

LP 33 - Phenomene de polarisation optiQ

Niveau: L₁

Prerequis:

- * Structure d'une onde electromag
- * Chiralite, enantiomeres
- * Inten site lumineuse
- * Vecteurs (projection)

✓ Utilisation laser

Bibliographie

- * Hecht - optiQ
- * Physiq tout en un PCSE - Salomito
- * " " PC - Salomito

- Experiance:
- * Demonstration Malus
 - * Demonstration Biot
 - * Mesure exco enantiomeriQ

Introduction pédagogie

- * Cette leçon se place au niveau licence 1, après un cours sur la structure des ondes électromagnétiques
- * J'ai fait le choix de la placer en licence 1 (à ce niveau qui seraient ceux de la BCPST) car dans ce cours on va pouvoir faire un parallèle entre les phénomènes physiques et la chimie
- * On aura besoin que les élèves soient familiers avec la structure électromagnétique d'une onde pour pouvoir introduire la polarisation
- * Le but de ce cours est de faire comprendre aux élèves la notion de polarisation de la lumière et de s'en servir de polariseur par l'analyse.
- * On a fait le choix de ne pas parler de la polarisation en fonction de l'expression du champ et du déphasage entre les composantes du champ $\vec{E}$ par que les élèves puissent se concentrer sur l'essentiel.
- * La notion de polarisation peut être compliquée pour les élèves, ce n'est pas quelque chose qu'ils expérimentent dans la vie
- * On utilisera au maximum des dessins, schéma, illustrations et expérience pour permettre à l'élève d'appréhender au mieux la notion
- * On fait le choix de travailler avec un laser afin de s'approcher de l'utilisation de lentilles et diaphragmes par que l'élève puisse se concentrer au maximum sur le sujet, on pourra bien se rappeler les consignes de sécurité
- * Pour démontrer les lois dans ce cours on cherchera à avoir une démarche expérimentale pour valider les modèles, et initier l'élève aux méthodes expérimentales
- * TD sur la détermination d'axes optiques et sur les différentes polarisations à partir de l'expression du champ
- * TP sur la mise en place du protocole pour établir une droite d'étalonnage
- * Etude Doc sur les cristaux liquides dans les écrans LCD

Introduction

- * Vous avez souvent entendu de verres polarisants ou de filtre polariseur.
- * Dans ce cours on va essayer de comprendre ce que l'a polarisation
- * On verra que c'est un phénomène qui va nous permettre de distinguer deux énantiomères

Objectif : Comprendre ce qu'est la polarisation et savoir s'en servir
pour déterminer un excès énantiomérique

I - La lumière polarisée

A. Structure d'une onde électromagnétique

* Comme on l'a déjà vu, la lumière est une onde électromagnétique, composée d'un champ électrique $\vec{E}$ et d'un champ magnétique $\vec{B}$ orthogonaux.

* La lumière se propage selon un vecteur d'onde $\vec{k}$ orthogonal à $\vec{E}$ et $\vec{B}$

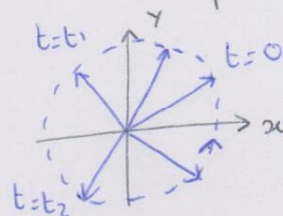
↳ projection

* Par les sources que l'on utilise usuellement (une lampe, le soleil), la direction de $\vec{k}$ est la même, la lumière va dans la même direction mais les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ ont des directions aléatoires

* On va appeler la polarisation l'orientation du champ $\vec{E}$ au cours du temps

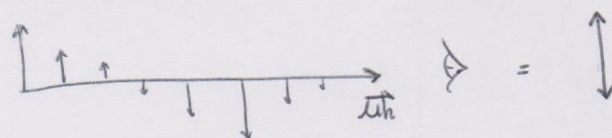
↳ par la lumière naturelle elle est aléatoire $\Rightarrow$ non polarisée

↳ si $\vec{E}$ décrit des cercles on parlera de polarisation circulaire



* Tous ce qui va nous intéresser dans ce cours c'est le cas où $\vec{E}$ a toujours la même direction

↳ on parle de polarisation rectiligne



Transition : Comment peut-on obtenir une lumière polarisée à partir d'une lumière non polarisée.

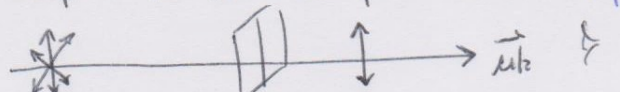
B. Obtention d'une lumière polarisée

* Une des façon d'obtenir une lumière polarisée c'est de'utiliser un polariseur.

* Un polariseur c'est quoi ?

↳ c'est un film de polymère étiré, il va absorber toutes les ondes qui ont la direction des molécules, et laisser passer les ondes orthogonales aux molécules.

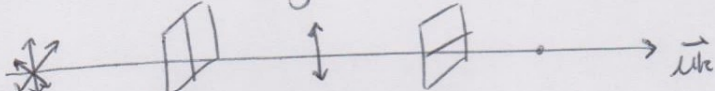
* On va faire une projection du champ $\vec{E}$ sur l'axe du polariseur. (projo) ⚠ Sécurité Laser

↳ Exp Laser ⊕ polariseur  

* Et voilà j'ai de la lumière polarisée ... on ne voit pas grand chose

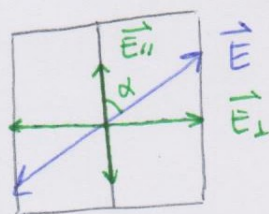
* On peut rajouter un second polariseur (qu'on appelle analyseur) 

↳ Si l'onde est selon une autre direction, en mettant un nouveau polariseur, mais avec son axe orthogonal à la direction je ne devrais plus rien voir.

↳ Faire l'expérience.  

⇒ c'est le cas, on obtient de la lumière polarisée rectilignement

* Comme on fait une projection on obtient ça en fait



Il n'y a que $\vec{E}_{||}$ qui passe

$$\text{hors } \|\vec{E}_{||}\| = \|\vec{E}\| \cdot \cos(\alpha)$$

⇒ on devrait obtenir $I(\alpha) = I_0 \cos^2(\alpha)$: loi de Malus

↳ est ce qu'on peut vérifier qu'on obtient bien ça ?

↳ mesure $I(\alpha)$ en fonction α ⇒ on retrouve bien ça. 

↳ Fréchet p 184

Transition : Avec un polariseur on peut obtenir une onde polarisée rectilignement.

mais qu'est ce qu'on peut en faire ?

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 (ou 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 $\times 2$?)

↳ 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 (-) limonene

↳ 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 ?

B. Détermination d'un excès énantiomérique



* Dans la cuve il y a du glucose, mais il y a un mélange des deux énantiomères du glucose, le but sera de retrouver la proportion de chacun

* Effectuer la mesure de l'angle $\alpha = (\quad \pm \quad)^\circ$

$$* \alpha = [\alpha]_1 \ell \cdot C_{m1} + [\alpha]_2 \ell \cdot C_{m2}$$

$$= [\alpha]_1 \ell (C_{m1} - C_{m2})$$

$$= [\alpha]_1 \ell \cdot C_{m0} (x - (1-x))$$

$$= [\alpha]_1 \ell \cdot C_{m0} (2x - 1)$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} + \frac{\alpha}{2[\alpha]_1 \ell C_{m0}}$$

* On peut calculer l'excès énantiomérique

$$ee = \left| \frac{C_{m1} - C_{m2}}{C_{m1} + C_{m2}} \right| =$$

Conclusion : On a vu ce qu'était la polarisation de la lumière, comment

l'obtenir et comment on pouvait s'en servir pour faire des mesures

