

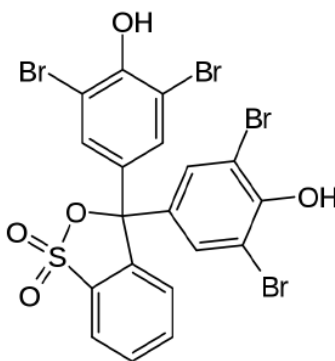
TP CC2 : Étude cinétique de la décomposition du bleu de bromophénol

Objectifs du TP : Mise en oeuvre du suivi d'une réaction lente par spectrophotométrie. Suivi en continu d'une grandeur physique.

Introduction

Le bleu de bromophénol (BBP) existe dans l'eau sous plusieurs formes selon la valeur du pH de la solution. Ces différentes formes n'ont pas le même spectre d'absorption de la lumière. Ainsi la couleur d'une solution de BBP dépend du pH. C'est pourquoi le BBP est employé comme indicateur coloré dans des dosages acido-basiques.

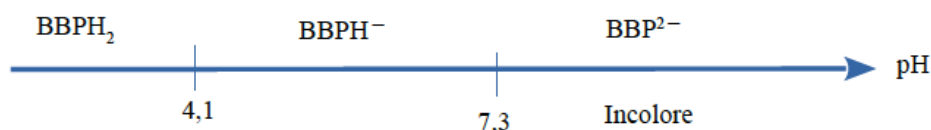
Ci-dessous, formule sous-développée du bleu de bromophénol.



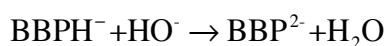
Masse molaire : $M = 669,5 \text{ g.mol}^{-1}$

En utilisant les documents donner en justifiant la couleur des espèces BBPH_2 et BBPH^- .

Le graphique suivant donne la forme sous laquelle le BBP se trouve en solution en fonction du pH (diagramme de prédominance).



Ainsi en milieu basique ($pH > 7$), les ions BBPH^- réagissent avec les ion hydroxydes pour former les ions BBP^{2-} :



Cette réaction est lente et irréversible. En effet, les ions BBP^{2-} ne sont pas stables et se décomposent... Au fur et à mesure de la réaction, la forme BBPH^- disparaît au profit d'une forme incolore, modifiant ainsi la couleur de la solution.

On suppose que cette réaction admet un ordre.

On souhaite au cours de cette séance déterminer : l'ordre partiel de cette réaction par rapport au BBP

En faisant des recherches un étudiants découvre sur internet un protocole :

«

- Mesurer à l'aide d'une fiole jaugée, 50 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium (de concentration $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$). Les placer dans un erlenmeyer de 250 mL.
- Ajouter à l'aide d'une pipette jaugée 1 mL de solution aqueuse de bleu de bromophénol
- Déclencher le chronomètre.
- Homogénéiser la solution et commencer rapidement les mesures.
- Vous effectuerez une mesure d'absorbance toutes les minutes jusqu'à ce que l'absorbance initiale soit divisée par 10 (ou au maximum pendant 20 minutes). Remplir un tableau sur votre cahier de laboratoire (et une table de votre calculatrice) au fur et à mesure de la réaction précisant le temps (en min) et l'absorbance. »

La manipulation de soude concentrée est potentiellement dangereuse. Le port de lunettes de protection est obligatoire au cours de l'expérience. Le port de lentilles de contact sera prohibé au cours de cette séance.

1. Étude préliminaire

- Indiquer l'intérêt de prendre les réactifs initialement dans les proportions proposées dans le protocole précédent.
- Comment pourra-t-on vérifier à l'aide des résultats des mesures que la réaction est d'ordre (0, 1 ou 2) par rapport à BBP^- ?
- Justifier que l'on fasse l'étude pour une longueur d'onde de 580 nm.

2. Indications pour le protocole expérimental

- Prendre le temps de mettre la soude à température voulue avant de faire le mélange avec le BBP. Placer le thermomètre dans le mélange réactionnel.
- Homogénéiser et déclencher le chronomètre.
- Effectuer le suivi de l'évolution de l'absorbance au cours du temps. La cuve remplie de la solution à étudier sera placée dans le spectrophotomètre juste le temps nécessaire pour effectuer la mesure. (Donc prélever une petite quantité du milieu avec un compte goutte et remplir à moitié une cuve. Essuyer. Faire la mesure. Vider la cuve dans le béccher poubelle. Recommencer)

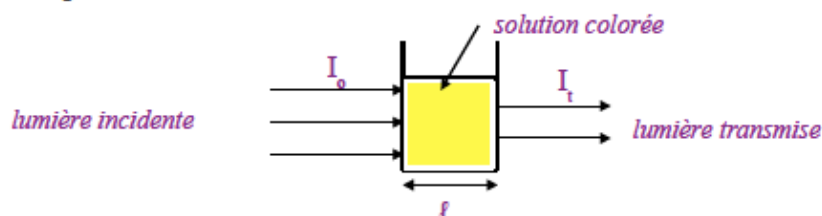
3. Analyse des données

A l'aide des données recueillies et de votre calculatrice, déterminer l'ordre partiel de la réaction par rapport au BBP.

