



# Cinétique de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle

## Baccalauréat de septembre 2022 – exercice 1 du sujet de Nouvelle Calédonie

### ■ Physique-Chimie :

#### Cinétique d'une réaction chimique

– Déterminer le temps de demi-réaction.

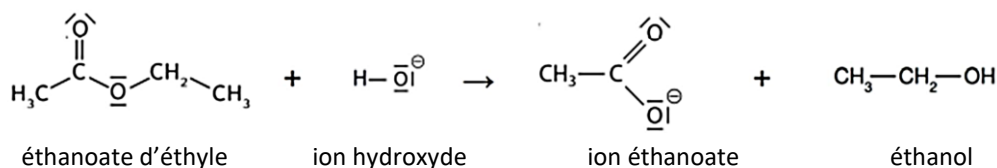
#### Cinétique d'une réaction chimique

- Connaître la relation  $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$  et l'utiliser pour estimer la valeur du pH ou de la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau.
- Connaître la relation  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]$  et la valeur de  $K_e$  à 25 °C pour en déduire le pH de l'eau pure.

### ■ Mathématiques : fonction exponentielle de base e ; fonction logarithme népérien

- Utiliser les propriétés algébriques de l'exponentielle pour transformer des expressions.
- Étudier les variations de fonctions somme, produit ou quotient de fonctions exponentielles (du type  $x \mapsto e^{kx}$  pour  $k$  réel) et de fonctions polynômes.
- Utiliser les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien pour transformer des expressions.

On souhaite déterminer le temps de demi-réaction de la saponification de l'éthanoate d'éthyle par deux méthodes : un suivi cinétique pH-métrique (partie A) puis l'exploitation mathématique de la loi de vitesse (partie B). L'équation de la réaction modélisant cette transformation chimique est :



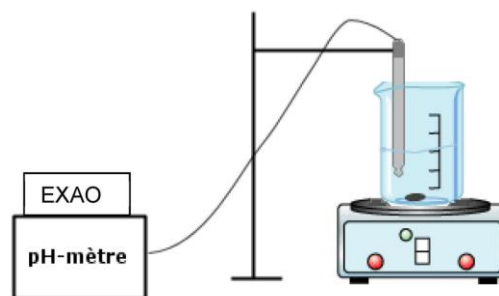
#### Données :

- masse volumique de l'éthanoate d'éthyle :  $\rho_{\text{é.é.}} = 0,925 \text{ g/mL}$  ;
- masse molaire de l'éthanoate d'éthyle :  $M_{\text{é.é.}} = 88,0 \text{ g/mol}$  ;
- constante d'équilibre de l'autoprotolyse de l'eau :  $K_e = 10^{-14}$  .

### PARTIE A : suivi pH-métrique de la saponification

Le suivi est réalisé en mettant en œuvre le protocole suivant :

- dans un bécher, verser :
  - 10,0 mL de soude à 0,10 mol/L ;
  - environ 35 mL d'eau ;
  - environ 15 mL d'éthanol ;
  - 2,0 mL d'éthanoate d'éthyle.
- déclencher l'acquisition informatique de la mesure du pH toutes les secondes. Le déclenchement définit l'instant initial  $t = 0$  s.



1. Déterminer les valeurs des quantités de matière initiales d'éthanoate d'éthyle et de soude.

Dans ces conditions, on considère que la concentration en éthanoate d'éthyle reste constante et égale à sa valeur initiale tout au long de la transformation chimique. La loi de vitesse de réaction peut alors s'écrire comme celle d'une loi d'ordre 1 :  $v = k_1 \times [\text{HO}^-]$  dans laquelle  $k_1$  est appelée constante de vitesse apparente.



On souhaite établir la relation entre le  $pH$  mesuré et la concentration en quantité de matière  $C$  en ions hydroxyde dans le mélange réactionnel au même instant.

- Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau.
- Donner l'expression de la constante d'équilibre  $K_e$  de la réaction d'autoprotolyse de l'eau en fonction des concentrations à l'équilibre.
- En déduire la relation entre la concentration  $C$  en ions hydroxyde et le  $pH$  mesuré à tout instant.

À partir des valeurs du  $pH$  mesuré à chaque seconde et en utilisant la relation entre  $C$  et le  $pH$ , on obtient le graphique fourni dans le **DOCUMENT REPONSE DR1 à rendre avec la copie**.

- Déterminer, sur le **DOCUMENT REPONSE DR1 à rendre avec la copie**, le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ , exprimé en seconde, de la saponification. Une justification graphique est attendue.

### Partie B :

On note  $C(t)$  la concentration en ions hydroxyde, exprimée en mol/L, à l'instant  $t$ , exprimé en seconde et  $C_0$  la concentration en ions hydroxyde à l'instant  $t = 0$ .

Dans les conditions décrites dans la partie A,  $C_0 = 0,016$  mol/L et  $k_1 = 0,017$  s<sup>-1</sup>.

La fonction  $C$  est donc solution de l'équation différentielle (E) suivante :

$$y' = -k_1 y \quad (E)$$

- Vérifier que la fonction  $C$  définie sur  $[0 ; +\infty[$  par  $C(t) = C_0 e^{-k_1 t}$  est une solution de (E).  
Montrer que  $C(0) = C_0$ . On admet que  $C$  est la seule solution de (E) qui vérifie  $C(0) = C_0$ .
- Déterminer par le calcul le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . On donnera la valeur exacte, puis l'arrondi à la seconde.  
Interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.

### DOCUMENT REPONSE DR1 à rendre avec la copie

