

2

- 0: başlangıç noktası

- $\vec{E}$ gete duglennine $\perp$ } TE
* $\vec{B}$ gete durkenni uizeriel } transverse elektrisk
*

- $\vec{x} \rightarrow \vec{E}$ gehe durch den zylinder
 $\vec{x} \rightarrow \vec{B}$ " " " $\perp$ } TM transverse magnetic

$$\vec{E}_r = \vec{E}_{0r} e^{i(\vec{k}_r \cdot \vec{r} - \omega_r t)}$$

$$\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t = \vec{k}_r \cdot \vec{r} - \omega_r t = \vec{k}_t \cdot \vec{r} - \omega_t t$$

$$-wt = -w_r t = -w_t t$$

$W = W_v = W_t$ olacaktır!

$$\underbrace{\vec{k} \cdot \vec{r}}_{(1)} = \underbrace{\vec{k}_r \cdot \vec{r}}_{(2)} = \underbrace{\vec{k}_t \cdot \vec{r}}_{(3)}$$

$\begin{matrix} (1)-(2) \\ (1)-(3) \\ (2)-(3) \end{matrix} \left. \vphantom{\begin{matrix} (1)-(2) \\ (1)-(3) \\ (2)-(3) \end{matrix}} \right\} \Rightarrow 0$

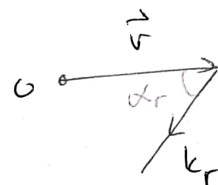
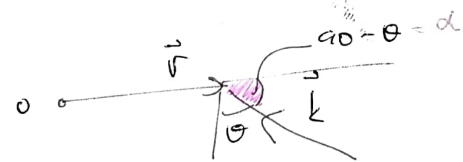
$$(\vec{k} - \vec{k}_r) \cdot \vec{r} = (\vec{k} - \vec{k}_t) \cdot \vec{r} = (\vec{k}_r - \vec{k}_t) \cdot \vec{r}$$

$\vec{k}_r$ ve $\vec{k}_t$; $\vec{k}$ ve $\vec{r}$ vektörleri tarafından belirlenen düzlem üzerinde olmalıdır.

$\vec{k}; \vec{k}_r; \vec{k}_t$ vektörleri XZ düzleminde.

$$\overset{\text{ker cosd}}{\underset{\text{ker cosd}}{\rightarrow}} \overset{\text{ker cosd}}{\underset{\text{ker cosd}}{\rightarrow}} \text{ker } \sigma = \overset{\text{ker cosd}}{\underset{\text{ker cosd}}{\rightarrow}} \overset{\text{ker cosd}}{\underset{\text{ker cosd}}{\rightarrow}} \text{ker } \sigma$$

$$\underline{k_r \sin \theta} = \underline{k_r \sin \theta_r}$$



her iki dalga aynı
ortamda $\lambda = \lambda_r$

$$\hookrightarrow \underline{\underline{k = k_r}}$$

$$k_r \sin \theta = k_r r \sin \theta_r$$

aynı

$$\theta = \theta_r !$$

yansımaya yasası.

$$k_r = \frac{\omega}{v_r} = \frac{\omega}{c} n_r$$

$$k_t = \frac{\omega}{v_t} = \frac{\omega}{c} n_t$$

$$\textcircled{2} = \textcircled{3}$$

$$k_r r \sin \theta_r = k_t r \sin \theta_t$$

~~k_r~~

$$\frac{\omega}{c} n_r \sin \theta_r = \frac{\omega}{c} n_t \sin \theta_t$$

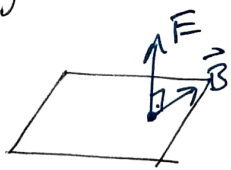
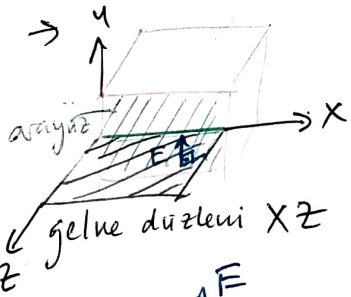
$$n_r \sin \theta_r = n_t \sin \theta_t = n \sin \theta$$

SNELL yasası

TE için sınır koşulları

→ TE gelme düzlemine dik $\vec{E}$

$\vec{E}$ ortamı
ayırarak
ayrıştırma //
paraleldir
arayüz XY



$$\vec{E}_0 = \vec{E} \hat{y}$$

$$\vec{E}_{0r} = E_r \hat{y}$$

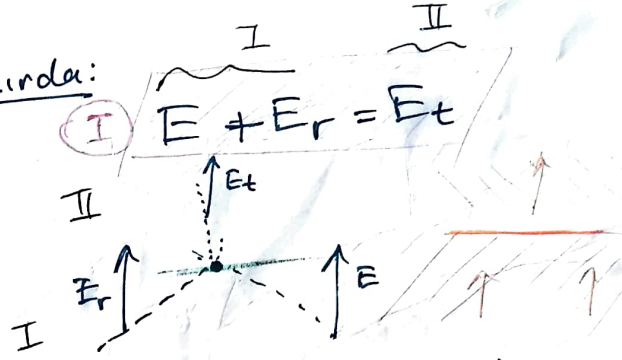
$$\vec{E}_{0t} = E_t \hat{y}$$

$$E; \vec{E}_r; \vec{E}_t$$

kompleks
alan
genlikleri

Sınırdaki:

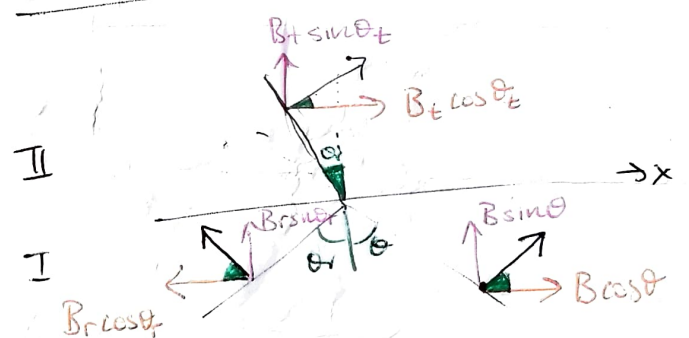
$$\textcircled{I} \quad \vec{E} + \vec{E}_r = \vec{E}_t$$



$$\vec{B} = (B \cos \theta \hat{x} - B \sin \theta \hat{z}) e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

$$\vec{B}_r = (-B_r \cos \theta_r \hat{x} - B_r \sin \theta_r \hat{z}) e^{i(\vec{k}_r \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

$$\vec{B}_t = (B_t \cos \theta_t \hat{x} - B_t \sin \theta_t \hat{z}) e^{i(\vec{k}_t \cdot \vec{r} - \omega t)}$$



$$\textcircled{II} \quad B \cos \theta \hat{x} - B_r \cos \theta_r \hat{x} = B_t \cos \theta_t \hat{x}$$

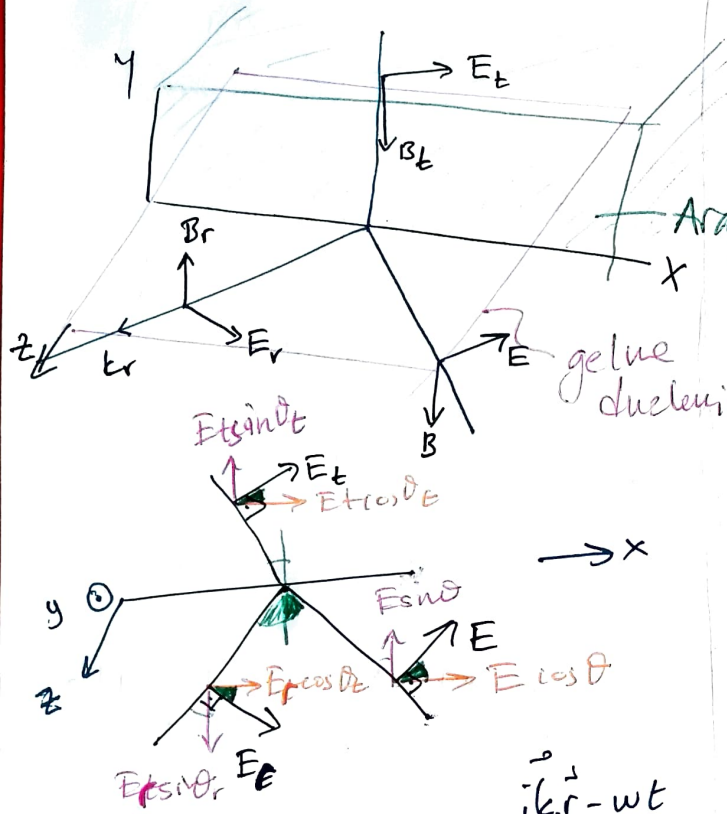
$$\{ B \sin \theta + B_r \sin \theta_r = B_t \sin \theta_t \} \hat{z}$$

TE: $\vec{E} + \vec{E}_r = \vec{E}_t$

$$B \cos \theta - B_r \cos \theta_r = B_t \cos \theta_t$$

TM dalgaları için [2] TMM için sınır koşulları

SINIR koşulları



$$-B + B_r = -B_t$$

$$B - B_r = B_t$$

$$E \cos \theta + E_r \cos \theta_r = E_t \cos \theta_t$$

YANSIMA ve GEÇME KATSAYILARI

$$E = vB \Rightarrow \frac{c}{n} B = E$$

$$\textcircled{I} \Rightarrow n_1 \Rightarrow$$

$$\textcircled{II} \Rightarrow n_2 \Rightarrow$$

$$\text{TE için} \begin{cases} E + E_r = E_t \\ n_1 E \cos \theta - n_1 E_r \cos \theta = n_2 E_t \cos \theta_t \end{cases}$$

$$\text{TM için} \begin{cases} -n_1 E + n_1 E_r = -n_2 E_t \\ E \cos \theta + E_r \cos \theta = E_t \cos \theta_t \end{cases}$$

