute les 30s, les 3 premières minutes puis toutes les 2 minutes).

Questions :

1. Comparer les conductivités molaires ioniques respectives des ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$ et acétate $CH_3-COO^-_{(aq)}$.
2. Comment la conductivité du mélange va-t-elle évoluer au cours de la réaction ?
3. Montrer que les réactifs (manipulation 2) sont dans les proportions stœchiométriques.
4. Compléter le tableau d'évolution du système :

Etat	Avancement				
Etat initial	0				
Etat intermédiaire	X				
Etat final	X_f				

5. Au temps $t=0$, faire l'inventaire des espèces qui contribuent à la conductivité de la solution, puis exprimer σ_0 en fonction de λ_{HO^-} ; λ_{Na^+} ; $[HO^-]_{0(aq)}$; $[Na^+]_{0(aq)}$.
6. Exprimer σ_∞ en fonction de $\lambda_{CH_3COO^-}$; λ_{Na^+} ; $[CH_3COO^-]_{f(aq)}$; $[Na^+]_{0(aq)}$.

7. Au temps t ; exprimer σ_t en fonction de λ_{HO^-} ; $\lambda_{CH_3COO^-}$; λ_{Na^+} ; $[HO^-]_{(aq)}$; $[CH_3COO^-]_{(aq)}$; $[Na^+]_{0(aq)}$
8. Simplifier l'expression de σ_0 et σ_∞ en utilisant C_0 .
9. Exprimer σ_t en fonction de σ_0 , σ_∞ , C_0 , V et x avancement de la réaction.
10. Exprimer l'avancement x de la réaction en fonction de V , C_0 , σ , σ_0 et σ_∞

Exploitations des mesures

11. Calculer x à chaque temps .Et compléter le tableau.

T(min)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	34	
σ ($S. m^{-1}$)																					
X(mol)																					

12. Tracer la courbe $x=f(t)$
13. Déterminer la vitesse volumique de réaction aux temps $t=0$ et $t= 5$ min.
14. Calculer le temps de demi-réaction. $t_{1/2}$.

Données :

- Densité de l'acétate d'éthyle est $d= 0.90$ et sa masse molaire moléculaire est $M= 88.1g.mol^{-1}$.
- Conductivité molaire ionique à $25^\circ C$ (en $S. m^2 .mol^{-1}$) : $\lambda_{HO^- (aq)}= 198.6.10^{-4}$; $\lambda_{Na^+ (aq)}=50.1.10^{-4}$;
 $\lambda_{CH_3COO^- (aq)} = 40.9.10^{-4}$