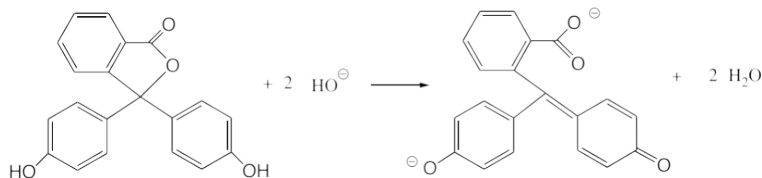


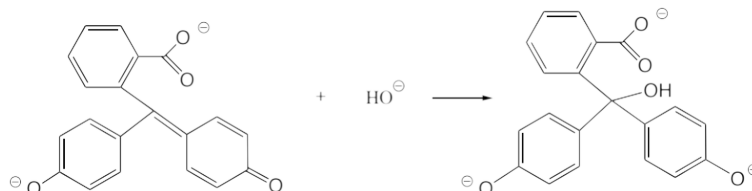
TP 5 : Suivi cinétique de la décoloration de la phénolphtaléine

Présentation

On s'intéresse dans ce TP à la phénolphtaléine notée PH_2 . Il s'agit d'un diacide utilisé habituellement comme indicateur coloré. Les deux formes acido-basiques sont alors en équilibre selon :



La forme acide est incolore et la forme basique est rose. Cette dernière forme est présente à partir de pH égal à 8, ce qui signifie qu'une solution rose indique un pH supérieur à 8. Comme la plupart des réaction acido-basiques, la transformation de PH_2 en P^{2-} est trop rapide pour être étudiée. Heureusement (pour nous), la forme rose subit, en milieu très basique, une réaction d'addition selon le bilan suivant :



Cette réaction est de cinétique plus lente et peut donc être étudiée. Elle dure environ 5 minutes.

Les objectifs de ce TP sont :

- Déterminer l'ordre partiel associé aux ions P^{2-} .
- Déterminer l'ordre partiel associé aux ions hydroxydes.
- Déterminer la constante cinétique de la réaction à température ambiante.



Proposer un protocole détaillé pour atteindre les objectifs fixés puis le mettre en œuvre après validation.

Annexes

Produits à disposition

- Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Solution de chlorure de sodium à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Solution de phénolphtaléine à $0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Fiches toxicologique

Solution d'hydroxyde de sodium H314 Solution incolore et inodore $M = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ T_E qui dépend de la concentration Densité qui dépend de la concentration	
Solution diluée de chlorure de sodium Liquide incolore et inodore. $M = 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $d=1$ $T_f = 100^\circ\text{C}$	
Phénolphtaléine H341, H350, H361 Poudre blanche $M = 318,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $T_f = 261 \text{ }^\circ\text{C}$	

Exploitation & Analyse des résultats

- 1) Exprimer la loi de vitesse et au vu des conditions opératoires appliquées, proposer une approximation faisant apparaître une constante apparente de vitesse notée k' que vous explicitez. Les ordres partiels en P_2^- et HO^- seront notés respectivement α et β .
- 2) A l'aide de la loi de Beer-Lambert, exprimer A_o , A_∞ et $A(t)$ en fonction des paramètres pertinents et de la concentration C en P_2^- .

- 3) En déduire la relation :

$$-\frac{dA}{dt} = k'(\epsilon l)^{1-\alpha} A^\alpha$$

- 4) En déduire une exploitation des données selon la méthode différentielle afin d'obtenir α .
- 5) En supposant un ordre 1, montrer la relation suivante :

$$\ln\left(\frac{A}{A_o}\right) = -k't$$

- 6) En supposant un ordre 2, montrer la relation :

$$\frac{A_o}{A} = 1 + k'C_o t$$

- 7) En déduire l'ordre partiel α selon la méthode intégrale.
- 8) Déterminer la constante de vitesse apparente pour chacune des expériences.
- 9) En déduire l'ordre partiel β associé aux ions hydroxydes HO^- .
- 10) En déduire la constante cinétique de la réaction étudiée.

