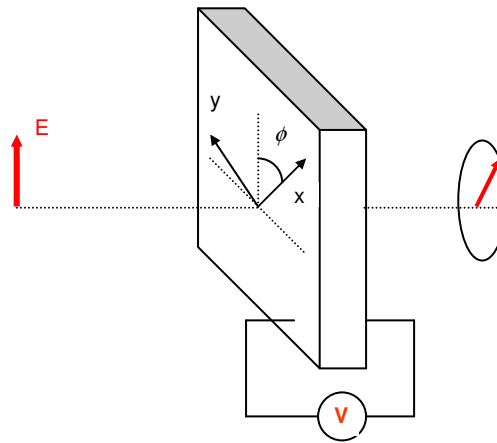


9. Ders

Elektro-Optik



Bu bölümü bitirdiğinizde,

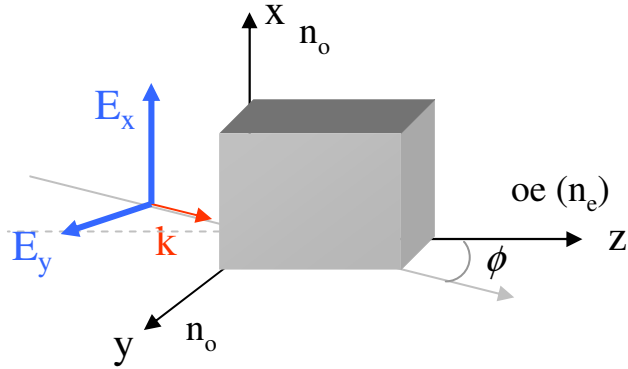
- Maddenin kırılma indisinin dış elektrik alan ile değişimi,
- Pockel etkisi,
- Kerr etkisi,
- Elektro-optik tensör,
- Elektro-optik modülatörler

konularında bilgi sahibi olacaksınız.

Dokuzuncu Ders: İçerik

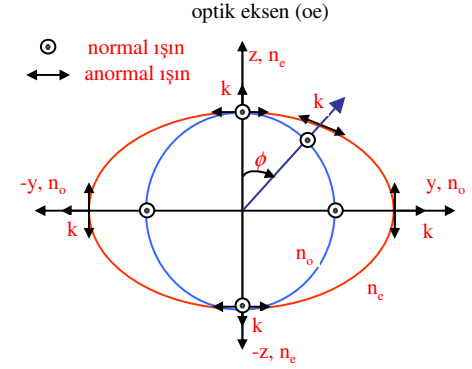
- Doğal iftkırıcı Malzemeler-Özet
- Elektro-Optik Etki
 - Pockel Etkisi
 - Kerr Etkisi
- Elektro-Optik Malzemelerin Uygulamaları

Doğal Çiftkırıcı Malzemeler-Özet



$$E_x \Rightarrow n_1(\phi) = n_o$$

$$E_y \Rightarrow \frac{1}{n_2^2(\phi)} = \frac{\sin^2 \phi}{n_e^2} + \frac{\cos^2 \phi}{n_o^2}$$



- Doğal çiftkırıcı malzemeler, ışığın geliş açısına bağlı olarak farklı kırılma indisleri gösterdiklerinden ışığın bileşenleri arasında faz farkı oluşturarak kutuplanma özelliklerini değiştirebilirler.
- Bu özellikleri ile pasif optoelektronik devre elemanların (örneğin dalgaplakaları) üretiminde kullanılır.

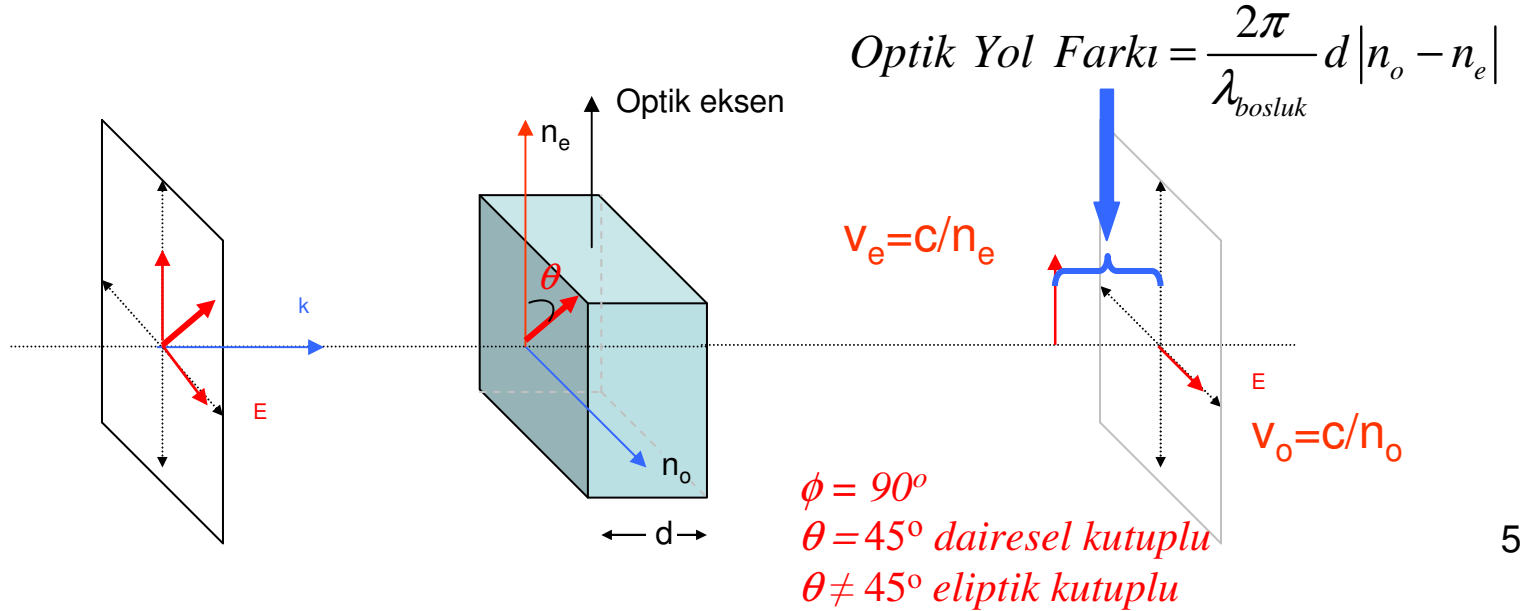
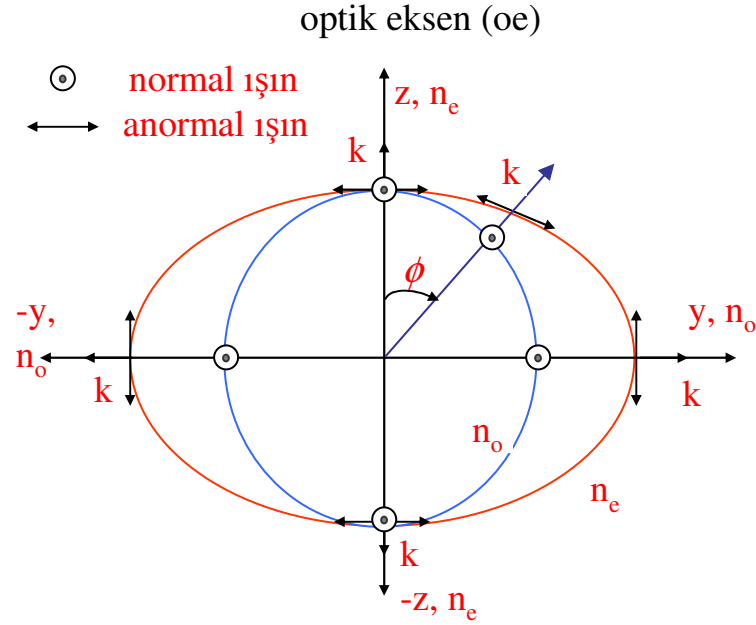
Ancak

