

FZM450 Elektro-Optik

8. Hafta

Elektro-Optik

8. Hafta Ders İçeriği

Elektro-Optik

- Elektro-optik Etki
 - Pockel Etkisi
 - Kerr Etkisi

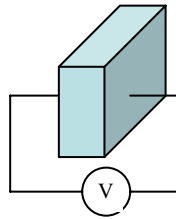
Diğer Optik Etkiler

- Akusto-Optik Etki
- Mağneto-Optik Etki

Elektro-Optik Etki

Elektro-Optik etki: Pockel ve Kerr Etkisi

Uygulanan dış elektrik alanın bir fonksiyonu olarak kırılma indisindeki değişme



$$V=Ed$$

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

Pockel Etkisi

Kerr Etkisi

Burada r doğrusal elektro-optik sabit (Pockel Sabiti)

P karesel elektro-optik sabittir (Kerr Sabiti)

Katılarda rE ile ilgili kırılma indisindeki (doğrusal) değişim “Pockel Etkisi”

PE^2 ile ilgili değişim (karesel terim) ise “Kerr Etkisi” olarak isimlendirilir

Elektro-Optik Etki-Pockel Etkisi

Pockel etkisi, uygulanan elektrik alanın bütün etkileri ele alınan malzemenin simetri ve kristal yapısına bağlıdır. Örneğin KDP meteryali için elektrik alana bağlı indisdeki değişme

$$\Delta\left(\frac{1}{n^2}\right) = -2\frac{\Delta n}{n^3} = r_{63}E$$

Pockels hücrelerinde genellikle ADP olarak bilinen Amonyum dihidrojen Fosfor veya KDP olarak bilinen potasyum dihidrojen fosfor kullanılır.

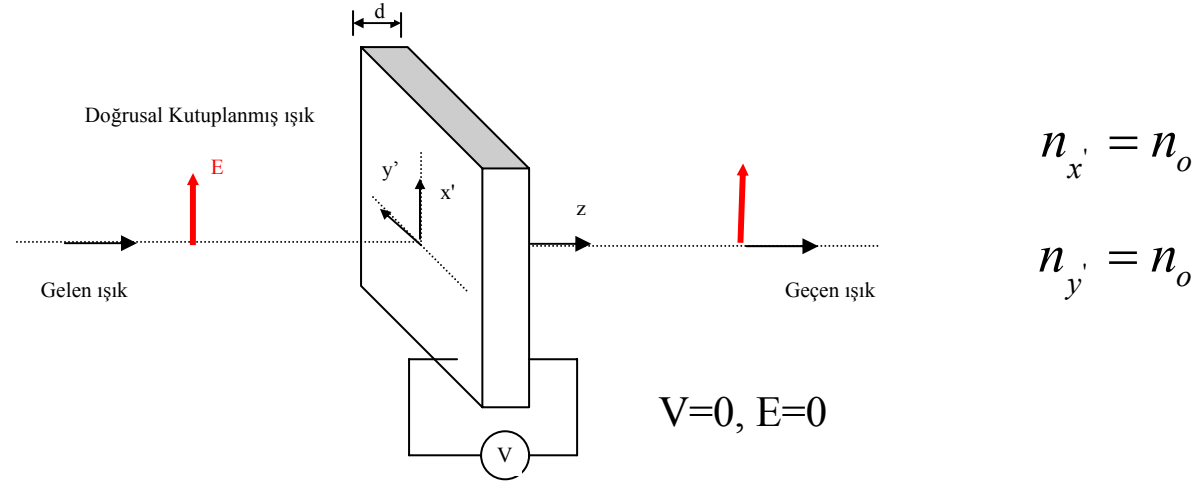
Kullanılan diğer malzemeler ve Pockels katsayıları (r) aşağıdaki tabloda verilmektedir

<i>Madde</i>	<i>r(pm/V)</i>
KH_2PO_4 (KDP)	10,6
KD_2PO_4 (KD*P)	26,4
AH_2PO_4 (ADP)	8,5
GaAs	1,6

Burada r_{63} KDP için uygun elektro-optik sabittir. Pockels etkisi ile çeşitli dalga plakalarını dışardan uyguladığımız elektrik alan ile oluşturulabilir.

