

Travaux Dirigés d'Optique ondulatoire
Série N° 2 (Interférences lumineuses)
M. ABARKAN

Exercice 1

Un faisceau lumineux de polarisation aléatoire et d'intensité $I_0 = 10 \text{ W/m}^2$ traverse deux filtres Polaroid : un premier d'axe vertical et un second dont l'axe fait un angle $\alpha = 60^\circ$ avec la verticale. On note I_1 l'intensité en sortie du premier filtre et I_2 l'intensité en sortie du second filtre.

1. Exprimer l'intensité I_2 en sortie du second filtre en fonction de I_1 .
2. Exprimer I_1 en fonction de I_0 .
3. En déduire I_2 en fonction de I_0 .

Exercice 2

Un faisceau lumineux non polarisé qui passe à travers deux filtres Polaroid voit son intensité se réduire d'un facteur p égal à 90 %.

Quel est l'angle entre les axes des filtres.

Exercice 3

Un faisceau de lumière blanche traverse un ensemble de deux polariseurs croisés P et A. Entre P et A, on place une lame biréfringente, les faces étant perpendiculaires au faisceau incident et l'axe optique Ox étant disposé par rapport à P comme indiqué ci-contre. L'épaisseur de la lame est $e = 0,25 \text{ mm}$; les indices ordinaires n_0 et extraordinaire n_e sont tels que :

$n_e - n_0 = -0,173$. On considère l'intervalle de longueurs d'onde comprises entre $0,550$ et $0,581 \mu\text{m}$ et on admet que $\Delta n = n_e - n_0$ est indépendant de λ dans l'intervalle.

1. Quelles sont les longueurs d'onde pour lesquelles aucune lumière n'émerge de A.
2. Quelles sont les longueurs d'onde pour lesquelles la lumière sortant de A a même intensité que celle issue de P.
3. Quelles sont les longueurs d'onde pour lesquelles la position de A n'influe pas sur l'intensité émergente, c'est-à-dire qu'une rotation quelconque de A ne modifie pas cette intensité issue de A.

Exercice 4

Un faisceau de lumière monochromatique non polarisée d'intensité $I_0 = 20 \text{ W/m}^2$ traverse deux filtres polaroid disposés perpendiculairement : l'axe du premier filtre (le polariseur) est vertical, l'axe du second filtre (analyseur) est horizontal.

1. Quelle est l'intensité mesurée en sortie des deux filtres.

On insère alors une lame de quartz d'épaisseur $e = 2\text{mm}$ entre le polariseur et l'analyseur, et on observe qu'il faut tourner l'axe de l'analyseur d'un angle de 42° vers la droite pour que l'intensité reçue en sortie soit nulle.

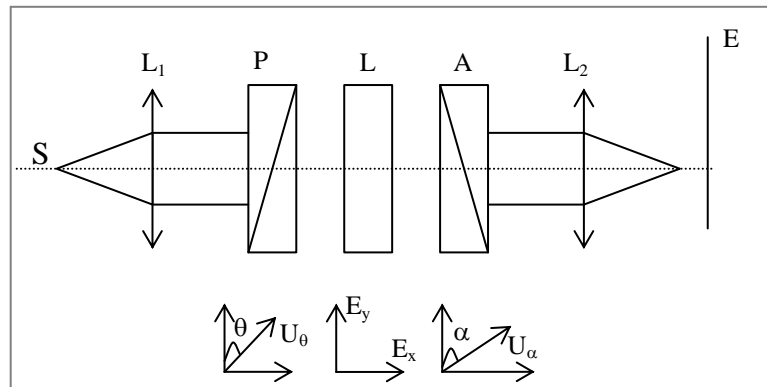
2. Quel est l'angle de rotation du plan de polarisation du champ électrique à travers le quartz, en admettant que cet angle est compris entre 0° et 90° .
3. Que vaut l'intensité lumineuse reçue en sortie avant la rotation de l'analyseur.

L'angle de rotation du champ électrique varie avec l'épaisseur e du quartz traversée suivant la loi de Biot : $\alpha = pe$, où p est le pouvoir rotatoire du quartz.

4. Quelle est la valeur numérique de p .
5. En partant de la situation initiale (polariseur et analyseur croisés), pour quelle épaisseur minimale (non nulle) de quartz l'intensité lumineuse en sortie serait nulle sans qu'il soit nécessaire de faire tourner l'analyseur.

Exercice 5

Une source ponctuelle S fournit, grâce à une lentille L_1 , un faisceau de lumière parallèle qu'un polariseur P de direction U_θ transforme en lumière polarisée rectilignement. Le système à étudier est représenté sous forme d'une lame à faces parallèles L . Les indices de la lame suivant les deux lignes neutres Ox et Oy (perpendiculaires entre elles et parallèles à la face d'entrée) sont : $n_1 = 1,587$ et $n_2 = 1,336$ et d'épaisseur e . Un analyseur A de direction U_α reçoit ensuite la lumière qui émerge de L et une lentille L_2 fournit une image de la lame L sur un écran E comme le montre la figure suivante.



1. Il s'agit de quel type d'onde. Donner l'expression du vecteur champ électrique E décrivant l'onde étudiée. Justifier.
2. En déduire l'expression de l'intensité lumineuse I .
3. On suppose qu'un des axes de la lame est parallèle à l'axe du polariseur. L'analyseur tourne la lumière d'entrée d'un angle α . Donner l'expression de l'intensité I' à la sortie de l'analyseur en fonction de I , α et de θ en précisant le rôle de la lame L .
4. Les axes de la lame ne sont plus parallèles à l'axe du polariseur. Le déphasage induit par la lame est donné par $\varphi = 2\pi(n_1 - n_2)\frac{e}{\lambda}$. Donner l'expression des composantes E_x et E_y du champ électrique après la lame.
5. Pour quelles valeurs de e la direction de polarisation de la lumière après la lame est égale à 2θ . De quel type de lame s'agit-il ? On donne $\lambda = 589 \text{ nm}$.
6. Pour quelle valeur de e l'analyseur n'aura aucun effet sur la direction de polarisation de la lumière. De quel type de lame s'agit-il ?