

Série 6

4 Novembre 2024

Polarisation et biréfringence

Exercice 1 – Polarisation d'ondes planes

Décrire intégralement les états de polarisation des ondes suivantes :

- a) $\mathbf{E} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{\mathbf{e}}_x - E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{\mathbf{e}}_y$
- b) $\mathbf{E} = E_0 \sin[2\pi(z/\lambda - \nu t)] \hat{\mathbf{e}}_x - E_0 \sin[2\pi(z/\lambda - \nu t)] \hat{\mathbf{e}}_y$
- c) $\mathbf{E} = E_0 \sin(\omega t - kz) \hat{\mathbf{e}}_x + E_0 \sin(\omega t - kz - \pi/4) \hat{\mathbf{e}}_y$
- d) $\mathbf{E} = E_0 \cos(\omega t - kz) \hat{\mathbf{e}}_x + E_0 \cos(\omega t - kz + \pi/2) \hat{\mathbf{e}}_y$

Exercice 2 – Retardateur de Calcite

Nous souhaitons fabriquer un retardateur de calcite qui agisse comme une lame $\lambda/4$ pour un faisceau laser de longueur d'onde 590 [nm]. Pour ceci, nous disposons d'un barreau de calcite que nous pouvons faire tailler comme nous le désirons.

- a) De quelle épaisseur doit être la lame pour réaliser la lame d'onde $\lambda/4$ du dixième ordre ?
Indication : Les indices ordinaires et extraordinaires de la calcite sont $n_o = 1.658$ et $n_e = 1.486$.
- b) Un faisceau laser polarisé linéairement atteint cette lame avec un angle de 45° entre la direction d'oscillation du champ électrique et l'axe rapide de la lame. Déterminer la polarisation en sortie de lame.
- c) A présent, supposons que nous voulions obtenir la même lame d'onde mais en atténuant la différence d'indice $\Delta n = n_o - n_e$. Par exemple de sorte à pouvoir nous permettre de faire tailler une lame plus épaisse (notre tailleur n'est pas à l'aise avec les tailles de lames très minces). Est-il possible de tailler la calcite selon un autre plan cristallin que celui choisi initialement ? D'ailleurs comment l'avons-nous choisi en premier lieu ? Quelles autres solutions s'offrent-elles à nous pour obtenir un retardateur ?

Exercice 3 – Matrices de Jones

Donner les matrices de Jones pour les éléments optiques suivants. Expliquer leur action sur la lumière :

- a) Un polariseur partiel, qui transmet une fraction t_v et t_h de la lumière polarisée verticalement et horizontalement, respectivement.
- b) Un polariseur idéal orienté à un angle θ par rapport au plan de polarisation horizontal.
- c) La matrice de transmission pour l'interface entre le vide et un verre d'indice de réfraction $n_g = 1.5$ à l'angle de Brewster.
- d) Une lame $\lambda/2$ dont l'axe rapide est orienté à un angle θ par rapport à l'horizontale. Décrire son action sur la lumière polarisée linéairement à l'horizontale.