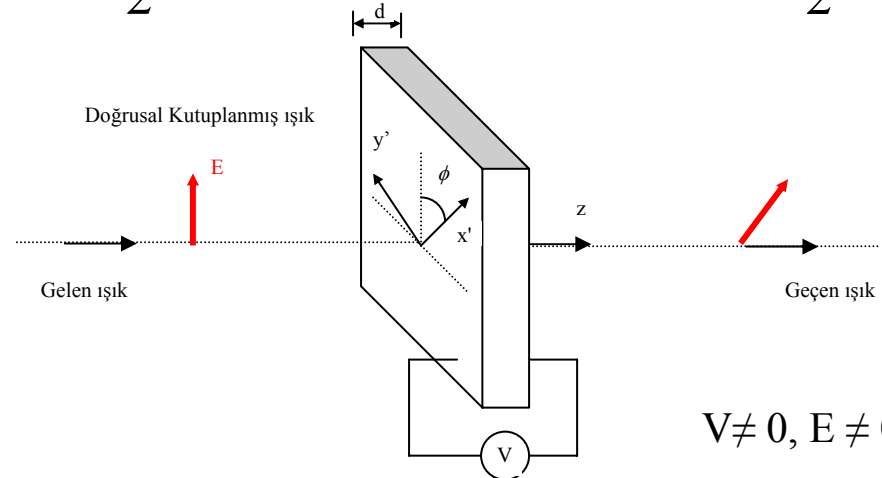
Elektro-Optik Etki-Pockel Etkisi

KDP den yapılmış optik elemanın eksenlerine paralel gelen ışığın polarizasyon doğrultusu değişmez.



Eğer KDP'ye elektrik alan z-ekseni boyunca uygulanırsa x- ve y- eksenleri ϕ° lik dönme ile yeni x' ve y' eksenleri halini alır ve kırılma indisleri bu yeni yönler için

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



Elektro-Optik Etki-Pockel Etkisi

Örnek: Pockels etkisi sebebiyle kırılma indisindeki değişme:

KD*P'de elektrik alan z-ekseni boyunca uygulanırsa

$$r_{KD*P}=26,4 \text{ pm/V}$$

$$n_o=1,51$$

$$n_x = n_o + \frac{n_o^3}{2} r_{63} E_z \qquad n_y = n_o - \frac{n_o^3}{2} r_{63} E_z$$

4000 V'luk bir gerilimin uygulandığı KD*P'nin 10 mm kalınlığındaki bir kristal için kırılma indisindeki değişmeyi

$$n_o - n = (1/2)(26,4 \times 10^{-12})(1,51^3)(4000 \text{ V}/10^{-2}) = 1,8 \times 10^{-5} \text{ bulunur}$$

Elektro-Optik Etki-Kerr Etkisi

Kerr Etkisi:

- Optik olarak izotropik olan bir madde güçlü bir elektrik alana konduğu zaman bu madde çiftkırılma özelliği göstermeye başlar
- Bu etki 1985 yılında J. Kerr tarafından gözleendiği için bu etkiye Kerr elektro-optik etki denir
- Bu etki hem katılarda hem de sıvılarda gözlenir
- Kerr etkisinin, elektrik alanın varlığında maddedeki moleküllerin yönelimlerinin atfedilir. 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

Kerr etkisi ile oluşturulacak kırılma indisi farkı

$$\Delta n = n_p - n_s = KE^2 \lambda_0$$

şeklinde verilir. Burada K Kerr sabiti, n_s , alan yönündeki kırılma indisi, n_p alana dik doğrultudaki kırılma indisi ve λ_0 da ışığın boşluktaki dalgaboyudur