- Malzemenin çiftkırıcı özelliğini yapısal özellikleri belirlediğinden doğal çiftkırıcı malzemeler esnek kullanıma sahip değildir.
- İşlevleri belli bir amaç içindir (örneğin $\lambda/2$ plakası) ve bu işlevleri kalınlıkları ile sınırlıdır.
- Çiftkırıcılar ışığın modülasyonunda pratik kullanıma sahip değildir.

Dış etki ile de maddelerde çiftkırıcılık özelliği oluşturulabilir mi?

Bu, yöntem pratik kullanım açısından (özellikle ışığın modülasyonu) çok daha önemlidir.

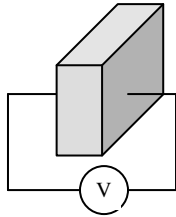
Çiftkırıcı Malzemelerin Uygulaması-Dalga Plakaları



Elektro-Optik Etki

Bazı malzemelerin kırılma indisi uygulanan dış elektrik alan ile değiştirilebilir, bu etkiye **Elektro-Optik (EO)** etki denir.

Dış elektrik alan ile kırılma indisindeki değişim:



$$V=Ed$$

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right) = rE + PE^2$$

Pockel Etkisi

Kerr Etkisi

Burada r doğrusal elektro-optik sabit (Pockel Sabiti)

P karesel elektro-optik sabit (Kerr Sabiti)

Bu derste bu etkiler sırası ile incelenecektir.

Pockel Etkisi-1

Pockel etkisi, tersinir simetriye (inversion symmetry) sahip olmayan kristal sistemlerde (katı malzemelerde) gözlenir.

Dış elektrik alandan dolayı kırılma indisindeki değişim $\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_o^2} + rE$

Kırılma indisinin mutlak değerinden ziyade elektrik alandan dolayı oluşan değişim daha anlamlı olduğu için kırılma indisinde oluşan değişim:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_o^2} + rE \quad \Rightarrow \quad \Delta\left(\frac{1}{n^2}\right) = rE$$

Elektro-optik sabiti r en genel olarak tensörel bir niceliktir. $\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_{ij} = \sum_k r_{ijk} E_k$

Kristal simetri özelliklerinden (9x3) 27 matris elemanı (6x3) 18 elemana indirgenebilir.

$$r_{1k} = r_{11k}$$

$$r_{2k} = r_{22k}$$

$$r_{3k} = r_{33k}$$

$$r_{4k} = r_{23k} = r_{32k}$$

$$r_{5k} = r_{13k} = r_{31k}$$

$$r_{6k} = r_{12k} = r_{21k}$$

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{lk} E_k = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix}$$

Kırılma indisinde alandan dolayı oluşan değişme ($l=1, 2, \dots, 6$) en genel olarak indis elipsoidinde

$$\left[\frac{1}{n^2}\right]_1 x^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_2 y^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_3 z^2 + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_4 yz + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_5 xz + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_6 xy = 1$$

yazılabilir.

Pockel Etkisi-2

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{ij} E_k = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix}$$

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \frac{1}{n^2(E=0)} - \frac{1}{n^2(E)}$$

$$\frac{1}{n^2(E=0)} = \frac{x^2}{n_x^2(E=0)} + \frac{y^2}{n_y^2(E=0)} + \frac{z^2}{n_z^2(E=0)}$$

Optoelektronik teknolojisinde kullanılan bazı malzemelerin elektro-optik katsayıları:

$\bar{4}3m$ (kübik)

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ r_{41} & 0 & 0 \\ 0 & r_{41} & 0 \\ 0 & 0 & r_{41} \end{bmatrix}$$

(GaAs, CdTe, InAs)

$\bar{4}2m$ (tetragonal)

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ r_{41} & 0 & 0 \\ 0 & r_{41} & 0 \\ 0 & 0 & r_{63} \end{bmatrix}$$

(KDP, ADP)

$3m$ (trigonal)

$$\begin{bmatrix} 0 & -r_{22} & r_{13} \\ 0 & r_{22} & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ -r_{22} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(LiNbO₃, LiTaO₃)

$6mm$ (hegzagonal)

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(CdS)

