

Spectres UV-visible et IR

Thème du programme : Ondes et matière

Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters, amines et amides.

Connaitre les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.

Exploiter des spectres UV-visibles.

Exploiter des spectres IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données.

Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.

I. Nomenclature des molécules organiques

Livre Fiche méthode n°7 - Activité 1 p 110

1. Rappels

- Le nom d'une molécule est composé par le nom de la chaîne principale (le plus grand nombre d'atomes de carbone), auquel s'ajoute le nom de la ramification et celui du groupe caractéristique.
- Si la chaîne carbonée est ramifiée, le carbone qui porte la ramification a toujours le plus petit numéro, le nom d'une ramification se termine par le suffixe *-yl*.
- Les alcanes sont des molécules organiques de formule brute C_nH_{2n+2} .

Nombre de carbone	1	2	3	4	5	6
Préfixe	Méth-	Eth-	Prop-	But-	Pent-	Hex-

Fonction	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Groupe caractéristique				
Terminaison				

2. Les alcènes

Ils n'ont pas de groupe caractéristique, Fonction : alcène.

Les alcènes comportent une double liaison $C = C$ et ont pour formule brute C_nH_{2n} .

Nomenclature : on remplace la terminaison « *ane* » de l'alcane ayant le même nombre de carbone par la terminaison « *ène* » précédée de l'indice de position de la double liaison dans la chaîne principale. Cet indice doit être le plus petit possible.

3. Les amines

Fonction : amine ; Groupe caractéristique : amine ou amino

Nomenclature : on remplace la terminaison « *ane* » de l'alcane ayant le même nombre de carbone par la terminaison « *amine* » précédée de l'indice de position du groupe amine dans la chaîne principale. Cet indice doit être le plus petit possible.

4. Les amides

Fonction : amide ; Groupe caractéristique : amide

Nomenclature : le nom dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant « *ane* » par « *amide* ».

5. Les esters

Fonction : ester ; Groupe caractéristique : ester

Nomenclature : il y a deux termes :

- le premier avec la terminaison « *oate* » désigne la chaîne carbonée R – C numérotée à partir de C
- le second avec la terminaison « *yle* » est le nom du groupe alkyle R', numéroté à partir de l'atome de carbone lié à l'atome d'oxygène O.

Exercices : 3, 4, 5, 6 p 122.

II. Interaction lumière/matière : la spectroscopie d'absorption

1. Principe de fonctionnement

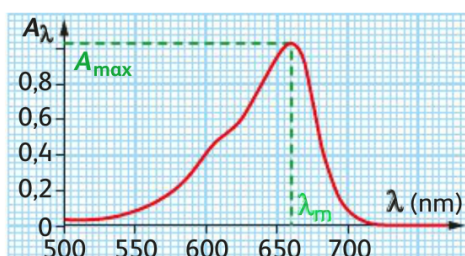
Les spectroscopies d'absorption sont des méthodes d'analyse chimique non destructives qui reposent sur l'absorption d'un rayonnement électromagnétique par l'espèce chimique. Elles peuvent être qualitative (identifier l'espèce chimique) ou quantitative (déterminer la concentration de l'espèce chimique).

L'absorbance A_λ et la transmittance $T_\lambda = 10^{-A_\lambda}$ sont deux grandeurs positives et sans unité définies pour caractériser l'absorption d'une onde électromagnétique de longueur d'onde λ par des espèces chimiques.

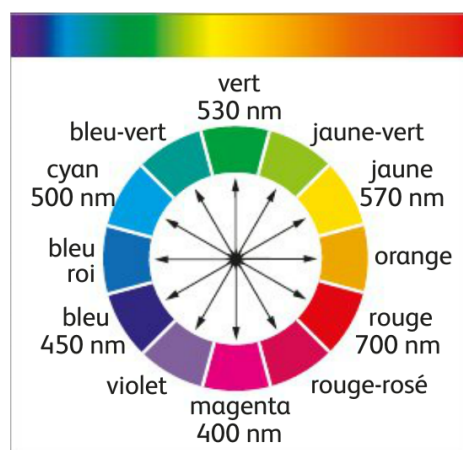
2. Spectroscopie UV-visible

Cette technique est basée sur la faculté des espèces chimiques à absorber des radiations électromagnétiques du visible pour les espèces chimiques colorées, UV pour certaines espèces chimiques incolores.

