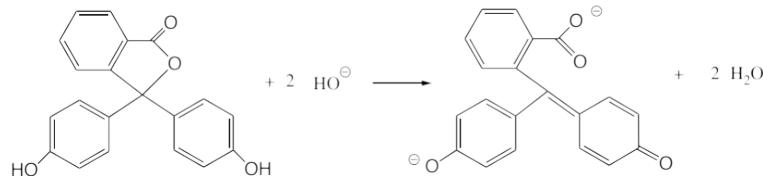


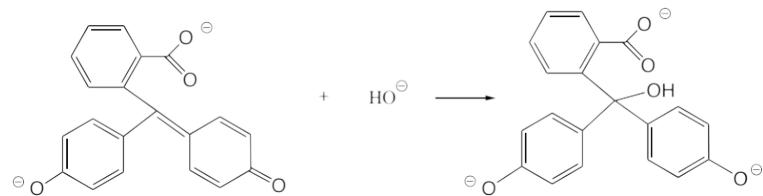
# TP 5 : Suivi cinétique de la décoloration de la phénolphtaléine

## Présentation

On s'intéresse dans ce TP à la phénolphtaléine notée  $\text{PH}_2$ . 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 réactions acido-basiques, la transformation de  $\text{PH}_2$  en  $\text{P}^{2-}$  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  $\text{P}^{2-}$ .
- 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**

<b>Solution d'hydroxyde de sodium</b>	
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	
<b>Solution diluée de chlorure de sodium</b>	
Liquide incolore et inodore.	
$M = 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	
$d=1$	
$T_f = 100^\circ\text{C}$	
<b>Phénolphtaléine</b>	
H341, H350, H361	
Poudre blanche	
$M = 318,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	
$T_f = 261^\circ\text{C}$	

## 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 expliciterez. Les ordres partiels en  $P_2^-$  et  $HO^-$  seront notés respectivement  $\alpha$  et  $\beta$ .

2) A l'aide de la loi de Beer-Lambert, exprimer  $A_o$ ,  $A_\infty$  et  $A(t)$  en fonction des paramètres pertinents et le 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  $\alpha$ .

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  $\alpha$  selon la méthode intégrale.

8) Déterminer la constante de vitesse apparente pour chacune des expériences.

9) En déduire l'ordre partiel  $\beta$  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 expliciterez. Les ordres partiels en  $P_2^-$  et  $HO^-$  seront notés respectivement  $\alpha$  et  $\beta$ .

2) A l'aide de la loi de Beer-Lambert, exprimer  $A_o$ ,  $A_\infty$  et  $A(t)$  en fonction des paramètres pertinents et le 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  $\alpha$ .

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  $\alpha$  selon la méthode intégrale.

8) Déterminer la constante de vitesse apparente pour chacune des expériences.

9) En déduire l'ordre partiel  $\beta$  associé aux ions hydroxydes  $HO^-$ .

10) En déduire la constante cinétique de la réaction étudiée.

## Protocole

- 1) Tracer le spectre d'absorbance de la phénolphtaléine à 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 0,50 mL de la solution de phénolphtaléine 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 phénolphtaléine à 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 0,50 mL de la solution de phénolphtaléine 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 phénolphtaléine à 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 0,50 mL de la solution de phénolphtaléine 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.