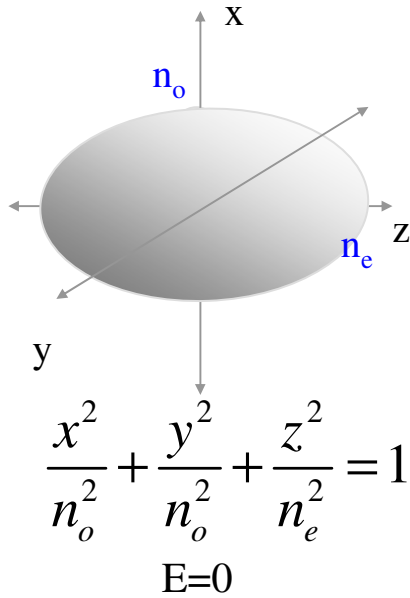
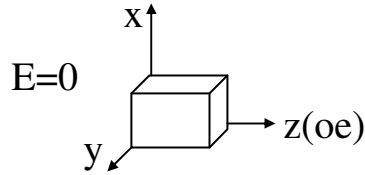
Pockel Etkisi-3

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right) = rE$$

Pockel etkisi gösteren bazı malzemeler ve Pockel katsayıları (r)

<i>Madde</i>	<i>Sembol</i>	<i>n_o</i>	<i>r(m/V⁻¹)x10⁻¹²</i>
Potasyum dihidrojen Fosfat	KH ₂ PO ₄ (KDP)	1.51	10.6
Potasyum didöteryum Fosfat	KD ₂ PO ₄ (KD*P)	1.52	26.4 (23.3)
Amonyak dihidrojen Fosfat	NH ₄ H ₂ PO ₄ (ADP)	1.52	8.5
Potasyum dihidrojen Arsenik	KH ₂ AsO ₄ (KDA)	1.57	13.0
Lityum Nayobat	LiNbO ₃	2.29	30.8
Galyum Arsenik	GaAs	3.6	1.6
Kadmiyum Tellür	CdTe	2.6	6.8
Çinko Sülfat	ZnS	2.31	2.1

Trigonal 3m simetrik kristallerde elektro-optik etki: Optik eksenini z doğrultusunda olan tek eksenli ($n_x=n_y=n_o$, $n_z=n_e$) trigonal 3m simetrik kristale (örneğin LiNbO_3) elektrik alan E_y doğrultusunda $E(0,E_y,0)$ uygulanırsa kırılma indis elipsoidinde oluşan değişimi bulmaya çalışalım.



LiNbO_3 elektro-optik (r_{ij})
sabitler

3m(trigonal)

$$\begin{bmatrix} 0 & -r_{22} & r_{13} \\ 0 & r_{22} & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ -r_{22} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{ij} E_k = \begin{bmatrix} 0 & -r_{22} & r_{13} \\ 0 & r_{22} & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ -r_{22} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ E_y \\ 0 \end{bmatrix}$$

Önce genel duruma, dış alanın herhangi bir doğrultuda uygulandığı duruma ($E_x \neq 0, E_y \neq 0, E_z \neq 0$ bakalım

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{ij} E_k$$

Malzeme için r elektro-optik tensör bulunursa

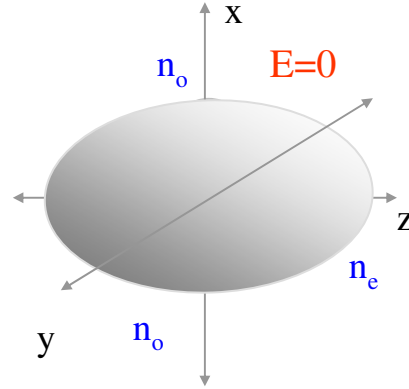
$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{ij} E_k = \begin{bmatrix} 0 & -r_{22} & r_{13} \\ 0 & r_{22} & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ -r_{22} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} \left[\frac{1}{n^2}\right]_1 = \frac{1}{n_o^2} - r_{22}E_y + r_{13}E_z \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_2 = \frac{1}{n_o^2} + r_{22}E_y + r_{13}E_z \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_3 = \frac{1}{n_e^2} + r_{33}E_z \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_4 = +r_{51}E_y \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_5 = +r_{51}E_x \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_6 = -r_{22}E_x \end{cases}$$

Genel durumda indis elipsoidinin çapraz terimleri de sıfırdan farklıdır

$$\left[\frac{1}{n^2}\right]_1 x^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_2 y^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_3 z^2 + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_4 yz + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_5 xz + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_6 xy = 1$$

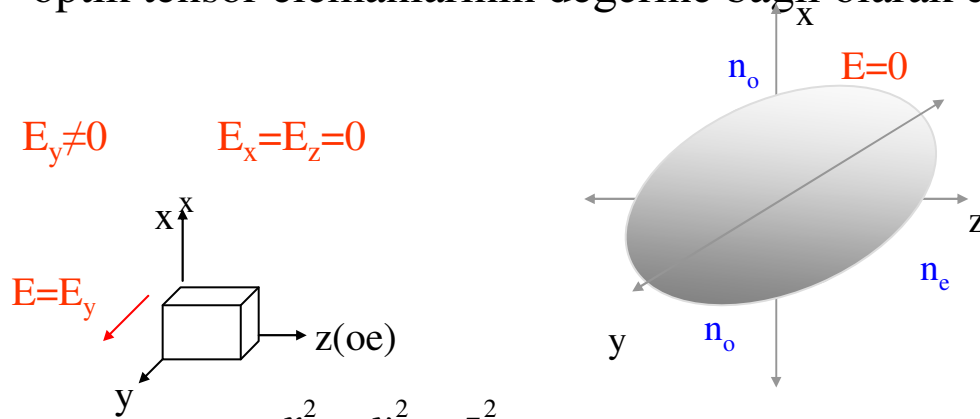
$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dyz + Exz + Fxy = 1$$

Şimdi özel duruma bakalım. Dış elektrik alan olmadığı durumda malzemenin kırılma indisi asal eksenler (xyz) ile en basit şekilde ifade edilir.



$$\frac{x^2}{n_x^2} + \frac{y^2}{n_y^2} + \frac{z^2}{n_z^2} = 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{x^2}{n_o^2} + \frac{y^2}{n_o^2} + \frac{z^2}{n_e^2} = 1$$

Dış elektrik alan y-doğrultusunda uygulandığında malzemenin kırılma indisi elektro-optik tensör elemanlarının değerine bağlı olarak değişikliğe uğrayacaktır.



