

LP5 : Phénomènes de polarisation en optique

Elément imposé : fonctionnement des lunettes de soleil

Niveau : terminale STL (seul niveau où la polarisation apparaît)

Polarisations naturelle et rectiligne des ondes électromagnétiques. Polariseur, analyseur. Activité optique. Loi de Biot. Pouvoir rotatoire.	<ul style="list-style-type: none"> - Associer la direction de polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique. - Prévoir l'effet d'un polariseur sur une lumière naturelle et sur une onde polarisée rectilignement. - Citer des exemples d'ondes partiellement polarisées et non polarisées. - Associer l'activité optique d'une solution à la chiralité des espèces chimiques. - Exploiter la loi de Biot. - Relier le pouvoir rotatoire d'un mélange de stéréoisomères à sa composition. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produire et analyser une lumière polarisée rectilignement. - Distinguer une lumière polarisée rectilignement, non polarisée ou partiellement polarisée. - Déterminer une concentration d'une espèce optiquement active à partir de la mesure de son pouvoir rotatoire.
Afficher l'information	
Afficheurs à cristaux liquides.	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir l'effet d'un polariseur sur la lumière naturelle et sur une onde polarisée rectilignement. - Expliquer le principe d'un afficheur à cristaux liquides à partir de ressources documentaires. <p>Capacité expérimentale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre un protocole pour montrer le rôle des constituants d'un afficheur à cristaux liquides.

Figure 1: Extraits du programme de terminale SPCL traitant de la polarisation

Prérequis :

- Optique géométrique (loi de Snell-Descartes)
- Vecteurs (norme, sens, direction, somme) (2nde)
- Trigonométrie (propriétés du cosinus)
- Chiralité, énantiomères (Terminale)
- Electrocinétique (loi d'Ohm) (2nde)
- Modèle aléatoire de la lumière

Difficultés :

- Polarisation / champ électrique pas très tangible
- Nécessite une bonne vision dans l'espace

séquence pédagogique Activité documentaire : Etude du fonctionnement de l'afficheur à cristaux liquides

TP : Découverte des polariseurs/analyseurs pour identifier une polarisation

Utilisation du polarimètre de Laurent pour déterminer la concentration en sucre dans un sirop.

Bibliographie

- Acad Montpellier
- Houard chap9

Introduction

Intro Choc : Image amidon sous lumière polarisée de l'acad montpellier

Problématique : Comment expliquer l'effet de la lumière polarisée sur l'amidon

1 Phénomène de polarisation

1.1 Qu'est-ce qu'une lumière polarisée ?

La lumière est une onde électromagnétique donc elle se propage rectilignement et le champ magnétique est **transverse** à la direction de propagation de la lumière. Le champ magnétique est orthogonal au champ électrique.

Polarisation : évolution du vecteur \vec{E} du champ électrique dans un plan donné.

Polarisation rectiligne : \vec{E} évolue uniquement le long d'une droite appartenant au plan d'onde.

1.2 Obtention d'une lumière polarisée rectilignement

La lumière naturelle est non polarisée. Le vecteur \vec{E} prend des directions aléatoires.

- Pour ça on utilise un polariseur : un filtre composé d'un polymère étiré donc directions favorisées, seul la direction perpendiculaire à l'étirement laisse passer la lumière. C'est **l'axe de polarisation du polariseur**.
- par réflexion. Par réflexion sur une surface, on ne récupère qu'une lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence. C'est la neige ou la route. (angle de Brewster)

2 Applications de la polarisation

2.1 Les lunettes de soleil

Les lunettes de soleil sont des polariseurs : filtres. Montage avec diaphragme, polariseur et lunettes + photodiode. On utilisera la loi de Malus :

$$I(\theta) = I_0 \cos^2(\theta)$$

Et on mesure l'intensité en sortie pour chaque angle du polariseur. (photodiode fournit une intensité, on la fait passer dans la résistance et on a la ddp). On trace \cos^2 en fonction de I et on vérifie la loi de Malus.

Si on trace I en fonction de l'angle, on voit qu'on a une intensité maximale à 7 degrés donc décalage entre les lunettes et l'horizontale. On peut donc remonter à la polarisation des lunettes. On a donc une polarisation verticale. Logique car pour éliminer la lumière réfléchie par la route.

Analyseur : Polariseur pour analyser une lumière polarisée. Ici les lunettes servent d'analyseur.

2.2 Détermination d'une concentration

En chimie, il y a des molécules chirales et elles peuvent dévier le plan de polarisation de la lumière qui les traverse. On dit qu'elles sont **actives optiquement**.

On quantifie cette rotation par le **pouvoir rotatoire spécifique** d'une molécule, noté $[\alpha]_{20}^D$ en $^\circ \text{ dm}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ mL}$.

On la relie à la concentration par la loi de Biot : $[\alpha] = [\alpha]_{20}^D l c$ avec l la longueur de la cuve en dm et c la concentration en espèces en g/mL.

2.3 Autres applications

On verra également en activité documentaire le principe des cristaux liquides comme les écrans d'ordinateurs. Le principe des lunettes 3D où l'écran envoie deux images de polarisations différentes.

Filtres polarisant sur les appareils photo (polarisants derrière la fenêtre pour s'affranchir du reflet ou choix de ne photographier que le reflet).

Conclusion

On a vu la lumière polarisée, comment l'obtenir et ses applications. On verra au prochain cours d'autres phénomènes ondulatoires de la lumière.

Question

- Loi de Biot : est-ce que c'est une histoire de temps ?
- Polarisation : est-ce que la lumière se déplace tjrs rectilignement ? Il faut que le milieu soit homogène.
- Comment on montre que E est transversal ? Pas de volonté de partir plus loin ? On observe qu'il y a invariance par l'angle de rotation de l'objet.
-

Retours

- Cristaux liquides également
- Amidon composé de sucres optiquement actifs