

LP G. Phénomène de Polarisation Optique

Niveau - Terminal STL - SPCL

Prerequis

- * Ondes électromagnétiques (propagation, champ $\vec{E}$ et $\vec{B}$)
- * Chiralité, énantiomères
- * Nature ondulatoire de la lumière
- * Vecteur

MANIPULATION LASER

Bibliographie

- * La physique des objets du quotidien
- * Terminal STL - Howard
- * Optique - Howard

Expérience: Détermination concentration - Lou Bick

- Laser + polariseur (x2) + 2 cuves
- Fructose énantiomère : (+) et (-) limonène
- LUNETTE polarisées
- Fioles jaugées

Introduction Pédagogique

- * Cette leçon se place en terminal STL (Sciences et Techno Labo) avec enseignement spécifique "Sciences 4 et 7 en Labo"
- * Elle se place dans un grand thème sur les ondes et fait suite à un cours sur la lumière et les ondes électromagnétiques, les élèves sont donc familiers avec la notion de propagation de la lumière, son aspect ondulatoire ainsi que sa structure avec les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$.
- * Bien que familiers ces notions restent difficiles pour les élèves, on tâchera de mettre en évidence expérimentalement tout les phénomènes physiques.
- * On choisira de faire les expériences avec un laser afin de s'affranchir de l'utilisation de l'entille et de diaphragmes. l'élève peut ainsi se concentrer au maximum sur le sujet
- * On pourra bien sûr leur rappeler les consignes de sécurité sur le laser
- * Dans ce cours on ne parlera que de polarisation rectiligne de la lumière.
- * La difficulté majeure se situera dans la compréhension du phénomène de polarisation, la représentation vectorielle et des schémas seront utilisés pour aider l'élève à mieux appréhender le phénomène.
- * TD sur la détermination de concentration et sur la détermination de l'excès énantiomérique
- * TP sur la mesure de pouvoir rotatoire avec utilisation de valeurs tabulées et création de protocole pour établir une droite d'étalonnage
- * Etude de deux séries verre polarisants.

Introduction

- * Bonjour à tous, aujourd'hui nous allons parler du phénomène de polarisation optique
- * Mais la polarisation qu'est-ce que c'est ?
- * On entend parler de lunettes polarisées, mais quelle est la différence ?
- * C'est que si je la tourne devant un ordinateur on finit par ne plus voir l'écran
 - ↳ Expérience
- * C'est comme si elle ne laissait passer la lumière que dans un sens.

Objectif : Comprendre ce qu'est la polarisation et savoir se servir des propriétés pour déterminer une concentration

I - Polariser la lumière :

* Pour comprendre la polarisation de la lumière il faut se rappeler que la lumière est une onde électromagnétique composée d'un champ électrique $\vec{E}$ et d'un champ magnétique $\vec{B}$ oscillant en phase,

* Et qu'ils se propagent perpendiculairement entre eux et à la direction de propagation.

* Mais quand une source de lumière comme le soleil émet de la lumière, le champ $\vec{E}$ et $\vec{B}$ peuvent avoir toutes les orientations !

↳ La polarisation c'est l'évolution de la direction de $\vec{E}$ dans le temps quand on place notre œil sur l'axe de propagation. (Image)

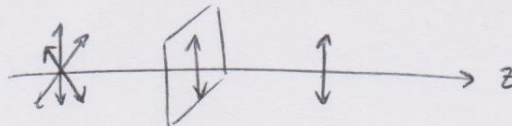
↳ Le soleil émet une lumière polarisée aléatoirement = non polarisée

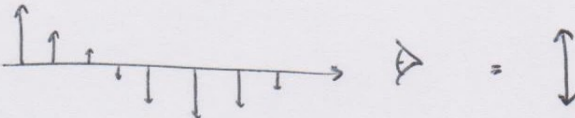
* Est-ce qu'on peut obtenir une lumière polarisée ?

* Eh bien oui, il existe des polariseurs qui ne laissent passer qu'une

seule direction

↳ image.



↳ Ce qu'on voit :  =  polarise rectilignement.

* Je vais donc utiliser ça pour polariser de la lumière

↳ exp laser ⊕ polariseur

↳ on ne distingue pas grand chose !

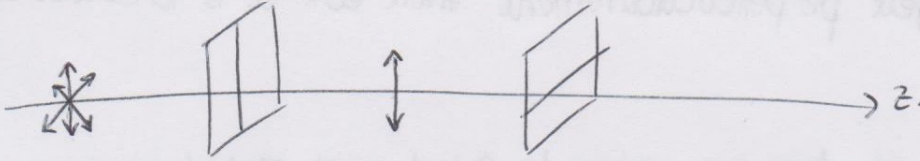
* Mais comme un polariseur ne laisse passer qu'une seule direction, si on en ajoute un deuxième que se passe-t-il ?

↳ Comme il nous sert à analyser la lumière qu'on a on l'appelle un analyseur, mais c'est exactement le même objet !