$$\frac{x^2}{n_o^2} + \frac{y^2}{n_o^2} + \frac{z^2}{n_e^2} = 1 \quad \Rightarrow \quad \left[\frac{1}{n^2} \right]_1 x^2 + \left[\frac{1}{n^2} \right]_2 y^2 + \left[\frac{1}{n^2} \right]_3 z^2 + 2 \left[\frac{1}{n^2} \right]_4 yz + 2 \left[\frac{1}{n^2} \right]_5 xz + 2 \left[\frac{1}{n^2} \right]_6 xy = 1 \quad 12$$

Alandan dolayı oluşan değişimi bulalım

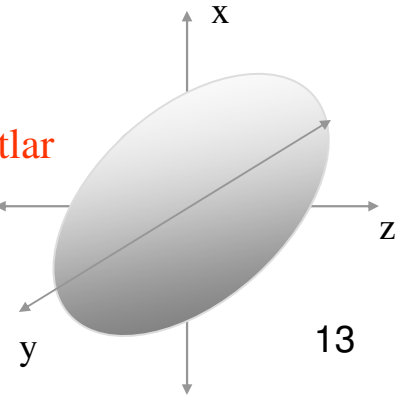
$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_l = \sum_{k=1}^3 r_{ij} E_k = \begin{bmatrix} 0 & -r_{22} & r_{13} \\ 0 & r_{22} & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{33} \\ 0 & r_{51} & 0 \\ r_{51} & 0 & 0 \\ -r_{22} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ E_y \\ 0 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{cases} \left[\frac{1}{n^2}\right]_1 = \frac{1}{n_o^2} - r_{22}E_y \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_2 = \frac{1}{n_o^2} + r_{22}E_y \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_3 = \frac{1}{n_e^2} \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_4 = +r_{51}E_y \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_5 = 0 \\ \left[\frac{1}{n^2}\right]_6 = 0 \end{cases}$$

$$\left[\frac{1}{n^2}\right]_1 x^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_2 y^2 + \left[\frac{1}{n^2}\right]_3 z^2 + 2\left[\frac{1}{n^2}\right]_4 yz = 1$$

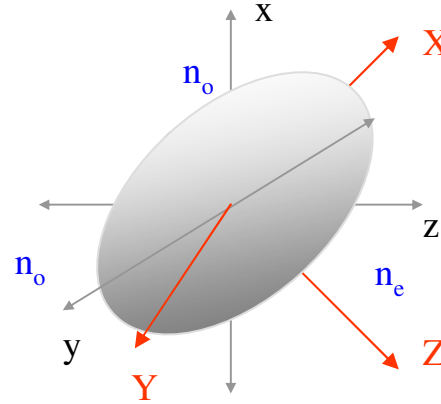
$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dyz = 1$$

D katsayısının sıfırdan farklı olması, indis elipsoidin uygun koordinatlar cinsinden ifade edilmediğini (dönmüş olduğunu) göstermektedir.

$$\left[\frac{1}{n_o^2} - r_{22}E_y\right] x^2 + \left[\frac{1}{n_o^2} + r_{22}E_y\right] y^2 + \left[\frac{1}{n_e^2}\right] z^2 + \underbrace{2r_{51}E_y}_{\mathbf{D}} yz = 1$$



Kırılma indis elipsoidi uzayda dönmüş olduğundan dış elektrik alandan dolayı oluşan değişimi görmek kolay değildir. Bunun için kırılma indis elipsoidini elipsoidin eksenlerinden geçen yeni eksen takımı (XYZ) ile ifade edilebilirse bu değişim daha iyi görülebilir.



Gerekli koordinat dönüşümü yapılırsa (x, y, z) → (X, Y, Z) yeni eksen takımı cinsinden kırılma indis elipsoidi:

$$\longrightarrow \left[\frac{1}{n_o^2} - (r_{22} - r_{51})E_y \right] X^2 + \left[\frac{1}{n_o^2} + (r_{22} - r_{51})E_y \right] Y^2 + \left[\frac{1}{n_e^2} \right] Z^2 = 1$$

Asal eksenlerin katsayıları o eksen boyunca olan kırılma indisini vereceğinden

$r_{22} - r_{51} \ll 1$ olduğundan*

$$\frac{1}{n_x^2(E)} = \frac{1}{n_o^2} - (r_{22} - r_{51})E_y$$

$$\frac{1}{n_y^2(E)} = \frac{1}{n_o^2} + (r_{22} - r_{51})E_y$$

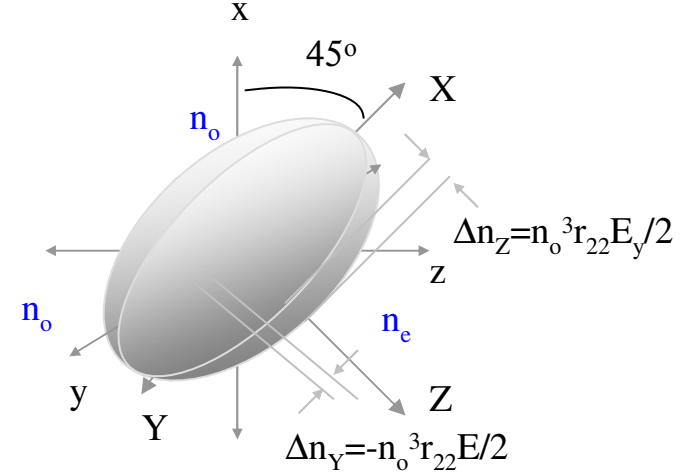
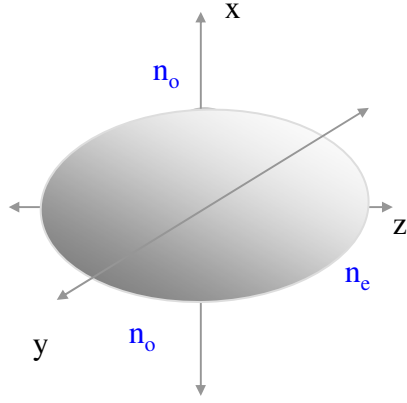
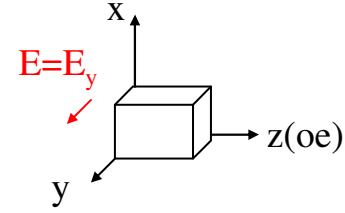
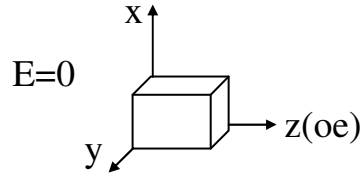
$$\frac{1}{n_z^2(E)} = \frac{1}{n_e^2}$$

