

Lames $\lambda/2$ et $\lambda/4$

Les questions en italique sont à traiter après le cours sur l'ellipsoïde des indices.

1 Généralités

On considère une lame de quartz d'épaisseur e dont les faces parallèles définissent le plan (xOy) . Une onde plane incidente monochromatique se propage selon l'axe z . On suppose que la lame est taillée et positionnée de telle sorte que si l'onde est polarisée linéairement selon l'axe x , elle voit un indice n_o (appelé "indice ordinaire"), alors que si elle est polarisée selon l'axe y , elle voit un indice n_e (appelé "indice extraordinaire").

- 1. Le quartz est un milieu uni-axe. L'axe optique de la lame à faces parallèles se trouve dans le plan des faces. Comment faut-il orienter la lame pour retrouver les propriétés énoncées dans l'introduction ?*
- 2. Montrer qu'en sortie de la lame la séparation spatiale des rayons ordinaire et extraordinaire est nulle.*

On suppose que l'onde incidente est polarisée linéairement selon la direction \mathcal{P} qui fait un angle α avec l'axe y .

3. A la sortie de la lame, que vaut le déphasage $\Delta\phi$ entre les composantes x et y ?
4. Montrer qu'en sortie de la lame, la polarisation de l'onde est elliptique.
5. Comment sont positionnés les axes de l'ellipse pour $\alpha = \pi/4$?
6. Pourquoi les axes x et y sont-ils appelés lignes neutres de la lame ?

2 lame $\lambda/2$

Une lame dite $\lambda/2$ (demi-onde) est telle qu'elle induit une différence de marche $\delta = \lambda/2$ (à un multiple de λ près) entre les composantes se propageant selon x et y , soit un déphasage $\Delta\phi = \pi$,

1. On suppose que l'onde incidente est polarisée linéairement. Caractériser la polarisation de l'onde émergente.
2. Proposer un exemple d'application de ce type de lame.

3. Quelles épaisseurs e_p permettent d'obtenir une lame demi-onde? Quelle est la plus petite épaisseur? Dans ce cas, la lame est dite d'ordre zéro ($p = 0$), sinon elle est dite d'ordre multiple. Application numérique pour $e_{p=0}$ avec $n_o = 1,544$, $n_e = 1,553$ et $\lambda = 589$ nm.
4. Pour cette question seulement, on considère une source présentant une certaine largeur spectrale $\Delta\lambda$. On suppose que l'épaisseur est telle que la lame est demi-onde pour la longueur d'onde centrale du spectre λ_c . Pour $p = 10$ et $\Delta\lambda/\lambda = 10\%$, quelles sont les valeurs prises par $\Delta\phi(\lambda)$? Même question si $p = 0$? Conclure sur l'intérêt des lames d'ordre zéro. Pourquoi sont-elles plus onéreuses?

3 lame $\lambda/4$

Une lame dite $\lambda/4$ (quart d'onde) est telle qu'elle induit une différence de marche $\delta = \lambda/4$ (à un multiple de λ près) entre les composantes se propageant selon x et y , soit un déphasage $\Delta\phi = \pi/2$.

1. On suppose que l'onde incidente est polarisée linéairement. Caractériser la polarisation de l'onde émergente. Pour quelle valeur de α l'onde émergente est-elle circulaire gauche?
2. On suppose que l'onde incidente est elliptique. Caractériser la polarisation de l'onde émergente.
3. Avec une lame quart d'onde, proposer un protocole pour caractériser l'ellipticité d'une onde incidente?
4. Filtre anti-reflet. On considère une onde incidente polarisée linéairement. On souhaite qu'elle traverse une lame de verre. Proposer un dispositif comprenant deux lames quart-d'onde et permettant de supprimer l'onde réfléchie par la lame de verre.

★ ★ ★