

POLARISATION – TD 5

Questions de cours (extraites de l'examen de mai 2023)

1) Dessiner la forme de l'ellipsoïde des indices pour un milieu uniaxe négatif. On repèrera son axe optique par une double flèche et on précisera les dimensions de l'ellipsoïde en fonction des indices n_e et n_o . Rappeler comment on peut déterminer les polarisations propres et les indices correspondants à partir de cet ellipsoïde pour une direction de propagation k donnée. Appliquez cette méthode à une direction de propagation parallèle à l'axe optique, puis perpendiculaire à l'axe optique.

2) On veut réaliser une lame quart d'onde à partir d'un morceau de quartz biréfringent d'indice $n_e > n_o$. Décrire le composant (forme, direction de l'axe optique et épaisseur) permettant de réaliser une telle lame. On précisera quel est l'axe lent de cette lame. Ces propriétés sont-elles dépendantes de la longueur d'onde à laquelle on veut l'utiliser ?

Dispositif de vidéoprojection

On s'intéresse à un dispositif de projection à trois couleurs (Rouge, Vert, Bleu) à base de cellules à cristaux liquides utilisées en réflexion (appelées LCOS).

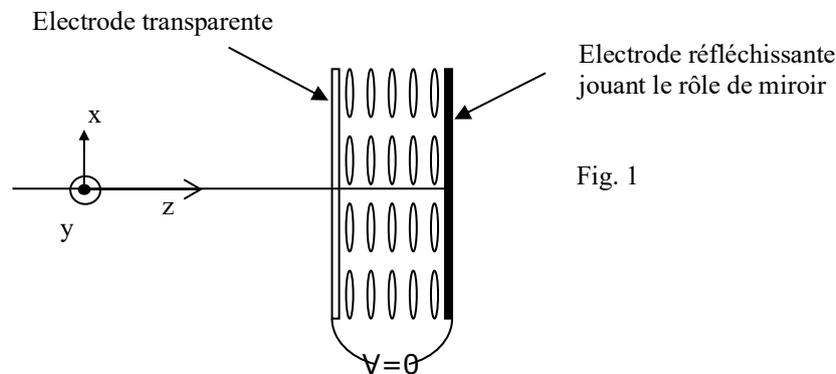


Fig. 1

Propriétés de la cellule à cristaux liquides LCOS pour une longueur d'onde λ :

- à $V=0$, la lame est équivalente à une lame biréfringente d'axes neutres x et y . Son épaisseur est choisie pour que le déphasage introduit pour un simple passage à travers la lame soit égal à $\pi/2$.
- à $V=V_0$, la lame est équivalente à une lame biréfringente d'axe optique parallèle au champ appliqué ($//z$)
- L'une des électrodes est réfléchissante, de sorte que la lumière effectue un double passage à travers la cellule.

1. Dispositif à une couleur

On réalise un dispositif composé d'un cube séparateur de polarisation suivi de la cellule à cristaux liquides précédente. Les axes x et y de la cellule LCOS sont placés à 45° des axes TE et TM du cube séparateur (SP). On éclaire le dispositif avec une onde plane monochromatique de longueur d'onde λ , polarisée linéairement comme indiqué sur la figure 2 :

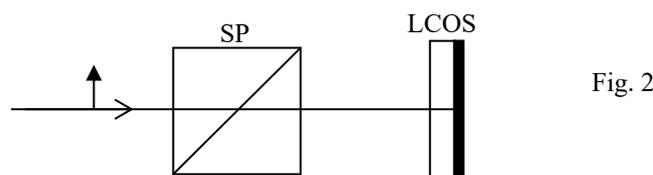


Fig. 2

On rappelle qu'un cube séparateur de polarisation transmet intégralement la polarisation TM et réfléchit intégralement la polarisation TE.

Tracer le trajet et la polarisation du rayon réfléchi à travers la cellule et le cube séparateur lorsque :

- La cellule n'est pas alimentée ($V=0$)
- La cellule est alimentée à $V=V_0$

2. Dispositif à trois couleurs

On combine plusieurs dispositifs du type précédent dans la géométrie suivante :

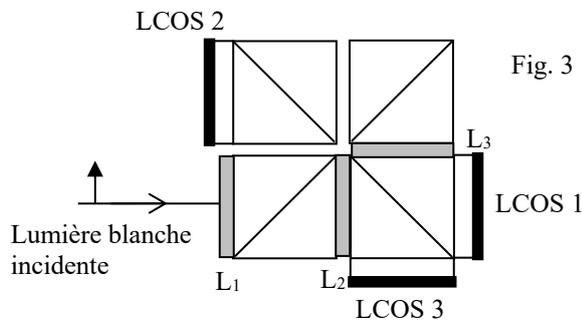


Fig. 3

L_1 : lame $\lambda/2$ pour le vert, aucun effet sur le bleu et le rouge

L_2 et L_3 : lames $\lambda/2$ pour le rouge, aucun effet sur le bleu

Toutes ces lames ont leurs axes neutres à 45° des directions TE et TM des cubes séparateurs auxquels elles sont accolées.

Les 3 cellules LCOS et les 4 cubes séparateurs ont les propriétés décrites aux paragraphes précédents, indépendamment de la longueur d'onde.

Tracer en couleur le trajet et la polarisation des rayons rouge, vert et bleu à travers tout le dispositif pour une tension nulle sur toutes les cellules LCOS.

Que se passe-t-il si par exemple la cellule LCOS 2 est portée à $V=V_0$? En déduire comment ce système permet de régler la couleur du faisceau de sortie.

Imaginer comment on peut faire en pratique une lame ayant les propriétés de L_2 .