

TP OnC. Polarisation de la lumière et lames minces

Objectifs de cette séance

- Obtention d'une lumière de polarisation rectiligne ou circulaire avec des lames minces
- Analyse d'une lumière polarisée ou non
- Identification des lignes neutres d'une lame quart-d'onde ou demi-onde (sans distinguer les axes lent et rapide)
- Mesure d'un pouvoir rotatoire naturel

1. Analyse et production de lumière polarisée ou non

a) Rappels théoriques

– Un **polariseur** est une lame mince sur laquelle on peut définir une direction particulière, appelée l'*axe* du polariseur. Cette lame ne laisse passer que les ondes électromagnétiques dont le champ électrique est parallèle à son axe : un polariseur réalise donc une *projection* du champ électrique sur son axe, et la lumière issue du polariseur est de polarisation rectiligne dans la direction de cet axe.

– Une **lame demi-onde** est une lame mince taillée dans un matériau biréfringent, sur laquelle on peut définir deux directions particulières, les *lignes neutres* (ou axes neutres) de la lame ; l'une est l'*axe lent*, l'autre est l'*axe rapide*. Les composantes du champ électrique selon ces deux axes ont des célérités différentes dans la lame, et se retrouvent donc déphasées en sortie, d'une demi-période (pour une longueur d'onde de référence).

Ainsi, une lumière incidente de polarisation rectiligne donne en sortie une polarisation rectiligne symétrique de la précédente par rapport aux lignes neutres ; si elle est parallèle à l'une des lignes neutres, elle ressort inchangée.

– Une **lame quart-d'onde** est une lame mince analogue, mais le déphasage en sortie est d'un quart de période.

Ainsi, une lumière incidente de polarisation rectiligne donne en sortie une polarisation elliptique (et même circulaire si elle était initialement à 45° des deux lignes neutres) ; inversement, une polarisation circulaire, ou elliptique avec comme axes les deux lignes neutres, donne une polarisation rectiligne.



Polariseur



Lame demi-onde (pour $\lambda = 633 \text{ nm}$)



Lame quart-d'onde

b) Analyse des deux sources

➤ Protocole 1

Avec le matériel disponible pour le banc d'optique, analyser la lumière produite par chacune des deux sources à disposition (lampe blanche et laser) : il s'agit de voir si la lumière est de polarisation rectiligne, circulaire, elliptique, ou bien non polarisée. (On pourra se reporter à l'exercice 3 du chapitre On4.)

c) Réalisation d'une polarisation circulaire

➤ Protocole 2

Proposer et réaliser un protocole pour produire, à partir de l'une des deux sources, une lumière de polarisation circulaire. Tester la polarisation obtenue, en utilisant un autre polariseur (jouant le rôle d'analyseur).

2. Étude des propriétés de différents dispositifs au moyen de lumière polarisée

a) Lignes neutres d'une lame

➤ Protocole 3

- Déterminer les lignes neutres de la lame demi-onde.
- Faire de même avec la lame quart-d'onde.

b) Pouvoir rotatoire d'une solution de glucose

Une solution de glucose possède une activité optique, c'est-à-dire que si elle est traversée par une lumière incidente de polarisation rectiligne, la lumière émergente est encore de polarisation rectiligne, mais sa direction a tourné d'un angle $\alpha = [\alpha]_{\lambda,T} \times l \times c$ où $[\alpha]_{\lambda,T}$ est le pouvoir rotatoire spécifique de la substance active, c sa concentration massique, et l la longueur de solution traversée par la lumière.

➤ Protocole 4

Déterminer le pouvoir rotatoire α de la solution de glucose fournie, et en déduire sa concentration.

On donne le pouvoir rotatoire spécifique du glucose : $[\alpha]_D = 52,5^\circ \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mL} \cdot \text{dm}^{-1}$.

c) Amélioration : utilisation d'un analyseur à pénombre

La détermination du minimum d'éclairement n'est pas facile, donc pas très précise. Il est en revanche plus facile de repérer quand deux plages voisines ont exactement le même éclairement : c'est principe de l'analyseur à pénombre. Celui-ci est constitué d'un polariseur dont une moitié est recouverte par une lame demi-onde. Lorsque la direction de polarisation de l'onde incidente est parallèle à une ligne neutre, les deux plages ont le même éclairement (voir exercice 4 du chapitre On4).

➤ Protocole 5

- Enlever l'objet étudié (solution de glucose...) et remplacer l'analyseur ordinaire (polariseur) par l'analyseur à pénombre. Tourner celui-ci dans son plan de manière à obtenir sur l'écran deux plages de même éclairement.
- Replacer alors l'objet, et déterminer l'angle dont on doit tourner l'analyseur à pénombre pour retrouver deux plages de même éclairement. Comparer à la valeur trouvée avec l'analyseur simple.

