

LP 6 : Phénomènes de polarisation optique

Eléments imposés : Loi de Biot, écran LCD, cristaux de Spate (cf Hecht et Houard), lunettes polarisées, photoélasticimétrie

Niveau : Tale STL spé SPCL

Pré-requis : - Généralités sur les ondes : propagation (1ere STL)

- Nature ondulatoire de la lumière (TSTL)
- Structure onde EM (TSTL)
- Chiralité (1ere STL)
- Dosage (1ere STL)

Biblio : - Optique, Houard

- La physique par les objets quotidiens, Ray
- Optique : Fondements et applications, Hecht
- Nathan, TSTL
- Dictionnaire de physique, Taillet
- <https://www.youtube.com/watch?v=NI9khzLkJPY>
- https://www.youtube.com/watch?v=_GzRC6AFA1Y

Intro péda :

Cours de Tale STL option SPCL dans le thème onde. Dans ce cours, on va montrer aux élèves comment remonter à une concentration avec des ondes ayant des propriétés particulières.

Ce cours suivra un cours de rappel sur les ondes et d'introduction de la structure des ondes EM.

On va s'intéresser plus particulièrement à la lumière et à ses propriétés liées à sa nature ondulatoire, les élèves auront donc déjà vu l'aspect ondulatoire de la lumière.

On va illustrer ce cours par une mesure de concentration inconnue par la loi de Biot, les élèves devront donc avoir déjà vu les dosages par étalonnage ainsi que la notion de molécule chirale.

Choix péda : on va retrouver la loi de Biot de manière expérimentale afin de montrer aux élèves une démarche expérimentale.

Obj : - Comprendre le phénomène de polarisation de la lumière et savoir l'utiliser pour diverses applications (ex : détermination de concentration)

Difficultés : - Notion abstraite, la structure des ondes EM est déjà assez abstraite et la on rajoute des conditions sur cette notion abstraite. On va montrer pas mal d'image, de schéma et animations pour que les élèves se représentent bien le phénomène étudié.

TD : étude de doc sur le fonctionnement de divers objets du quotidien utilisant lumière polarisée (ex lunettes polarisées)

TP : utilisation d'un polarimètre : détermination de concentration, de pouvoir rotatoire spécifique

Intro :

Exp : lunettes polarisées devant écran → si on les tourne moins d'intensité lumineuse

Aujourd'hui, on va essayer de comprendre ce qu'il se passe lorsque l'on fait ceci.

Tout d'abord, vu que l'on va étudier des propriétés liées de la lumière, on va rappeler la définition de la lumière (cf diapo).

On peut alors se demander quel phénomène est mis en jeu quand on regarde un écran avec les lunettes polarisées.

I) De la lumière naturelle à la lumière polarisée

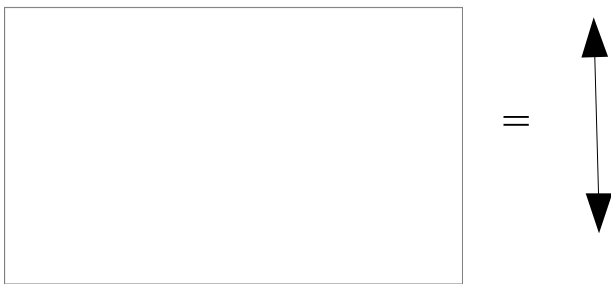
A) Description

Polarisation = orientation du vecteur champ électrique lorsqu'un observateur regarde l'onde se propageant vers lui.

Ainsi une onde EM est **polarisée rectilignement** si le champ E est émis selon une direction invariante → analogie avec onde méca (corde cf diapo) → les 2 ondes sont polarisé rectilignement mais dans direction différentes.

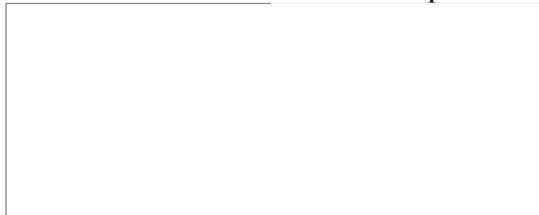
Si on revient aux ondes EM, on utilise des ondes polarisées pour la télécommunication par ex (cf diapo)

→ représentation onde polarisée rectilignement à faire au tableau



Mais la lumière venant du soleil ou d'une lampe n'est pas polarisée.