* Maintenant quand je tourne l'analyseur (Le faire) on voit que l'intensité diminue jusqu'à être nulle. 

↳ Explication : quand les deux polariseurs sont dans des positions orthogonales aucune lumière ne passe...

↳ Compléter dessin



⇒ le polariseur nous donne bien une onde polarisée rectilignement.

Transition C'est bien beau, mais est-ce qu'on peut s'en servir pour faire des mesures ?



II - Loi de Biot

* Comme on utilise une onde électromagnétique et qu'elle peut se propager dans les liquides ces derniers ont peut-être en effet subi la polarisation

* Si je me met à l'extinction et que je place de l'ETOH (le faire)

↳ rien ne change

* Si je place cette fois du Fructose (le faire) 

↳ le laser réapparaît sur l'écran! : 2 hypothèses

↳ a-t-on perdu la polarisation? } le noter puis rayé?

↳ la direction a-t-elle changé?

* Si on tourne l'analyseur (le faire), on retrouve l'extinction

↳ hypothèse 2

⇒ Certaines molécules font tourner le plan de polarisation de la lumière

↳ uniquement les molécules chirales (asymétriques optiquement actives) (schéma)

* Si je prend une autre molécule chirale et que je fais l'échange (le faire)

↳ on retrouve un peu de lumière.

⇒ L'angle de déviation dépend de l'espèce chimique

* Quels peuvent être les autres paramètres influençant la déviation?

↳ Si je change la longueur de solution traversée (le faire) (longueur x 2?)

↳ on n'a pas le même angle

⇒ l'angle de déviation dépend de la longueur de solution traversée

* Si on change la concentration^{massique} de la solution, celle-ci l'est deux fois plus (le faire)

↳ on a aussi un changement

⇒ L'angle dépend de la concentration massique

* On peut faire des études à différentes concentrations et différentes longueurs

↳ α est proportionnel à l et C_m

* On détermine la loi de Biot :

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^T \cdot l \cdot C_m$$

α l'angle en $^{\circ}$

$[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique en $^{\circ} \cdot \text{mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dm}^{-1}$

↳ dépend T, λ : espèce : tabulé

l en dm

C_m en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$: masse au volume crute $[\alpha]$

* Si le plan est dévié vers la droite : dextrogyre (+)

* " " gauche : leuogyre (-)

↳ le faire avec (+) et (-) limonène

↳ On remarque que les deux énantiomères dévient de la même valeur mais dans des sens opposés (table $[\alpha]$)

⇒ mélange racémique non optiquement actif

Transition : Comme $[\alpha]$ est tabulé, si on mesure α on peut trouver C_m ?

III - Détermination d'une concentration mesurée

* On peut voir que les données pour $[\alpha]_D^T$ ont un petit "D" qui signifie que la longueur d'onde est celle du ray D du sodium (589nm)

↳ nous n'avons pas la même

↳ on fait une droite d'étalonnage: on mesure α pour des concentrations connues puis on trace une droite (proje)

* On mesure l'angle pour notre solution de concentration inconnue

↳ incertitude de deux ou trois ° car difficile de trouver l'extinction.

on a donc $c_m = \frac{\alpha}{[\alpha] \cdot l} \approx (\quad \pm \quad) \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

* il faut noter qu'on est très imprécis car on a un dispositif fait maison.

↳ On utilise des appareils plus précis dans les labos

↳ polarimètre de Laurent qu'on pourra utiliser en TP (proje)

Transition: Maintenant on sait ce que signifie avoir une lumière polarisée, et comment on peut l'étudier.

Si on reprend la petite démonstration que je vous ai fait en introduction

↳ Lunette ☉ ordi

Les lunettes sont des polariseurs (plutôt analyseur ici) $\Rightarrow$ la lumière de l'ordinateur est polarisée rectilignement!

IV - Les écrans à cristaux liquides

- * Les écrans à cristaux liquides sont très utilisés, les LCD dans le langage courant pour (Liquid crystal display), dans les ordinateurs, les téléphones etc.
- * Les cristaux liquides peuvent être dans un état entre solide et liquide que l'on appelle nématique. (projo), en forme de bâtonnets
- * Sans tension les bâtonnets font tourner le plan de polarisation de 90°
↳ projo
- * En présence d'un champ électrique les bâtonnets s'alignent (projo) et cette fois la polarisation ne change pas.
- * En ajoutant un analyseur on a de la lumière si on n'a pas de tension et on n'a pas de lumière si on a une tension (projo)
↳ il ne reste plus qu'à ajouter des filtres de couleurs pour avoir des pixels et donc des images (projo)
- * Pour les nuances de gris et la luminosité, il suffit d'appliquer une tension plus ou moins forte: les cristaux sont plus ou moins bien alignés
↳ une petite partie mais pas tout

Conclusion: On a vu ce qu'était la polarisation et comment on pouvait l'obtenir ainsi que s'en servir pour mesurer une concentration ou dans les écrans LCD