$$\downarrow \quad n_X(E) \cong n_o + \frac{1}{2} n_o^3 (r_{22} - r_{51}) E_y$$

$$\Rightarrow \quad n_Y(E) \cong n_o - \frac{1}{2} n_o^3 (r_{22} - r_{51}) E_y$$

$$n_Z(E) = n_e$$

$*(1+x)^{-1/2} \approx 1-x$



$$n_x(E=0) = n_o$$

$$n_y(E=0) = n_o$$

$$n_z(E=0) = n_e$$

$$n_X(E) \cong n_o + \frac{1}{2} n_o^3 (r_{22} - r_{51}) E_y$$

$$n_Y(E) \cong n_o - \frac{1}{2} n_o^3 (r_{22} - r_{51}) E_z$$

$$n_Z(E) = n_e$$

Alanla birlikte kırılma indisi bütün yönler için farklı ($n_x \neq n_y \neq n_z$) olmuştur. Dış elektrik alan kristalin tek eksenlilik özelliğini değiştirerek kristale çifteksenlilik özelliği kazandırmıştır.

Elektro-Optik Modölatörler-1

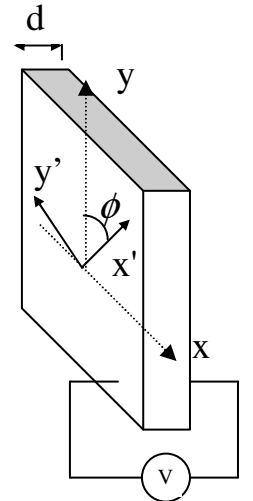
- Elektro-optik özellik gösteren malzemeler uygun şekilde düzenlenerek ışığın modölyasyonunda ve optik anahtarlama da kullanılabilir. Elektro-optik etki ile ışığın modölyasyonu yapılabilir.
- Elektro-optik modölyasyona pratik bir örnek olarak hızlı fotoğraf makineleri ve kameralar verilebilir. Hızlı fotoğraf makinelerinde örtücü perdenin açılıp kapanması normal makinelerde olduğu gibi mekanik olarak değil dış elektrik alan ile yapıldığından çok kısa zaman aralıklarında ışığın film üzerine düşmesi sağlanabilir. Perde çok kısa sürelerde açılıp kapandığından hızlı cisimlerin hareketi anlık olarak kaydedilebilir.

Elektro-Optik Modülatörler-2

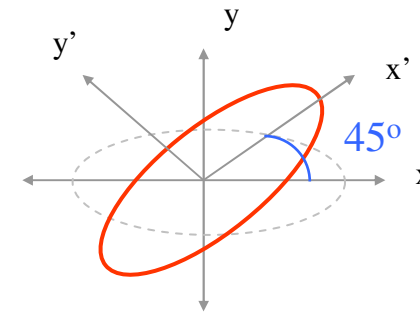
- Elektro-optik modülatörlerin nasıl çalıştığını anlamak için KDP maddesini örnek olarak modülasyonda kullanalım.
- KDP malzemesine z-ekseni boyunca elektrik alan uygulanırsa indis elipsoidi z-ekseni etrafında x- ve y- eksenleri 45° lik dönme ile yeni x' ve y' eksenleri halini alır ve kırılma indisleri bu yeni yönler için

$$n_{x'} = n_o + \frac{n_o^3}{2} r_{63} E_z \quad n_{y'} = n_o - \frac{n_o^3}{2} r_{63} E_z$$

şeklinde verilir.