Exemples : Les molécules organiques comportant entre 1 à 6 doubles liaisons conjuguées absorbent dans le domaine des UV. Au-delà de 7 doubles liaisons conjuguées, les molécules organiques absorbent dans le domaine du visible : ce sont des espèces chimiques colorées.



9 Spectre d'absorption d'une solution de bleu de méthylène à la concentration $c = 2,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.



10 Spectre de la lumière blanche et cercle chromatique indiquant les couleurs complémentaires diamétralement opposées.

Le spectre obtenu représente en général l'absorbance de l'espèce chimique en fonction de la longueur d'onde du rayonnement. On observe une ou plusieurs larges bandes d'absorption.

Chaque bande d'absorption est caractérisée par :

- L'abscisse du maximum d'absorbance, $\lambda_{\max}$, qui permet de déterminer la couleur de l'espèce chimique si $\lambda_{\max}$ est dans le visible : la couleur perçue est le complémentaire de la couleur absorbée.
- L'ordonnée du maximum d'absorbance, $A_{\max}$, qui est proportionnel au **coefficient d'absorption molaire**, $\varepsilon_{\max}$.

L'absorbance A_{λ} d'une espèce en solution suit **la loi de Beer-Lambert** :

$$A_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda} \ell C$$

A_{λ}	Absorbance sans unité
ε_{λ}	Coefficient d'absorption molaire en $\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$
ℓ	Largeur de la cuve en cm
C	Concentration molaire en mol.L^{-1}

Le couple ($\lambda_{\max}$; $\varepsilon_{\max}$) caractérise une espèce chimique dissoute dans un solvant donné, à une température donnée.

Exercices : Apprendre à rédiger I_3^- , 7 p 122, 26 p 129.

3. Spectroscopie infrarouge

Activité 3 p 112-113

La spectroscopie IR est dans son principe semblable à la spectroscopie UV – visible.

Dans le domaine des IR, le rayonnement électromagnétique interagit avec les liaisons covalentes de la molécule. En effet, une molécule subit des mouvements de vibration internes (élongation et déformation), le rayonnement qui traverse l'échantillon à analyser est absorbé par les liaisons qui changent de fréquence de vibration en faisant apparaître des bandes dans le spectre.

Une bande d'absorption est caractéristique d'un type de liaison. La spectroscopie IR est une technique de détermination de la structure d'une molécule en découvrant la nature de ses groupes caractéristiques.

Un spectre IR a pour caractéristiques :

- en ordonnée : la transmittance T , sans unité, $T = 1$ correspond à aucune absorption, $T = 0$ absorption totale. T peut aussi être exprimé en %. Les bandes d'absorption pointent vers le bas.
- en abscisse : le nombre d'onde σ en cm^{-1} ($= \frac{1}{\lambda}$). Les abscisses sont dans le sens décroissant de σ .

Les nombres d'ondes supérieurs à $1\,500\text{ cm}^{-1}$ (partie gauche du spectre), permettent la recherche des groupes caractéristiques.

Les nombres d'onde inférieurs à 1500 cm^{-1} (partie droite du spectre), correspondent à des bandes d'absorption qui sont difficilement exploitables seules, et il faut alors les comparer à un spectre de référence. C'est la zone d'empreinte digitale de la molécule.

Cas particulier des liaisons hydrogène :

En phase condensée (liquide ou solide), les liaisons hydrogène (liaison intermoléculaire qui s'établit entre un atome d'hydrogène lié à un atome N ou O et un doublet non liant d'un autre atome N ou O), ne sont pas négligeables. Sur le spectre, à cause des liaisons hydrogène, l'absorption des liaisons O – H donne alors une bande large de forte absorption autour de $3\,300\text{ cm}^{-1}$ au lieu d'une bande fine au alentour de $3\,600\text{ cm}^{-1}$.

Exercices : 11 p 123, 16 p 126, 25 p 129.