

Bölüm 10: Akusto- ve Magneto-Optik Alıştırmalar

10.1 Özdeğerleri $n_R = \sqrt{\kappa_{xx} + \kappa_{xy}}$ ve $n_L = \sqrt{\kappa_{xx} - \kappa_{xy}}$ olarak verilen optik etkin ortamın döndürme gücünün

$$\delta = \frac{2\pi \kappa_{xy}}{\lambda n_o}$$

olduğunu gösteriniz.

Çözüm:

$$\text{Faz farkı } \delta = k\Delta n = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n = \frac{2\pi}{\lambda} (n_R - n_L)$$

$$n_R - n_L = \sqrt{\kappa_{xx} + \kappa_{xy}} - \sqrt{\kappa_{xx} - \kappa_{xy}} = (\kappa_{xx} + \kappa_{xy})^{1/2} - (\kappa_{xx} - \kappa_{xy})^{1/2}$$

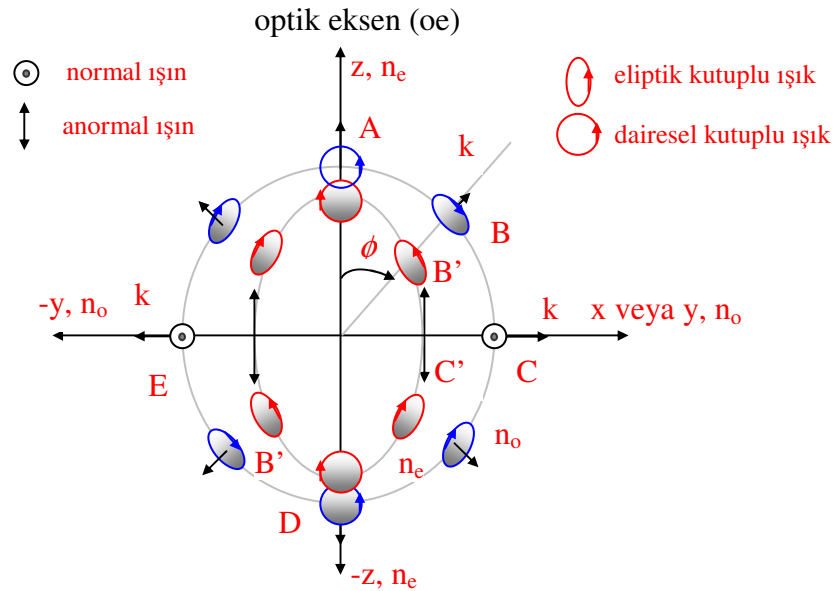
$$n_R - n_L = \kappa_{xx}^{1/2} \left[\left(1 + \frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)^{1/2} - \left(1 - \frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)^{1/2} \right] \cong \kappa_{xx}^{1/2} \left[\left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)\right) - \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)\right) \right]$$

$$n_R - n_L = \kappa_{xx}^{1/2} \left[\left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)\right) - \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}}\right)\right) \right] = \kappa_{xx}^{1/2} \frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}} = \frac{\kappa_{xy}}{\kappa_{xx}^{1/2}} = \frac{\kappa_{xy}}{n_o}$$

$$\delta = k\Delta n = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n = \frac{2\pi}{\lambda} (n_R - n_L) = \frac{2\pi \kappa_{xy}}{\lambda n_o}$$

10.2 Optik etkin olan negatif çiftkırıcı bir malzemede eş faz yüzeylerini ve ışığın kutuplanma doğrultularını gösteriniz.

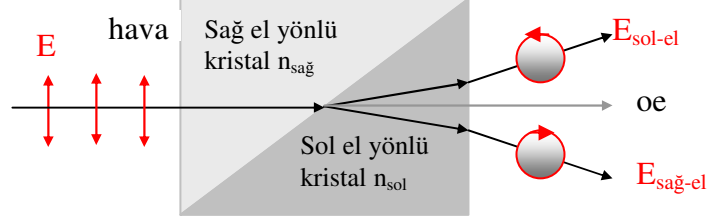
Çözüm:



optik aktif ($\delta > 0$) negatif tek eksenli ($n_o > n_e$) kristal

10.3 Optik etkin malzeme kullanarak sağ veya sol kutuplu ışık nasıl ayırt edilir?

Çözüm:



10.4 Doğrusal kutuplanmış ışığın optik etkin malzemede d kadar yol aldıktan sonra kutupluluk durumunu veren ifadenin

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = e^{i\phi} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix}$$

olduğunu gösteriniz.

Çözüm:

Optik aktivite, ortamı oluşturan moleküllerin yönelimlerinin bir sonucu olarak sağ el yönünde ve sol el yönünde dairesel kutuplanmış ışığın malzeme içinde farklı hızlarda ilerlemesinin bir sonucudur. Buna göre sağ el yönlü ışığın göreceği kırılma indisi $n_{sağ}$, sol el yönlü ışığın n_{sol} ise, doğrusal kutuplanmış ışık üst üste binmiş sağ ve sol el yönlü dairesel kutuplu ışık cinsinden aşağıdaki şekilde Jones notasyonu yardımı ile temsil edilebilir.

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix} e^{i(k_{sağ}z - \omega t)} + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix} e^{i(k_{sol}z - \omega t)}$$

Işık, optik olarak etkin olan malzemede d kadar yol kat edince kırılma indisinin farklılığından dolayı iki bileşeni arasında faz farkı oluşacaktır. Herhangi bir konumda kutupluluk durumu

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} e^{i(k_{sağ} + k_{sol})d/2} \left(\begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix} e^{i\frac{1}{2}(k_{sağ} - k_{sol})d} + \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix} e^{-i\frac{1}{2}(k_{sağ} - k_{sol})d} \right) = \frac{1}{2} e^{i\phi} \left(\begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix} e^{i\theta} + \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix} e^{-i\theta} \right) \quad (8.37)$$

şeklinde yazılabilir. Burada

$$\phi = \frac{1}{2}(k_{sağ} + k_{sol})d$$

$$\theta = \frac{1}{2}(k_{sağ} - k_{sol})d$$

kısaltmaları yapılırsa

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = e^{i\phi} \left(\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix} e^{i\theta} + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix} e^{-i\theta} \right) = e^{i\phi} \left(\frac{1}{2} \begin{bmatrix} e^{i\theta} \\ -ie^{i\theta} \end{bmatrix} + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} e^{-i\theta} \\ ie^{-i\theta} \end{bmatrix} \right) = e^{i\phi} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} (e^{i\theta} + e^{-i\theta}) \\ -ie^{i\theta} + ie^{-i\theta} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = e^{i\phi} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} (e^{i\theta} + e^{-i\theta}) \\ \frac{1}{2} i (e^{i\theta} - e^{-i\theta}) \end{bmatrix} = e^{i\phi} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix}$$

$$\cos x = \frac{1}{2} (e^{ix} + e^{-ix}) \quad \sin x = \frac{i}{2} (e^{ix} - e^{-ix}) \quad \text{trigonometrik eşitlikleri kullanılırsa}$$

$$\begin{bmatrix} E_{ox} \\ E_{oy} \end{bmatrix} = e^{i\phi} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix}$$

elde edilir.