

Série 7

11 Novembre 2024

Activité optique et superposition

Exercice 1 – Activité optique et isolateur

Certains matériaux, appelés **optiquement actifs**, ont pour effets 1) de créer un déphasage entre la lumière polarisée circulairement main gauche (L) ou droite (R) et 2) d'induire une rotation de la lumière polarisée linéairement. Ici on va s'intéresser dans le formalisme de Jones aux matrices qui permettent de décrire cet effet.

- Écrire la matrice qui décrit la rotation de la polarisation horizontale en une polarisation à l'angle θ par rapport à l'horizontale.
- Décrire l'effet de la matrice du point a) sur les polarisations circulaires orientées L et R.
- Peut-on en déduire que la description de l'effet est fidèle à la réalité ? On crée un système optique qui utilise un composé chiral en solution pour tourner une polarisation linéaire, comparer avec une lame demi-onde. En termes instrumentaux, quelle solution est-elle préférable ?
- Pour un isolateur optique, on cherche à tourner la polarisation de 45° pour arriver à une rotation complète en deux passages, comme le montre la figure ci-dessous. Pour cela on utilise l'effet Faraday. Considérer un rotateur de Faraday fabriqué en Terbium-Gallium-Garnet (TGG), qui dispose d'un haut coefficient de Verdet : $V = 190 \text{ [radT}^{-1}\text{m}^{-1}]$. Estimer la longueur de l'élément optique si on applique le champ magnétique avec un aimant permanent de 1 [T]. Peut-on utiliser une lame d'onde ou un liquide chiral pour cette application ?

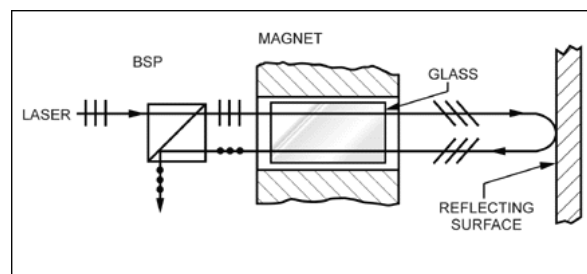


Figure 1 Isolateur optique fonctionnant avec l'effet Faraday.

Exercice 2 – Vitesse de phase et de groupe

- Dans le cours, la définition de la vitesse de groupe a été définie comme $v_g = \frac{d\omega}{dk}$. Montrer que dans un milieu dispersif d'indice de réfraction $n(\lambda)$, la relation $v_g(\lambda) = \frac{c}{n(\lambda)} + \frac{\lambda c}{n^2(\lambda)} \frac{dn(\lambda)}{d\lambda}$ est valide.
- Quelle implication la relation développée en a) a-t-elle sur la vitesse de phase ?
- Considérer l'exemple d'un verre avec une équation de Sellmeier (avec λ en μm) :

$$n^2 - 1 = \frac{1.03961212 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - 0.00600069867} + \frac{0.231792344 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - 0.0200179144} + \frac{1.01046945 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - 103.560653}$$

Calculer l'indice de réfraction, la vitesse de phase et la vitesse de groupe à une longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ [nm]}$.

Indication : Evaluer numériquement la dérivée