Elektro-Optik Etki-Kerr Etkisi

Bazı maddeler ve Kerr (K) sabitleri

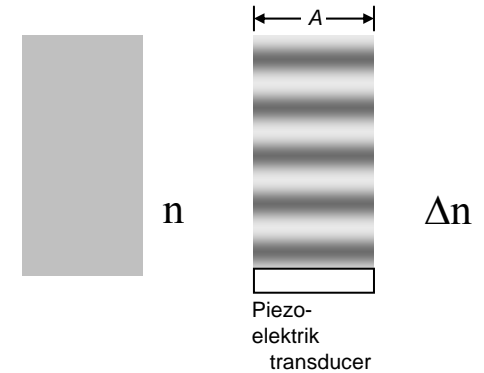
<i>Madde</i>	<i>K(cm/V²)</i>
Su	$5,2 \times 10^{-14}$
Benzene	$0,7 \times 10^{-12}$
Karbondisülfür	$3,5 \times 10^{-12}$
Nitrobenzene	$4,4 \times 10^{-10}$

Kerr elektro-optik etki yüksek hızlı ışık modülasyonunda kullanılır. Bu kullanımına Kerr hücresi denir ve genellikle Kerr katsayısı büyük olan malzemeler kullanılır.

Akusto-Optik etki

- Bir ortamın kırılma indisi akustik (ses) dalgası ile değiştirilerek yapılan etkiye akusto-optik etki denir
- Kırılma indisi n olan bir ortamdan geçen ses dalgası ortamda mekanik zorlama (gerilme) oluşturur
- Bu gerilme sonucu ortamın kırılma indisini de Δn kadar değiştirir. Bu değişmeyi ses dalgasının şiddeti ve diğer nicelikler cinsinden veren formül

$$\Delta n = \sqrt{\frac{n^6 p^2 10^7 P_a}{2\rho v_a^2 A}}$$



Burda

n , gerilmenin olmadığı durumdaki kırılma indisi,
 p uygun fotoelastik tensör elemanı,
 P_a watt olarak toplam akustik güç,
 ρ kütle yoğunluğu,
 v_a ise ses hızı,
 A dalganın geçtiği bölge için tesir kesit alanı

Magneto-Optik Etki

Katılarda Faraday Dönmesi

Bir izotropik dielektrik madde manyetik alana yerleştirildiğinde doğrusal olarak kutuplanmış ışık alan doğrultusunda gönderildiğinde ışığın kutuplanma doğrultusunun değiştiği gözlenir

Burada manyetik alan dielektrik malzemeyi optik olarak aktif duruma getirmiştir. Kutuplanma doğrultusunun dönme açısı manyetik alan (H) ve ortamın uzunluğu (l) ile orantılıdır.

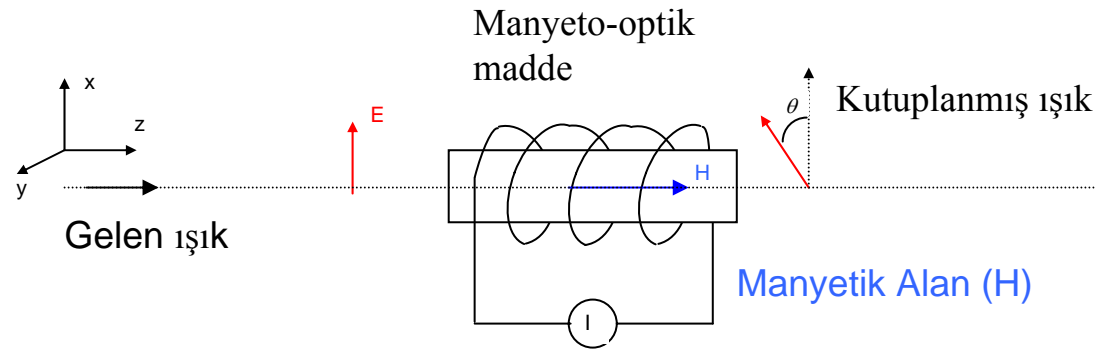
$$\theta = VH/l$$

Burada V orantı sabitidir. Bu sabite **Verdet sabiti** denir

Bazı maddeler Verdet sabitleri

<i>Madde</i>	<i>V(q(dakika)Oe⁻¹cm⁻¹)</i>
Elmas	0,012
NaCl	0,036
Cam	0,015-0,050

Magneto-Optik Etki



$$\theta = VH/l$$