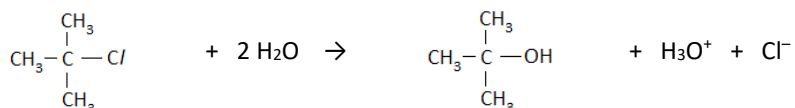


Partie : Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation chimique
 TP-C4 : Synthèse du 2-méthylpropan-2-ol par hydrolyse du 2-chloro-2-méthylpropane dans un solvant eau/éthanol.
 TP Collaboratif
 (version élèves)

B.O. Mettre en œuvre une méthode physique pour suivre l'évolution d'une concentration et déterminer la vitesse volumique de formation d'un produit ou de disparition d'un réactif.

L'équation de réaction est :



Méthode : Mesure de la conductivité de la solution.

Problématique : Quelles sont les conditions cinétiques optimales afin de réaliser cette synthèse ?

Questions préalables :

1. Justifier le choix de la méthode conductimétrique pour suivre l'apparition des produits au cours de cette transformation.
2. Proposer un protocole pour mesurer la vitesse de cette réaction et étudier l'influence des différents facteurs cinétiques.

Conditions imposées sur les volumes : **entre 0,2 mL et 0,9 mL** de 2-chloro-2-méthylpropane à 10% dilué préalablement dans de l'acétone.

Expérience témoin dans solvant contenant 50mL /50 mL (eau/éthanol) : 0,4 mL de 2-chloro-2-méthylpropane – température ambiante.

Matériels mis à votre disposition :

- Bec électrique pour le chauffage.
- 2-chloro-2-méthylpropane à 10%

Appeler le professeur qui validera vos propositions

Après validation des protocoles, les différentes expériences à réaliser seront réparties sur l'ensemble des élèves, les résultats obtenus seront rassemblés dans un ou plusieurs tableaux puis analysés et commentés en fin de séance. Les conditions opératoires optimales (d'un point de vue de la vitesse de réaction) pour la réalisation de cette synthèse seront établies.

Organisation du travail

1. Tracer la courbe $\sigma = f(t)$ sur Regressi. Imprimer cette courbe.
2. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction et la vitesse de réaction à la date $t = 0$ s.
3. Utiliser l'outil « Modélisation » de Regressi afin de vérifier à partir de données expérimentales, si l'évolution d'une concentration (représentée ici par sa conductivité) suit bien une loi de vitesse d'ordre 1.

Données : la solution d'une l'équation différentielle du premier ordre est $s(t) = a(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
 En déduire les valeurs de a et de τ .

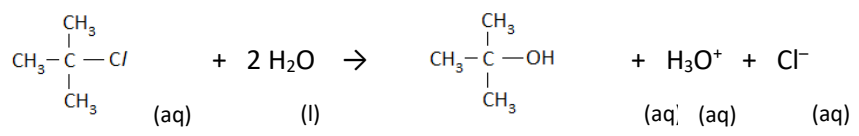
4. Mise en commun des résultats et interprétation des résultats de l'ensemble des groupes. En déduire l'influence relative des différents facteurs cinétiques dans cette transformation chimique.

Le principe de calcul de la vitesse volumique est fourni en annexe.

Groupe	Conditions expérimentales	Facteur étudié (Température ou Concentration)	Temps demi- réaction $t_{1/2}$ (seconde)	Vitesse de réaction maximale ($t = 0$) ($\text{mS.cm}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	Vitesse de réaction maximale ($t = 0$) ($\text{mol. L}^{-1} .\text{s}^{-1}$)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Application de la loi de Kohlrausch

L'équation de réaction étudiée en TP est :



La conductivité d'une solution dépend de la nature des espèces ioniques présentes et de leur concentration. La relation est dans le cas de la réaction de substitution vue en TP sur la cinétique d'une réaction de substitution s'écrit : $\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$

$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ est appelée conductivité ionique molaire de l'ion H_3O^+ . Elle caractérise la mobilité de cet ion dans l'eau. λ_{Cl^-} est la conductivité ionique molaire de l'ion Cl^- .

Les tables de données indiquent que à 25°C :

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} &= 3,5 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \\
 \lambda_{\text{Cl}^-} &= 7,6 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

On constate dans cette réaction équimolaire, que l'on a $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-]$
 La relation se simplifie alors : $\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{Soit } \sigma = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-})$$

$$\text{La concentration en ion } \text{H}_3\text{O}^+ \text{ est alors égale à } [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{La vitesse volumique de réaction a pour expression : } v(t) &= \frac{d[\text{H}_3\text{O}^+]}{dt} \quad (\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}) \quad !!! \\
 \text{avec } [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} &= \frac{\sigma}{\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}}
 \end{aligned}$$

Remarque : Si on souhaite avoir comme unité $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$ il faut multiplier le résultat par 10^{-3} car $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

Exemple de calcul : Si la mesure conductimétrique est égale à $\sigma = 0,9 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$
 L'application numérique est :

$$\begin{aligned}
 & \begin{array}{ccc} \text{mS en S} & \text{cm en m} & \text{m}^3 \text{ en L} \end{array} \\
 & \begin{array}{ccc} \swarrow & \swarrow & \swarrow \end{array} \\
 [\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{0,9 \times 10^{-3} \times 10^2}{3,5 \times 10^{-2} + 7,6 \times 10^{-3}} \times 10^{-3} \\
 [\text{H}_3\text{O}^+] &= 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$