

Première S Activité expérimentale : Dosage d'une espèce chimique colorée par étalonnage

Contexte :

Doser une espèce chimique dans une solution, c'est déterminer la concentration molaire de l'espèce dans la solution. Une des méthodes est une méthode par étalonnage. Elle repose sur l'utilisation de solutions (appelées solutions étalons) qui contiennent l'espèce chimique à doser en différentes concentrations connues. La concentration de l'espèce chimique doit influencer sur une grandeur physique mesurable (absorbance, conductivité etc.). En reportant sur un graphique des points dont l'abscisse correspond à la concentration des solutions connues et l'ordonnée à la grandeur physique mesurée on obtient une courbe d'étalonnage. Il suffit alors de mesurer la grandeur physique de la solution à doser afin d'obtenir un point de la courbe dont l'abscisse indique la concentration recherchée.

Comment déterminer la concentration en diiode d'une solution aqueuse de lugol?

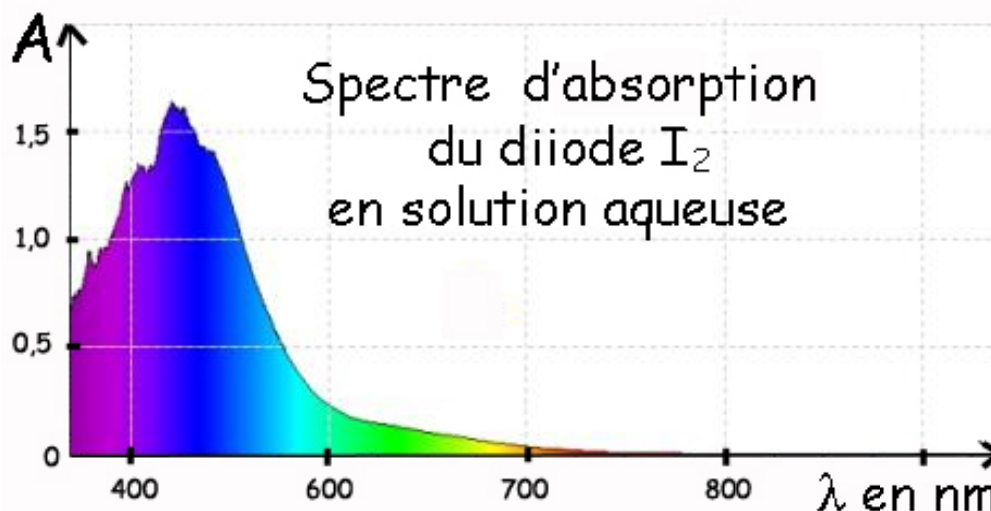
Documents à votre disposition :

Information 1 : le lugol

Le lugol est une solution aqueuse de diiode vendue en pharmacie comme désinfectant. Le fabricant donne la formule du Lugol : **1,2 g de I_2 + 2 g de KI dans 100 mL de solution.** La masse molaire du diiode est $M(I_2) = 253,8 \text{ g.mol}^{-1}$.

Information 2 : le spectre d'absorption du diiode en solution aqueuse

Lorsqu'une lumière éclaire une solution, une partie de celle-ci est absorbée. Le spectre observé est un spectre d'absorption. La couleur perçue de la solution est obtenue par synthèse additive des radiations non absorbées.



Information 3 : utilisation du colorimètre

- Régler le colorimètre à la longueur d'onde choisie, correspondant au maximum d'absorbance de la solution étudiée.
- Faire le « blanc » avec le solvant (mise à zéro du colorimètre).
- Mesurer l'absorbance A de la solution en utilisant la même cuve que pour le « blanc » et pour une série de mesures, utiliser toujours la même cuve.

Information 4 : la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert est une loi valable pour des solutions dont la concentration en soluté est inférieure $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

La loi de Beer-Lambert dit que pour une longueur d'onde donnée λ et pour une cuve de dimensions fixes, la concentration C (en mol.L^{-1}) d'une espèce colorée en solution est proportionnelle à l'absorbance A (sans unité) de cette solution. Elle se traduit donc par la relation suivante:

$$A = k \times C$$

où k (en L.mol^{-1}) est une constante dépendant de la cuve et de la longueur d'onde λ de la lumière utilisée.

