

TP C2 - Étude cinétique par conductimétrie

Objectifs

Ce TP aborde le suivi cinétique d'une transformation chimique. On utilisera la conductimétrie afin de suivre la cinétique de cette transformation.

Ce premier TP de chimie sera l'occasion de rappeler les règles de sécurité du laboratoire de chimie (lunettes de protection, pictogrammes de sécurité, ...). Vous repèrerez notamment en début de séance l'emplacement des douches et des liquides rince-œil.

Les capacités suivantes devront être maîtrisées en fin de séance :

- ★ *Mesure de conductance et conductivité.*
- ★ *Mettre en oeuvre une méthode de suivi temporel. Exploiter les résultats d'un suivi temporel de concentration pour déterminer les caractéristiques cinétiques d'une réaction. Déterminer la valeur d'une énergie d'activation.*
- ★ *Prévention des risques chimiques : adopter une attitude adaptée au travail en laboratoire ; relever les indications sur le risque associé au prélèvement et au mélange des produits chimiques ; développer une attitude autonome dans la prévention des risques.*
- ★ *Impact environnemental : adapter le mode d'élimination d'un espèce chimique ou d'un mélange en fonction de sa toxicité.*

⚠ Avertissement ! Le coût des produits utilisés étant élevé, vous n'aurez droit qu'à un seul prélèvement pour chaque manipulation. De plus, comme il s'agit de produits polluants, on utilisera des bidons de récupération : ne rejeter à l'évier en aucun cas.

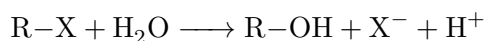
I. Présentation du matériel

On utilisera aujourd'hui le matériel listé ci-dessous :

- ☐ de la verrerie usuelle (béchers, pipettes jaugées, éprouvettes graduées,...)
- ☐ un agitateur magnétique,
- ☐ un conductimètre,
- ☐ un thermomètre,
- ☐ un chronomètre.

II. Cinétique - Approche théorique

On se propose d'étudier la cinétique de l'hydrolyse du 2-iodo-2-méthylpropane et du 2-chloro-2-méthylpropane d'équation bilan (X désignant I ou Cl) :



avec $[R-X] = a$ à $t = 0$. On note x l'avancement volumique de la réaction.

✎ Donner à l'aide d'un tableau d'avancement, l'état du système chimique à un instant t quelconque au cours de la réaction.

Cette réaction produisant des ions, un suivi conductimétrique est envisageable. On supposera que l'ordre de la réaction est 1 par rapport à $R-X$. On note k_{app} sa constante de vitesse apparente, l'eau étant considérée comme un des constituants du solvant. Notant x_n la valeur de x à l'instant t et x_{n+1} sa valeur à l'instant $t + \Delta t$.

✎ Montrer que l'on peut écrire :

$$x_{n+1} = Ax_n + B$$

A désignant une constante (à température constante) que l'on exprimera en fonction de k_{app} et de Δt , et B désignant une constante que l'on n'explicitera pas. En déduire que, de même, σ_n et σ_{n+1} sont liés par la relation (C désignant une constante) :

$$\sigma_{n+1} = A\sigma_n + C$$

Conclusion : si l'on effectue des mesures de conductivité à intervalles de temps égaux et que l'on trace $\sigma_{n+1} = f(\sigma_n)$ et que l'on obtient une droite, alors on vérifie que l'ordre de la réaction vaut bien 1 (*méthode de Guggenheim*). En déterminant la pente de cette droite, on a par ailleurs accès à k_{app} .

N.B. : le tracé sera effectué sous Excel ou Regressi. On utilisera le module de modélisation afin de déterminer le coefficient de régression linéaire, la pente et l'incertitude sur la pente.

III. Cinétique - Mesures pratiques

Compte tenu de l'exploitation des données, l'étalonnage du conductimètre n'est pas nécessaire. On effectuera quatre séries de mesures :

1. Solvant : 50% eau, 50% éthanol ; $X=Cl$; à la température T_1 de la salle (à relever).

☞ Mesurer un volume de 25 mL d'eau distillée dans une éprouvette graduée. Verser dans un bécher. Mettre l'agitateur magnétique en marche.