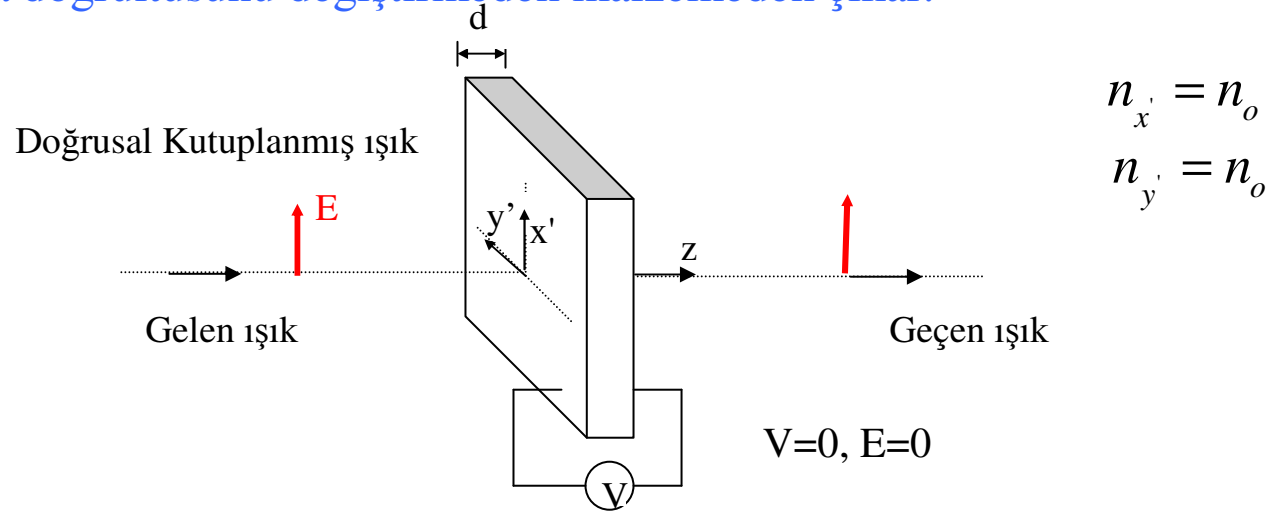


$V \neq 0, E \neq 0$

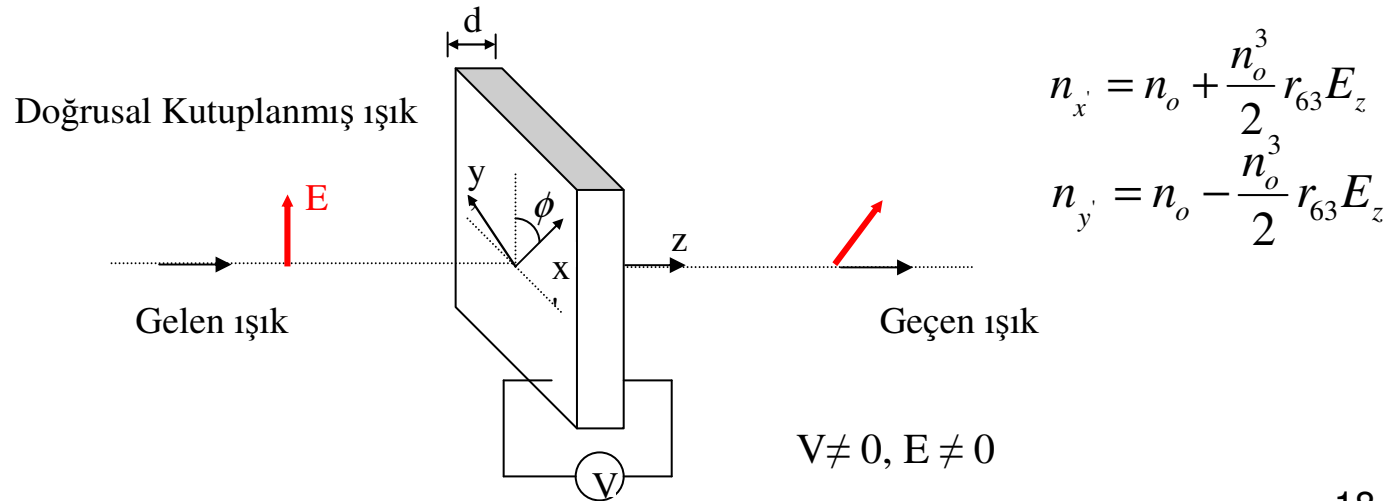


Elektro-Optik Modülatörler-3

Dış elektrik alan yok iken KDP malzemesine uygun kutuplanma doğrultusunda gelen ışık kutuplanma doğrultusunu değiştirmeden malzemeden çıkar.



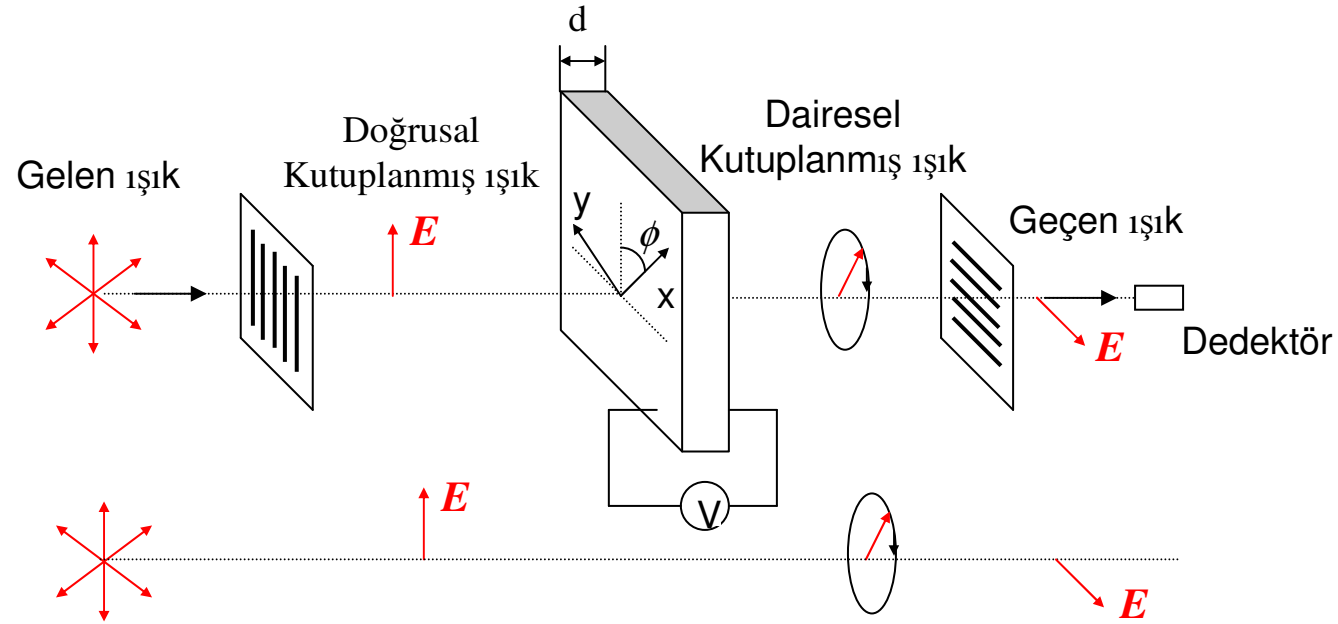
Uygulanan dış alanla birlikte kutuplanma doğrultusu ve kutupluluk özelliği değiştirilebilir.



Bu durum uygun şekilde kullanılarak ışığın genlik modülasyonu yapılabilir.

Elektro-Optik Modülatörler-4

Bu modülatör konfigurasyonunda uygun kalınlıktaki elektro-optik malzeme, birbirine 90° konumlandırılmış iki doğrusal kutuplayıcı arasına yerleştirilir. Bu malzeme uygun şekilde düzenlenerek şiddet modülasyonu yapılabilir (modülatörü geçen ışık (I) şiddetinin modülatöre gelen ışık şiddetine (I_o) oranı bilgi sinyaline bağlı olarak değişmektedir).



