

TP n°15

Suivi cinétique de la décoloration de la phénolphtaléine

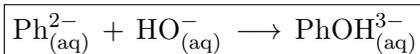
MPSI 2 – 2024/2025

1 Introduction

1.1 Réaction étudiée

La phénolphtaléine est un colorant qui existe sous plusieurs formes (molécules différentes) selon le pH de la solution dans laquelle on la trouve.

- Si le pH est plus petit que 8, c'est la forme acide qui prédomine, on la note HPh^- ;
- si le pH est entre 8 et 12, c'est la forme Ph^{2-} qui prédomine ;
- si le pH est supérieur à 12, la réaction :



se produit. C'est cette réaction dont on va étudier la vitesse dans la suite.

La forme Ph^{2-} est colorée (rose/fushia), les autres formes sont incolores.

1.2 Rappels : absorbance et spectrophotomètre

Absorbance Une solution colorée, placée dans une cuve transparente, est éclairée par un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde λ . On note I_0 l'intensité lumineuse du faisceau avant la traversée de la cuve et I celle après la traversée de la cuve. On définit l'**absorbance** :

$$A = \log\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Longueur d'onde absorbée Lorsqu'une substance apparaît colorée, c'est que les radiations qui nous parviennent n'ont pas été absorbées par la solution. La phénolphtaléine absorbe surtout autour de 550 nm (vert), elle nous paraît donc rose.

Loi de Beer-Lambert L'absorbance d'une solution est reliée à la concentration de l'espèce absorbante par la **loi de Beer-Lambert** :

$$A = \varepsilon \ell c$$

où c est la concentration de l'espèce absorbante, ℓ la longueur de la cuve et ε une constante dépendant de l'espèce considérée.

Spectrophotomètre Un spectrophotomètre est un appareil permettant de mesurer l'absorbance d'une solution colorée par comparaison des intensités lumineuses avant et après traversée de la solution. Pour effectuer des mesures d'absorbance, on se place autant que possible à la longueur d'onde correspondant au maximum de A car c'est à cette longueur d'onde que le spectrophotomètre sera le plus sensible donc fournira les mesures les plus précises.

2 Mise en œuvre du suivi

2.1 Observation qualitative

Placer 3 gouttes de phénolphtaléine dans une cuve et compléter avec de la soude à $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Observer.

Donner l'ordre de grandeur de la durée de la réaction.

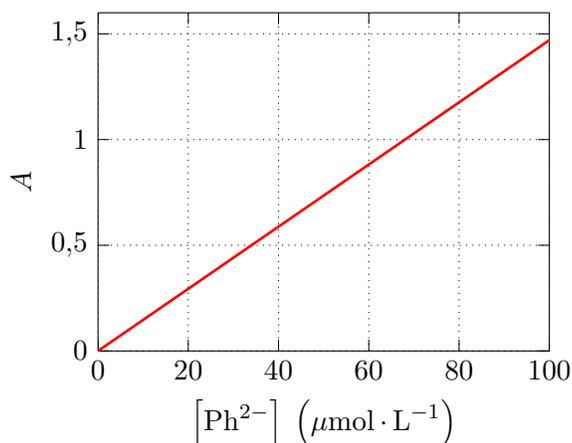
2.2 Analyse quantitative

— Avec quelle longueur d'onde doit-on éclairer la cuve pour suivre l'évolution de l'absorbance ?

Pour réaliser les expériences, il peut être utile de consulter la notice.

- Régler la longueur d'onde.
- Faire le « blanc » : le but est de retrancher l'absorbance de la solution de soude seule.
- Connecter le spectrophotomètre à l'ordinateur.
- Placer quelques gouttes de phénolphtaléine dans une cuve propre, ajouter la soude et placer immédiatement la cuve dans le spectrophotomètre et lancer l'acquisition.

La courbe ci-dessous représente l'absorbance en fonction de la concentration en Ph^{2-} .



1. Tracer $[\text{Ph}^{2-}]$ en fonction du temps.
2. On définit le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ comme le temps au bout duquel $x = x_f/2$. Déterminer $t_{1/2}$.
3. On définit la vitesse de réaction $v = \frac{dx}{dt}$, où x est l'avancement volumique. En dressant un tableau d'avancement en concentration, montrer que :

$$v = -\frac{d[\text{Ph}^{2-}]}{dt}$$

4. Tracer v en fonction de $[\text{Ph}^{2-}]$. Commenter.

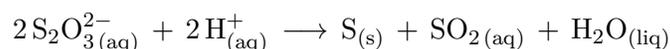
2.3 Influence de la concentration de la soude

- Avec la verrerie fournie, préparer une solution de soude à $0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Réaliser le suivi d'absorbance en fonction du temps (réaliser le suivi pendant 15 minutes).

Reproduire les manipulations effectuées pour la première expérience et noter les changements quantitatifs.

3 Influence de la température : étude de la dismutation des ions thiosulfate

On étudie la réaction de dismutation des ions thiosulfate en milieu acide :



Cette réaction est lente : un trouble lié à la formation de soufre solide apparaît progressivement. On se donne un critère arbitraire de repérage du trouble de la solution, donc de la quantité de soufre formé : on place un erlenmeyer contenant la solution sur une feuille où une croix noire est dessinée au marqueur. Le moment où l'on ne voit plus la croix correspond à une certaine quantité de soufre, donc à un moment précis de la réaction.

- Préparer dans deux éprouvettes 10 mL de thiosulfate de sodium à $0,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et 50 mL d'acide chlorhydrique à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Placer un erlenmeyer propre et vide sur une croix noire dessinée au marqueur sur du papier. Mélanger les deux éprouvettes et déclencher le chronomètre simultanément.
- Agitez doucement et repérez le moment où vous n'êtes plus capable de voir la croix noire.
- Réalisez l'expérience à une température différente (utilisez le bain-marie pour chauffer les solutions).