Travail à effectuer

1- Suivre un protocole pour réaliser une échelle de teintes (20 minutes conseillées)

On dispose d'une solution aqueuse de diiode S_0 de concentration molaire : $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. La couleur de cette solution est due à l'espèce chimique $I_2(aq)$. On veut réaliser à partir de cette solution S_0 des solutions filles de concentrations C_f connues.

- Pour chaque ligne du tableau ci-dessous, déterminer le facteur de dilution ainsi que la concentration de la solution fille (tableau fourni en annexe).

N° du tube	Volume de solution mère S_0 V_m (mL)	Volume d'eau ajouté (mL)	Volume total de solution fille V_f (mL)	Facteur de dilution $V_f/V_m = C_0/C_f$	Concentration de la solution de diiode fille C_f (mol.L $^{-1}$)	Absorbance de la solution de diiode fille A_f
1	1,0	9,0	10,0			
2	3,0	7,0	10,0			
3	5,0	5,0	10,0			
4	7,0	3,0	10,0			
5	9,0	1,0	10,0			

- Rappeler le nom de la verrerie de précision nécessaire pour réaliser une dilution.
- Pour des raisons de rapidité d'exécution, nous allons réaliser les solutions filles dans des tubes à essais en utilisant des burettes graduées (très précises également).
- Mode opératoire :
 - Introduire, avec une burette, dans des tubes à essais identiques (numérotés de 1 à 5), un volume V_m précis de la solution mère S_0 de diiode.
 - Compléter à 10,0 mL avec de l'eau distillée avec une deuxième burette. Boucher et bien agiter.

2- Suivre un protocole pour mesurer l'absorbance d'une solution (20 minutes conseillées)

- D'après le spectre du diiode en solution aqueuse, à quelle longueur d'onde devrait-on régler la longueur d'onde du colorimètre? Justifier.
- Le spectrophotomètre ne disposant que de 7 longueurs d'onde de travail, choisir la plus adaptée pour mesurer l'absorbance des solutions aqueuses de diiode.
- Etalonnage du spectrophotomètre en réalisant la mesure de l'absorbance d'une cuve de solvant (ici l'eau) pour laquelle l'absorbance A doit être nulle. Essuyer la cuve sur sa face transparente.
- Mesurer l'absorbance de chacune des solutions réalisées : pour cela utiliser la même cuve ; rincer celle-ci avec de la solution à tester et essuyer avec un papier la cuve sur sa face transparente.
- Compléter la dernière colonne du tableau.
- Justifier l'utilisation d'une même cuve pour l'ensemble des mesures.

3- Construire un graphique et l'exploiter (20 minutes conseillées)

- Tracer la courbe $A = f(C)$ sur le tableur ESAOPhy (menu-démarrer/programme reseau/chimie) - ne pas oublier le premier point (0,0)
- Décrire la courbe obtenue. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Justifier.
- Déterminer l'équation de la courbe à l'aide d'un tableur (utiliser la modélisation).
- Déterminer le coefficient directeur et donner son unité.

4- Déterminer des concentrations (20 minutes conseillées)

La solution de lugol fournie par le laboratoire du lycée a été obtenue en diluant 100 fois le lugol vendu en pharmacie.

- Déterminer expérimentalement la concentration molaire en diiode du lugol dilué $C(I_2)_{\text{fille}}$:
 - méthode 1 : graphiquement en utilisant la courbe et le pointeur.
 - méthode 2 : par le calcul en utilisant l'équation de la droite.
- En déduire la concentration molaire en diiode du lugol vendu en pharmacie $C(I_2)_{\text{mère}}$.
- Déterminer la concentration molaire théorique (d'après les données du fabricant) en diiode de la solution de lugol $C(I_2)_{\text{théo}}$.
- Calculer l'écart relatif E et conclure.

$$E = \frac{|C(I_2)_{\text{théo}} - C(I_2)_{\text{mère}}|}{C(I_2)_{\text{théo}}}$$

- On considère l'incertitude sur la mesure $U(C(I_2)) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. La mesure est-elle bonne ?
- Justifier la nécessité d'avoir dilué le lugol.