Dedektöre ulaşan ışık şiddeti $I = T \propto E_y E_y^*$

$$I = I_o \sin^2(\varphi) = I_o \sin^2\left(\frac{2\pi}{\lambda} \Delta n \cdot d\right) = I_o \sin^2\left(\frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{rn_o^3}{2} E\right) \cdot d\right)$$

$$I = I_o \sin^2\left[\frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{rn_o^3}{2} \frac{V}{d}\right) d\right] = I_o \sin^2\left[\frac{\pi}{\lambda} rn_o^3 V\right]$$

$$\varphi = k(\Delta n)d$$

$$\Delta n = \frac{rn_o^3}{2} E$$

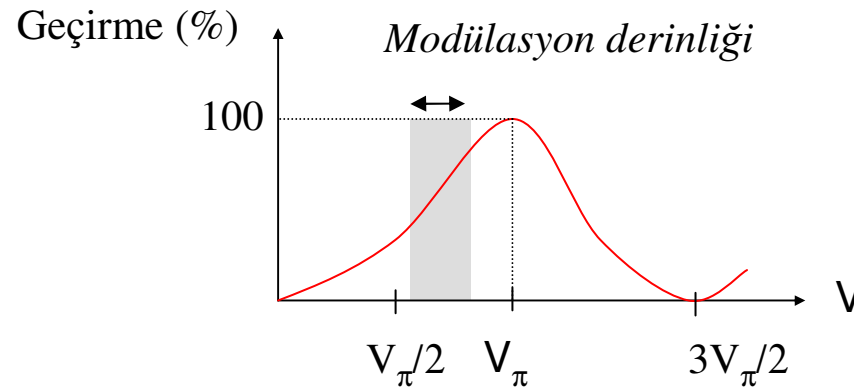
Elektro-Optik Modülatörler-5

$$\frac{I}{I_o} = \sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} rn_o^3 V\right) \quad \Rightarrow \quad \frac{I}{I_o} = \sin^2\left(\frac{\pi}{2} \frac{V}{V_\pi}\right)$$

$$V_\pi \equiv \frac{\lambda}{2rn_o^3} \quad \text{Yarım dalga gerilimi}$$

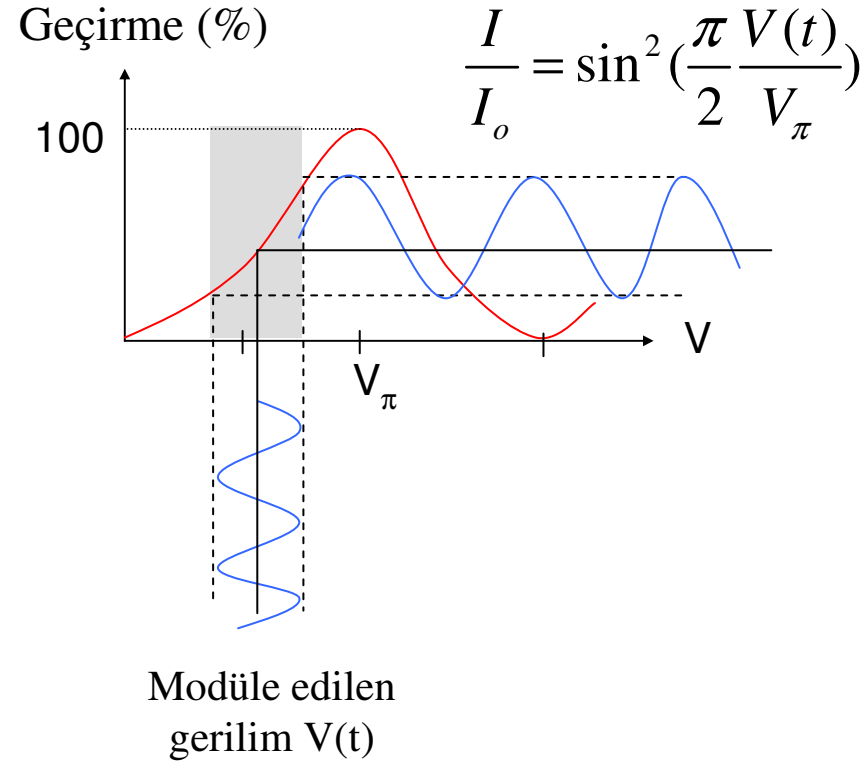
Yarım dalga gerilimi V_π , geçen ışığın şiddetinin gelen ışığın şiddetine eşit olduğu ($I=I_o$) olduğu maksimum geçirme için gerekli gerilimdir. V_π , π 'lik bir faz farkına eşdeğerdir.

Elektro-optik modülatörlerde çalışma gerilimi doğrusal bölgede olmalıdır.



Elektro-Optik Modülatörler-6

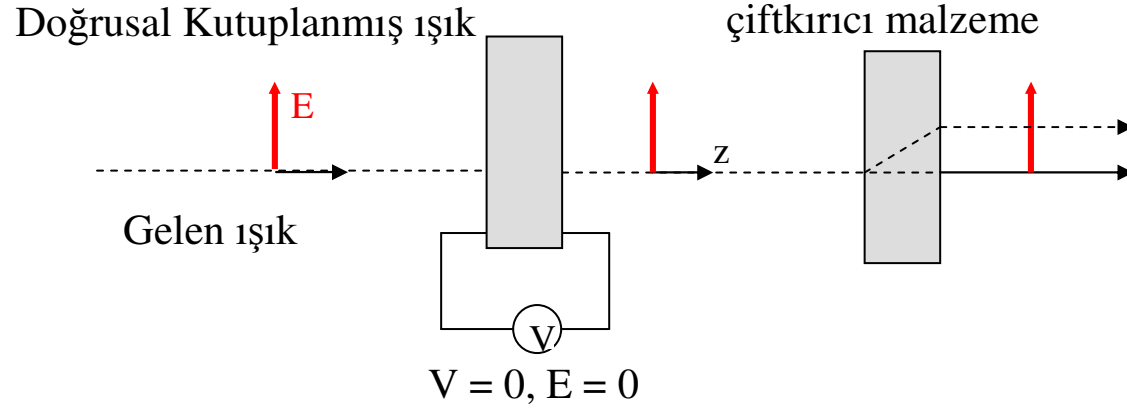
Dedektöre ulaşan ışık şiddeti modülatöre uygulanan gerilim ile orantılıdır (doğrusal bölgede). Eğer dedektöre uygulanan gerilim bilgi sinyali olur, bu bilgi sinyali de modülatörden geçen ışık (taşıyıcı dalga) üstüne bindirilirse modülasyon yapılmış olur.



