Absorbance et concentration : Loi de Beer-Lambert

Prérequis

Ce cours nécessite une bonne compréhension des notions de concentration (en masse et en quantité de matière), de solutions et de spectrophotométrie, vues en classe de seconde et de première. Il s'inscrit dans la continuité du chapitre sur les réactions acido-basiques et la spectrophotométrie, et prépare aux chapitres sur les cinétiques chimiques.

Chapitre 1 : Introduction à l'absorbance

1.1 La lumière et la matière

La lumière, lorsqu'elle traverse une solution, peut être absorbée par les molécules dissoutes. L'intensité de la lumière incidente (I_0) diminue au fur et à mesure qu'elle traverse la solution, pour donner une intensité transmise (I). Cette absorption dépend de la nature de la substance dissoute, de la concentration de cette substance et de l'épaisseur de la solution traversée.

1.2 Définition de l'absorbance

L'**absorbance**, notée A, est une grandeur sans unité qui quantifie l'absorption de la lumière par une solution. Elle est définie par la relation suivante :

$$A = \log_{10}\left(\frac{(I_0)}{(I)}\right)$$

où :

- I_0 est l'intensité du faisceau incident (en W.m⁻²)
- I est l'intensité du faisceau transmis (en W.m⁻²)

Remarque: Une absorbance élevée signifie une forte absorption de la lumière.

Exemple: Si $I_0 = 100$ unités et $I = 10$ unités, alors $A = \log_{10}\left(\frac{(100)}{(10)}\right) = \log_{10}(10) = 1$.

1.3 Mesure de l'absorbance

L'absorbance est mesurée à l'aide d'un **spectrophotomètre**. Cet appareil mesure l'intensité de la lumière transmise à une longueur d'onde donnée. Il est important de choisir la longueur d'onde appropriée pour chaque substance afin d'obtenir une mesure précise de l'absorbance.

Chapitre 2 : Loi de Beer-Lambert

2.1 Énoncé de la loi

La **loi de Beer-Lambert** relie l'absorbance d'une solution à sa concentration et à la longueur du trajet optique (l'épaisseur de la solution traversée par la lumière). Elle s'écrit :

$A=\epsilon\times l\times c=k\times c$

Où :

- A est l'absorbance (sans unité)
- ϵ est le **coefficient d'extinction molaire** (en L.mol⁻¹.cm⁻¹) ; il est caractéristique de la substance et de la longueur d'onde considérée.
- l est la longueur du trajet optique (en cm)
- c est la **concentration en quantité de matière** de la solution (en mol.L⁻¹)
- $k=\epsilon\times l$ est le coefficient directeur de la droite $A=f(c)$

Remarque : Cette loi est valable uniquement pour des solutions diluées. À des concentrations élevées, les interactions entre les molécules peuvent modifier l'absorbance et la loi n'est plus vérifiée.

2.2 Applications de la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert est largement utilisée en chimie analytique pour :

- Déterminer la concentration d'une solution inconnue en mesurant son absorbance.
- Suivre l'évolution d'une réaction chimique en mesurant l'absorbance au cours du temps.
- Quantifier la quantité d’une substance présente dans un échantillon complexe.

Exemple: On mesure l'absorbance d'une solution de permanganate de potassium ($KMnO_4$) à 525 nm dans une cuve de 1 cm de trajet optique. Si $\epsilon=2.4\times10^3$ L.mol⁻¹.cm⁻¹ et $A=0.6$, alors la concentration en quantité de matière de la solution est : $c=\frac{(A)}{(\epsilon\times l)}=\frac{(0.6)}{\left(2.4\times10^3\times1\right)}=2.5\times10^{-4}$ mol.L⁻¹

Chapitre 3 : Exercices et applications

Exercice 1 : Une solution de concentration $c=2.0\times10^{-3}$ mol.L⁻¹ d'une substance X a une absorbance $A=0.8$ pour une longueur de trajet optique de $l=1.0$ cm. Calculer le coefficient d'extinction molaire ϵ de la substance X pour cette longueur d'onde.

Corrigé guidé Exercice 1: On utilise la loi de Beer-Lambert : $A=\epsilon\times l\times c$. On isole ϵ :
$\epsilon=\frac{(A)}{(l\times c)}=\frac{(0.8)}{1.0\times2.0\times10^{(-3)}}=400$ L.mol⁻¹.cm⁻¹

Exercice 2 : Une solution de concentration inconnue a une absorbance de 0,5 à une longueur d’onde

donnée. Sachant que le coefficient d'extinction molaire de la substance est de 150 L.mol⁻¹.cm⁻¹ et que la longueur de la cuve est de 1 cm, quelle est la concentration de la solution ?

Corrigé guidé Exercice 2 : On utilise la loi de Beer-Lambert : $A=\epsilon\times l\times c$. On isole c:
$c=\frac{(A)}{(\epsilon\times l)}=\frac{(0.5)}{(150\times 1)}=3.33\times 10^{-3}$ mol.L⁻¹

Résumé

- **Définitions clés:**
- **Absorbance (A):** grandeur sans unité, quantifiant l'absorption de la lumière par une solution. $A=\log_{10}\left(\frac{(I_0)}{(I)}\right)$
- **Coefficient d'extinction molaire (ϵ):** caractéristique de la substance et de la longueur d'onde (L.mol⁻¹.cm⁻¹)
- **Concentration en quantité de matière ©:** quantité de matière de soluté par litre de solution (mol.L⁻¹)
- **Loi de Beer-Lambert:** $A=\epsilon\times l\times c$
- **Formules fondamentales:** $A=\log_{10}\left(\frac{(I_0)}{(I)}\right)$, $A=\epsilon\times l\times c$
- **Chapitre 1:** Introduction à l'absorbance, définition et mesure.
- **Chapitre 2:** Loi de Beer-Lambert, énoncé et applications.
- **Chapitre 3:** Exercices d'application de la loi de Beer-Lambert.

From:
https://www.wikiprof.fr/ - **wikiprof.fr**

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:generale:premiere_generale:physique_chimie:absorbance_et_concentration&rev=1750055734

Last update: **2025/06/16 08:35**