Exploitation & Analyse des résultats

- 1) Exprimer la loi de vitesse et au vu des conditions opératoires appliquées, proposer une approximation faisant apparaître une constante apparente de vitesse notée k' que vous explicitez. Les ordres partiels en P_2^- et HO^- seront notés respectivement α et β .
- 2) A l'aide de la loi de Beer-Lambert, exprimer A_o , A_∞ et $A(t)$ en fonction des paramètres pertinents et de la concentration C en P_2^- .

- 3) En déduire la relation :

$$-\frac{dA}{dt} = k'(\epsilon l)^{1-\alpha} A^\alpha$$

- 4) En déduire une exploitation des données selon la méthode différentielle afin d'obtenir α .
- 5) En supposant un ordre 1, montrer la relation suivante :

$$\ln\left(\frac{A}{A_o}\right) = -k't$$

- 6) En supposant un ordre 2, montrer la relation :

$$\frac{A_o}{A} = 1 + k'C_o t$$

- 7) En déduire l'ordre partiel α selon la méthode intégrale.
- 8) Déterminer la constante de vitesse apparente pour chacune des expériences.
- 9) En déduire l'ordre partiel β associé aux ions hydroxydes HO^- .
- 10) En déduire la constante cinétique de la réaction étudiée.

Protocole

- 1) Tracer le spectre d'absorbance de la phénolphthaléine à $\text{pH} = 10$ pour identifier la longueur d'onde de travail.
- 2) Préparer chacun des mélanges suivants à partir de la solution de soude à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de la solution de chlorure de sodium à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

Expérience	1	2	3	4	5
Volume de soude (mL)	24	20	16	12	8
Volume de chlorure de sodium (mL)	0	4	8	12	16

- 3) Préparer le spectrophotomètre pour une acquisition automatique sur 5 min au total, avec une mesure toutes les 10 s. Le régler sur la longueur d'onde de travail.
- 4) Ajouter 0,30 mL de la solution de phénolphthaléine à $0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ au mélange préparé précédemment agiter rapidement et démarrer le suivi spectrophotométrique.
- 5) Exploiter les mesures avec python.

Protocole

- 1) Tracer le spectre d'absorbance de la phénolphthaléine à $\text{pH} = 10$ pour identifier la longueur d'onde de travail.
- 2) Préparer chacun des mélanges suivants à partir de la solution de soude à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de la solution de chlorure de sodium à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

Expérience	1	2	3	4	5	6
Volume de soude (mL)	24	20	16	12	8	
Volume de chlorure de sodium (mL)	0	4	8	12	16	

- 3) Préparer le spectrophotomètre pour une acquisition automatique sur 5 min au total, avec une mesure toutes les 10 s. Le régler sur la longueur d'onde de travail.
- 4) Ajouter 0,30 mL de la solution de phénolphthaléine à $0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ au mélange préparé précédemment agiter rapidement et démarrer le suivi spectrophotométrique.
- 5) Exploiter les mesures avec python.

Protocole

- 1) Tracer le spectre d'absorbance de la phénolphthaléine à $\text{pH} = 10$ pour identifier la longueur d'onde de travail.
- 2) Préparer chacun des mélanges suivants à partir de la solution de soude à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de la solution de chlorure de sodium à $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

Expérience	1	2	3	4	5	6
Volume de soude (mL)	24	20	16	12	8	
Volume de chlorure de sodium (mL)	0	4	8	12	16	

- 3) Préparer le spectrophotomètre pour une acquisition automatique sur 5 min au total, avec une mesure toutes les 10 s. Le régler sur la longueur d'onde de travail.
- 4) Ajouter 0,30 mL de la solution de phénolphthaléine à $0,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ au mélange préparé précédemment agiter rapidement et démarrer le suivi spectrophotométrique.
- 5) Exploiter les mesures avec python.