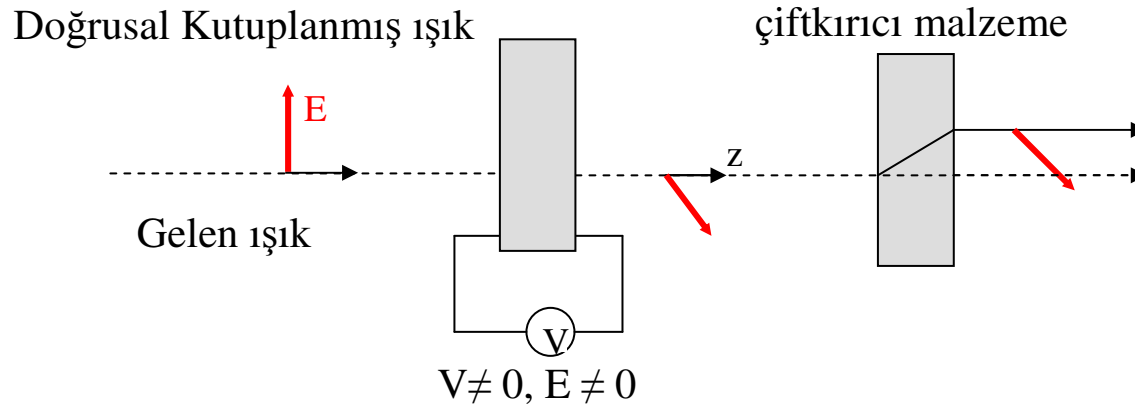
Elektro-Optik Uygulamalar: Optik Anahtarlama

Optik Anahtarlama

Elektro-optik bir malzemeye gerilim uygulanmadığı durumda alan genliği sadece asal eksenlerden birine düşen ışığın kutuplanma doğrultusu değişmeden çiftkırıcı malzemeye gelir. Burada kutuplanma doğrultusuna bağlı olarak n_o kırılma indisini görerek belli bir açıda kırılır.



Elektro-optik malzemeye uygun doğrultuda uygulanan dış elektrik alan ile ışığın kristal içinde farklı iki eksen üzerinde izdüşümü olması sağlanır, dolayısı ile çıkışta kutuplanma doğrultusu değişir; doğal çiftkırıcı malzemeden geçen ışık n_e kırılma indisini görerek farklı bir açıda kırılır.



Kerr Etkisi-1

- Optik olarak izotropik olan bir madde güçlü bir elektrik alana konduğu zaman bu madde çiftkırıcı özellik göstermeye başlar.
- Bu etki 1985 yılında J. Kerr tarafından gözlemlendiği için bu etkiye Kerr elektro-optik etki denir.
- Bu etki hem katılarda hem de sıvılarda gözlenir.
- Kerr etkisi, elektrik alanın varlığında maddedeki moleküllerin yönelimlerinden kaynaklanır. Bu durumda madde sanki optik eksenini elektrik alanın yönü ile belirlenmiş tek eksenli kristal gibi davranır.
- Bu etkinin büyüklüğü uygulanan elektrik alanın karesi ile orantılıdır.

$$\Delta n = n_s - n_p = \lambda_o K E^2$$

Burada K Kerr sabiti, n_s , alan yönündeki kırılma indisi, n_p alana dik doğrultudaki kırılma indisi ve λ_o da ışığın boşluktaki dalgaboyudur.

Kerr sabiti r en genel olarak tensörel bir niceliktir. Bu durumda kırılma indisinde oluşan değişme tensörel şekilde aşağıdaki gibi yazılır.

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right)_{ij} = \sum_k \sum_l s_{ijkl} E_k E_l$$

Kerr Etkisi-2

Bazı maddeler ve Kerr (K) sabitleri

<i>Madde</i>	<i>Sembol</i>	<i>K(cm/V²)</i>
Su	H ₂ O	5.2x10 ⁻¹⁴
Benzene	C ₆ H ₆	0.7x10 ⁻¹²
Karbondisülfür	CS ₂	3.5x10 ⁻¹²
Nitrobenzene	C ₆ H ₅ NO ₂	4.4x10 ⁻¹⁰

Kerr elektro-optik etki çok hızlı olduğu için bu türden malzemeler yüksek hızlı ışık modülasyonunda yüksek frekanslı sinyaller ile kullanılır, 10¹⁰ Hz tepki süresine sahiptir.

Bu kullanımına Kerr hücresi denir ve genellikle Kerr katsayısı büyük olan malzemeler kullanılır.

Özet

Uygun simetri özelliği gösteren malzemeler elektro-optik etki gösterirler. Dış elektrik alandan dolayı kırılma indisinde oluşan değişim malzemeyi temsil eden elektro-optik tensör elemanı ile orantılıdır.

Elektro-optik etki ile izotropik olan malzemeler anizotropik yapılabilir, anizotropik olan malzemelerin kırılma indis değerleri değiştirilebilir veya indis elipsoidi döndürülebilir.

Elektro-optik etki ile malzemenin optik özellikleri çok hızlı değiştirilebildiği için bu malzemeler ışığın modülasyonunda ve optik anahtarlama da kullanılmaktadır.

UADMK - Açık Lisans Bilgisi

Bu ders malzemesi öğrenme ve öğretme yapanlar tarafından açık lisans kapsamında ücretsiz olarak kullanılabilir. Açık lisans bilgisi bölümü yani bu bölümdeki, bilgilerde değiştirme ve silme yapılmadan kullanım ve geliştirme gerçekleştirilmelidir. İçerikte geliştirme değiştirme yapıldığı takdirde katkılar bölümüne sadece ekleme yapılabilir. Açık lisans kapsamındaki malzemeler doğrudan ya da türevleri kullanılarak gelir getirici faaliyetlerde bulunulamaz. Belirtilen kapsam dışındaki kullanım açık lisans tanımına aykırı olduğundan kullanım yasadışı olarak kabul edilir, ilgili açık lisans sahiplerinin ve kamunun tazminat hakkı doğması söz konusudur.