☞ Mesurer σ (contrôle de propreté des électrodes : on doit trouver au plus qq $\mu S.cm^{-1}$).

☞ Préparer dans un autre bécher 25 mL d'éthanol (toujours avec une éprouvette graduée) ; y verser 0,1 mL (micropipette graduée, réglée sur 100 μL , manipulée sous la hotte) de 2-chloro-2-méthylpropane. **Simultanément, verser le contenu de ce bécher dans l'autre et déclencher le chronomètre.** Faire une première mesure de conductivité au bout de 20 s (sensiblement) puis **toutes les 40 secondes, très précisément.**

✎ Tracer la courbe $\sigma_{n+1} = f(\sigma_n)$. Vérifier l'alignement. En déduire k_{app1} .

2. Solvant : 50% eau, 50% éthanol ; $X=Cl$; à une température T_2 supérieure à T_1 .

☞ Préparer les deux béchers (valeurs de la manip 1) et les plonger dans le bain thermostaté réglé sur 45°C. Lire leur température quand l'équilibre thermique est atteint.

- ☞ Mélanger les deux solutions, première mesure au bout de 15 s, délai entre deux mesures de **30 secondes**.
- ⚡ Tracer la courbe $\sigma_{n+1} = f(\sigma_n)$. Vérifier l'alignement. En déduire k_{app2} .
- ⚡ Comparer à k_{app1} . En déduire la valeur de l'énergie d'activation de la réaction d'hydrolyse du 2-chloro-2-méthylpropane.
3. Solvant : 30% eau, 70% éthanol ; X=Cl ; à la température T_1 de la salle.
- ☞ Même mode opératoire que la manip 1 mais avec 15 mL d'eau et 35 mL d'éthanol.
- ☞ Faire une première mesure de conductivité au bout de 15 s (sensiblement) puis toutes les 60 secondes.
- ⚡ Tracer la courbe $\sigma_{n+1} = f(\sigma_n)$. Vérifier l'alignement. En déduire k_{app3} . Conclure quant à l'influence du solvant.
4. Solvant : 50% eau, 50% éthanol ; X=I ; à la température T_1 de la salle.
- ☞ Même mode opératoire mais cette fois, on pipettera (avec un embout différent) 0,1 mL de 2-iodo-2-méthylpropane.
- ☞ On effectuera la première mesure au bout de 5 s puis on prendra un délai entre deux mesures de **10 secondes**.
- ⚡ Tracer la courbe $\sigma_{n+1} = f(\sigma_n)$. Vérifier l'alignement. En déduire k_{app4} . Comparer à k_{app1} . Conclure quant à l'influence du groupement partant.

Ce qu'il faut retenir !

Effectuer sur votre cahier de laboratoire un bilan du TP résumant :

- ★ les propriétés physiques qui ont été mises en évidence,
- ★ les lois physiques qui ont été démontrées ou utilisées,
- ★ les nouvelles fonctions des différents appareils auxquelles vous avez fait appel. Pour ces dernières, préciser leur rôle et les moyens de les activer.

Phrases H et P

Éthanol

H225 — Liquide et vapeurs très inflammables.

P210 — Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. - Ne pas fumer.

2-Chloro-méthylpropane

H225 — Liquide et vapeurs très inflammables.

P210 — Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. - Ne pas fumer.

2-Iodo-méthylpropane

H225 — Liquide et vapeurs très inflammables.

H315 — Provoque une irritation cutanée.

H319 — Provoque une sévère irritation des yeux.

H335 — Peut irriter les voies respiratoires.

H400 — Très toxique pour les organismes aquatiques.

P210 — Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer.

P261 — Éviter de respirer les vapeurs.

P273 — Éviter le rejet dans l'environnement.

P305 + P351 + P338 — EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer

