

INTRODUCTION A LA POLARISATION

1. Objectifs

Il s'agit d'un premier contact expérimental avec la notion de polarisation. On manipulera et étudiera certaines propriétés des polariseurs. On observera et décrira l'action de certains milieux sur la polarisation de la lumière.

2. Notion de polarisation

Une onde lumineuse est constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique couplés qui se propagent. La polarisation d'une onde lumineuse est la direction du champ électrique de cette onde.

La lumière naturelle est une superposition d'un grand nombre d'ondes ayant chacune sa propre polarisation. En moyenne, toutes les polarisations sont représentées et aucune ne domine. On dit que cette lumière est non-polarisée. C'est le cas de la lumière émise par la plupart des sources dont on dispose au lycée.

Certains lasers, marqués LHP, émettent une lumière polarisée linéairement. Cela signifie que le champ électrique oscille le long d'une direction donnée (perpendiculaire à la direction de propagation de la lumière).

La polarisation la plus générale est elliptique : cela signifie que l'extrémité du champ électrique décrit une ellipse lors de la propagation de l'onde. La polarisation linéaire est un cas particulier d'ellipse aplatie. Un autre cas particulier est la polarisation circulaire quand les deux axes de l'ellipse sont égaux.

3. Polariseurs

Un polariseur est un instrument d'optique qui permet essentiellement deux choses. Premièrement de donner une polarisation linéaire à la lumière qui le traverse. C'est son rôle le plus important.

Deuxièmement, il permet d'analyser la polarisation de la lumière qui le traverse. Par exemple, une lumière non-polarisée ou une polarisation circulaire donneront une intensité constante en sortie du polariseur lorsqu'on fait tourner celui-ci. Une polarisation elliptique ou une polarisation partiellement linéaire donnent un maximum et un minimum d'intensité lorsqu'on fait tourner le polariseur.

Une lumière polarisée linéairement présentera une extinction de son intensité lorsqu'on fait tourner le polariseur.

Dans ce rôle le polariseur est aussi appelé *analyseur*.

- Observer la lumière des néons à travers un polariseur en le faisant tourner. En déduire que la lumière émise par les néons n'est pas polarisée. On expliquera la réponse.
- Observer la réflexion de la lumière des néons sur un objet en verre ou en plastique transparent à travers un polariseur en le faisant tourner. En déduire que cette lumière est partiellement polarisée linéairement. Justifier la réponse.
- Observer la lumière émise par l'écran plat de l'ordinateur à travers un polariseur en le faisant tourner. En déduire que cette lumière est polarisée linéairement. Justifier la réponse.
- Observer les néons au travers de deux polariseurs en faisant tourner le deuxième. Que dire du rôle du premier polariseur ?
- Peut-on distinguer à l'œil nu (sans polariseur) si une lumière est polarisée ou non ? En déduire si l'œil humain est sensible ou non à la polarisation de la lumière.

4. Loi de Malus

Au cours des observations de la partie 3, vous avez pu remarquer que l'intensité lumineuse transmise par un polariseur dépend de son orientation et de la polarisation de la lumière analysée. Dans le cas d'une polarisation incidente linéaire, l'intensité transmise par l'analyseur obéit à la loi de Malus.

On utilise un laser He-Ne comme source lumineuse, et on élargit son faisceau d'un facteur 10 à l'aide d'un système afocal composé d'une lentille de focale 10 mm et d'une autre de focale 100 mm séparées de 110 mm.

Placer un polariseur P sur le faisceau. S'arranger pour que P laisse passer un maximum de lumière pour la graduation 0°.

Placer un analyseur A derrière P, puis un puissance-mètre à la sortie de A. Faire tourner A.

Lorsque la puissance lue est maximale, les directions passantes de P et A sont parallèles et l'angle α entre ces directions est nul.

Mesurer la puissance transmise par A lorsque α varie de 0° à 90° , et faire un tableau de mesures sous Excel.

Ajouter au tableau les valeurs de la puissance divisée par la puissance maximale transmise (puissance relative), et les valeurs de $\cos^2(\alpha)$. On n'oubliera pas que Excel utilise les radians comme unité d'angle.

Tracer le graphe représentant la puissance relative en fonction de $\cos^2(\alpha)$. Tracer la droite de régression et donner son équation.

Montrer vos résultats à un professeur.

En déduire l'énoncé de la loi de Malus qui relie l'intensité transmise par A à l'intensité maximale transmise et à l'angle α .

Exemple d'application : on peut utiliser la loi de Malus pour atténuer l'intensité d'un faisceau lumineux de manière précise.

5. Action d'une lame quartz taillée parallèlement à son axe optique

Laisser assez d'espace entre P et A pour intercaler un composant.

Croiser P et A, c'est-à-dire tourner A pour que l'intensité transmise par A soit un minimum (quasi-extinction). L'angle entre les directions passantes de P et A vaut alors $\alpha = 90^\circ$.

Placer une lame de quartz taillée parallèlement à son axe optique sur un support qui peut tourner, puis le tout entre P et A.

Faire tourner la lame de quartz. Observer que l'intensité lumineuse transmise par A varie lorsqu'on fait tourner cette lame.

- En vous basant sur cette observation, expliquez brièvement que la lame de quartz modifie la polarisation issue de P. Vous pourrez vous demander ce qui se passerait si cette polarisation n'était pas modifiée.
- Combien y a-t-il de minimums et de maximums lors d'une rotation de 360° ?
- Constater que les minimums correspondent à des extinctions. Le quartz modifie-t-il la polarisation issue de P dans ces positions ? Justifier la réponse.
- Quel est l'angle entre deux minimums ?

On appelle *lignes neutres* les deux directions suivant lesquelles la lame de quartz ne modifie pas la polarisation issue de P. Elles sont perpendiculaires. Ces lignes neutres ont la direction de P et A lorsqu'on se trouve sur une extinction entre P et A croisés.

Montrer les lignes neutres de votre lame à un professeur.

Tourner la lame de quartz en dehors d'une extinction. On souhaite analyser la polarisation en sortie de cette lame. Pour cela, tourner A et justifier que la polarisation est elliptique.

6. Lame demi-onde

Enlever la lame de quartz, puis croiser P et A. Placer une lame demi-onde ($\lambda/2$) entre P et A. Déterminer ses lignes neutres.

A partir d'une position d'extinction, faire tourner la lame demi-onde d'un angle $\alpha < \pi/4$. Faire tourner A jusqu'à retrouver l'extinction. Justifier que la polarisation transmise par la lame est linéaire. De quel angle, exprimé en fonction de α , la lame a-t-elle fait tourner la polarisation issue de P ?

Montrer le montage à un professeur.

7. Lame quart d'onde

Enlever la lame demi-onde. Croiser P et A, puis placer une lame quart d'onde ($\lambda/4$) entre eux. Déterminer les lignes neutres de cette lame. Choisir l'orientation de cette lame de telle sorte que l'intensité en sortie de A soit constante lorsqu'on fait tourner A. La polarisation en sortie de la lame quart d'onde est alors circulaire.

- Pour quel angle entre la polarisation issue de P et les lignes neutres de la lame quart d'onde obtient-on cette polarisation circulaire ?

Montrer votre montage à un professeur.

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SCEANCE

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
3	Polariseurs Réponse aux questions		___ / 2,5
4	Loi de Malus Montage Mesures, graphe, droite de régression Enoncé de la loi de Malus	___ / 3	___ / 4 ___ / 1,5
5	Lame de quartz Montage Lignes neutres Réponse aux questions	___ / 1 ___ / 1	___ / 2
6	Lame demi-onde Montage Réponse aux questions	___ / 1	___ / 1
7	Lame quart d'onde Montage Polarisation circulaire Angle entre P et les LN de la lame	___ / 1 ___ / 1	___ / 1

TOTAL : _____ / 20**Les comptes-rendus sont à rendre une semaine après le TP, le même jour de la semaine.****Un jour de retard : -2 points****Deux jours de retard : note / 2****Au-delà : points sur place / 2**