En effet, la lumière naturelle est une lumière non polarisée = pas de direction privilégié de champ E.



On la note alors

Tr : comment obtenir une lumière polarisée à partir d'une lumière non polarisée ?

B) Obtention d'une lumière polarisée

On utilise un **polariseur** = dispositif permettant d'obtenir une onde polarisée (expliquer très rapidement comment ça fonctionne)

Exp : lumière blanche (ou laser non polarisé) + polariseur → diminution de l'intensité lumineuse

Comment savoir que la lumière, après le polariseur est bien polarisée ?

On va mettre un 2ème polariseur que l'on appellera un **analyseur**

Exp : si on tourne l'analyseur à 90° par rapport au polariseur, extinction totale → on a bien de la lumière polarisée (explication avec schéma diapo)

Tr : On peut avoir plusieurs applications avec la lumière polarisée et l'une d'entre elle est en chimie analytique pour déterminer des concentration (aussi utilisée en industrie)

II) Applications à la détermination d'une concentration

Comme vous le savez, certaines molécules = chirales et 2 énantiomères : même prop (Teb, indice de réfraction) mais pas même interaction avec milieu chiral (ex limonène) et interaction différente

aussi avec lumière polarisée.

Ces molécules peuvent faire tourner plan de polarisation de la lumière → **optiquement actives**, avec un **pouvoir rotatoire spécifique** (dépendant de chaque espèce : plus espèce fait tourner plan de polarisation de la lumière, plus pouvoir rotatoire spécifique grand, de T et de λ).

2 énantiomères ont des pouvoirs rotatoires spécifiques opposés.

Si on définit α le **pouvoir rotatoire** d'une solution : expliquer principe polarimètre

→ plus la lumière passe dans solution, plus α grand (cf diapo)

→ courbe d'étalonnage saccharose à différentes concentrations → α proportionnel à C

Loi de Biot : $\alpha = [\alpha]_{\lambda}^T * C_m * L$ avec $[\alpha]_{\lambda}^T$: le pouvoir rotatoire spécifique (dépend de l'espèce de T et de λ) en °mL/g/dm

C_m = concentration massique en g/mL

L = longueur en dm

Ainsi, en mesurant le pouvoir rotatoire d'une solution contenant une molécule chirale, on peut remonter à sa concentration.

Si on a le temps faire A.N. Calcul concentration sucre dans sirop (équivalence entre sucre pris dans doses journalière de sirop et nombre de morceau de sucre)

Rq : technique utilisée en industrie

III) Etude d'un écran LCD

cf Physique par les objets du quotidien p. 93

LCD = Liquid crystal display = écran à cristaux liquides

Cristaux liquides = état de la matière intermédiaire entre solide et liquide (organisation suivant des directions privilégiées dans le volume = phase nématique)

Exp : lunettes de soleil devant écran, si on les tourne → diminue l'intensité

→ formation de torsade → déviation du plan de polarisation à 90°

→ mise sous tension → orientation suivant la direction du champ → on peut avoir extinction de la lumière

OU III) Photoélasticimétrie

Photoélasticimétrie permet la mesure des déformations et des contraintes mécaniques pour des **matériaux photoélastiques** (= matériaux optiquement isotrope devenant biréfringents sous l'action de contraintes mécaniques extérieures ex cf diapo)

Biréfringence sera vue plus en détail dans le supérieur mais ce qu'il faut juste savoir c'est que un matériau est **isotrope** si ses propriétés optiques sont identiques dans toutes les directions et **biréfringent** si ses propriétés optiques changent et dépendent de la direction.

Matériaux photoélastique induise, sous l'effet d'une contrainte méca, une polarisation supplémentaire à la lumière incidente polarisée → étude comme précédemment (avec analyseur) diapo Hecht p. 1022

OU III) Cristaux de spate (cf Hecht et Houard???)

Conclusion :

cf diapo

Ouverture : d'autres phénomènes liés à l'aspect ondulatoire de la lumière sont aussi très importants comme la diffraction ou les interférences.

Remarques :

- Savoir redémontrer les notions liées aux ondes EM, connaître les équations de Maxwell (formes locales et intégrales), loi de Malus
- Angle de Brewster = angle pour lequel rayon réfracté et rayon réfléchi en angle droit → lumière polarisée (sinon uniquement partiellement polarisée)
- Biréfringence = anisotropie du matériau par rapport aux phénomènes optiques