Documents

Principe de mesures d'absorbance par spectrophotométrie

Une lumière monochromatique, de longueur d'onde λ et d'intensité lumineuse I_0 , traverse une cuve transparente de longueur ℓ contenant une solution colorée de concentration c en matière colorante. Une partie de l'intensité lumineuse est absorbée par la solution, l'intensité lumineuse transmise I_t est plus faible que l'intensité incidente I_0 .



Ce phénomène d'absorption d'une partie de la lumière par la solution colorée est caractérisée par une grandeur appelée absorbance A (sans unité).

L'absorbance est reliée à l'intensité lumineuses qui traverse la cuve par la relation :

$$A = \log \frac{I_0}{I_t}$$

L'absorbance est donc une grandeur logarithmique : lorsque l'intensité lumineuse transmise est divisée par 10, l'absorbance augmente d'une unité.

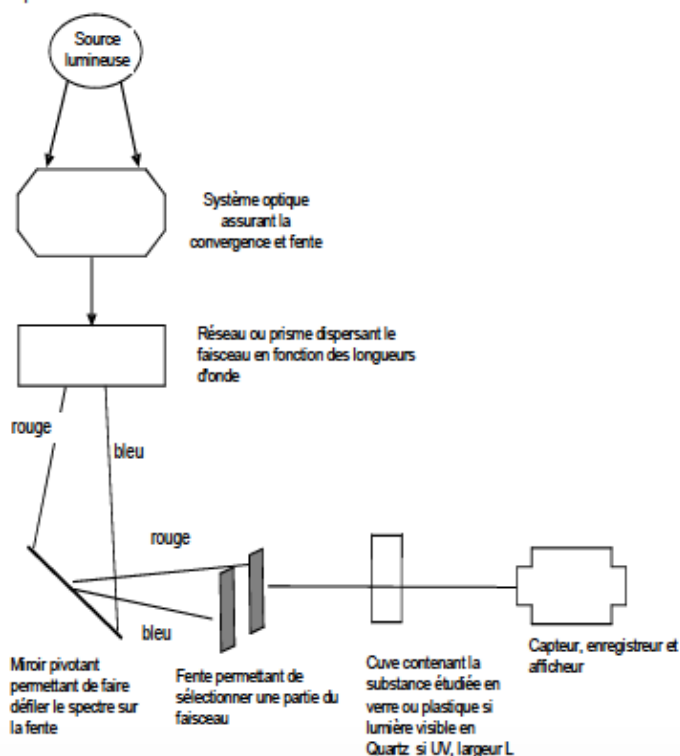
L'expérience montre que, pour une solution peu concentrée en substance absorbante, l'absorbance A est, à une température donnée, pour une longueur d'onde donnée, proportionnelle à la longueur ℓ de la cuve et à la concentration C en matière colorante :

$$A = \epsilon_\lambda \ell \times C \quad (\text{Loi de Beer-Lambert})$$

Le coefficient ϵ_λ est appelée coefficient d'extinction molaire et dépend de la longueur d'onde λ et de l'espèce colorée. Le lien entre A et C permet ensuite de connaître l'évolution temporelle de la concentration $C(t)$ de l'espèce colorée lors d'une transformation chimique à partir de l'évolution temporelle de l'absorbance $A(t)$.

Le spectrophotomètre permet la mesure de l'absorbance de la solution colorée.

Principe de fonctionnement :



Une source de lumière blanche traverse un monochromateur qui sélectionne une radiation de longueur d'onde λ . Le faisceau de lumière monochromatique traverse alors une solution colorée. Un photocapteur convertit l'intensité lumineuse transmise en un signal électrique. Enfin un analyseur traite le signal électrique et affiche la valeur de l'absorbance.

Réglage du spectrophotomètre , déroulement d'une mesure

Choix de la longueur d'onde λ :

- Régler le spectrophotomètre sur la longueur d'onde λ désirée et le sélecteur de filtre (à l'intérieur du capot) sur la position correspondant à λ .
- Régler le spectrophotomètre en absorbance (Abs) avec le bouton "TRANS/ABS"

Réglage du zéro d'absorbance :

Sur un spectrophotomètre, il faut faire le réglage du zéro ou faire "le blanc". Cela consiste à faire une mesure de l'absorbance de l'ensemble {cuve, solvant} sans l'espèce colorée puis à régler le zéro d'absorbance sur la valeur correspondante.

- Réglage du blanc: remplir une cuve avec le solvant (ici la soude).
- Appuyer sur le bouton "0A" pour régler le zéro de l'absorbance. Le spectrophotomètre doit alors indiquer 0,000.

Mesure de l'absorbance d'une solution :

- Retirer la cuve avec le solvant.
- Remplir une autre cuve avec la solution, essuyer les parois extérieures puis la placer dans le spectrophotomètre pour mesurer son absorbance.

Abondance des formes BPPH₂ et BBPH⁻ du bleu de bromophénol

Le graphique ci-dessous montre l'évolution de l'absorbance des formes BPPH₂ et BBPH⁻ du bleu de bromophénol en fonction de la longueur d'onde.