$$\otimes B_t$$

$$\Gamma_{TE} = \frac{E_r}{E} = \frac{\cos \theta - n \cos \theta_t}{\cos \theta + n \cos \theta_t}$$

$$\Gamma_{TM} = \frac{E_r}{E} = \frac{-n \cos \theta + \cos \theta_t}{n \cos \theta + \cos \theta_t}$$

$$n \equiv \frac{n_2}{n_1}$$

$$\begin{aligned} \vec{B} &= -B \hat{y} e^{i(kr - \omega t)} \\ \vec{B}_r &= +B_r \hat{y} e^{i(k_r \cdot \vec{r} - \omega t)} \\ \vec{B}_t &= -B_t \hat{y} e^{i(k_t \cdot \vec{r} - \omega t)} \end{aligned}$$

$$n \cos \theta_t = n \sqrt{1 - \sin^2 \theta_t}$$

$$= \sqrt{n^2 - n^2 \sin^2 \theta_t}$$

$$n \cos \theta_t = \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}$$

yansıma oranı $\sin \theta = n \sin \theta_t$

$$r_{TE} = \frac{E_r}{E} = \frac{\cos \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (1)$$

$$r_{TM} = \frac{E_r}{E} = \frac{-n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (2)$$

geçen: transmitted

$$t_{TE} = \frac{2 \cos \theta}{\cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (3)$$

$$t_{TM} = \frac{2 n \cos \theta}{n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (4)$$

$$t_{TE} = 1 + r_{TE}$$

$$n t_{TM} = 1 - r_{TM}$$

(1) ; (2) ; (3) ; (4)

FRESNEL denklemleridir.

ör:

$n = 1.6$ camın

$\theta = 30^\circ$ TE ve TM

kipleri için

r, t ?

$$r_{TE} = \frac{\cos 30^\circ - \sqrt{1.6^2 - \sin^2 30^\circ}}{\cos 30^\circ + \sqrt{1.6^2 - \sin^2 30^\circ}}$$

$$= -0.2740$$

$$r_{TM} = -0.1866$$

$$t_{TE} = 1 + r_{TE} = 0.7260$$

$$t_{TM} = \frac{1 - r_{TM}}{n} = 0.7416$$

S kutuplu $\Rightarrow$ TE

P kutuplu $\Rightarrow$ TM

H. Sırtı notlarıdır.

$$r_{TE} = \cos \theta$$

$$r_{TM} = \frac{n_t \cos \theta_i - n_i \cos \theta_t}{n_t \cos \theta_i + n_i \cos \theta_t}$$

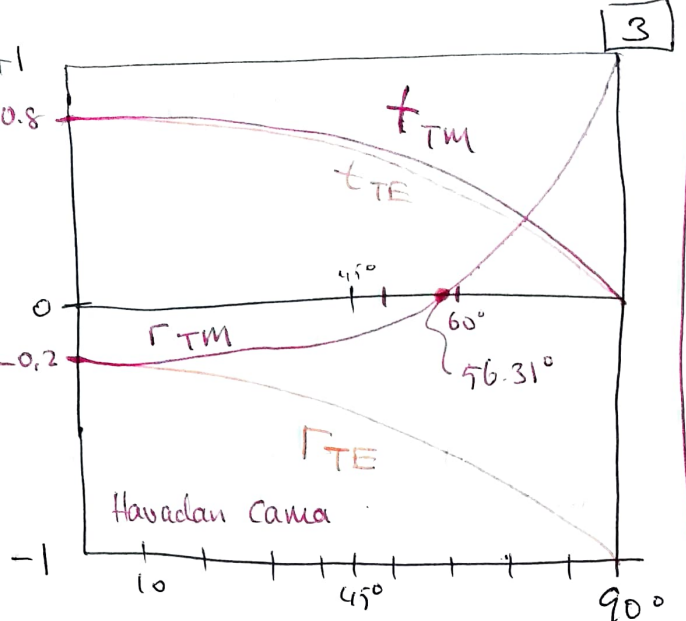
~~bu~~ Pedrotti

$$r_{TM} = \frac{-n_t \cos \theta_i + n_i \cos \theta_t}{n_t \cos \theta_i + n_i \cos \theta_t}$$

**

Notasyon farkı

kardes
toplama
alınma
ortadan
kalkar.



$n = 1.5 = \frac{n_2}{n_1}$ olduğu durumu için.

Diş ve iç yansımaları

$n_1 < n_2 \quad n > 1 \quad \underline{\text{Diş}}$
 $n_1 > n_2 \quad n < 1 \quad \underline{\text{İç}}$

Yansımalar oranı

$$R = \frac{P_r}{P_i} = r^2 = \left(\frac{E_r}{E_i} \right)^2$$

geçirgenlik oranı

$$T = \frac{P_t}{P_i} = n \left(\frac{\cos \theta_t}{\cos \theta} \right) t^2$$

P: dalganın gücü

$R_{TM} = r^2 = 0$ olduğunda
(TM durumu) $\theta_p \equiv$ Brewster açısı
Polarizasyon açısı

$$\theta_p = \tan^{-1}(n) = \tan^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$n = 1.5$ için $\theta_p = 56.31^\circ$

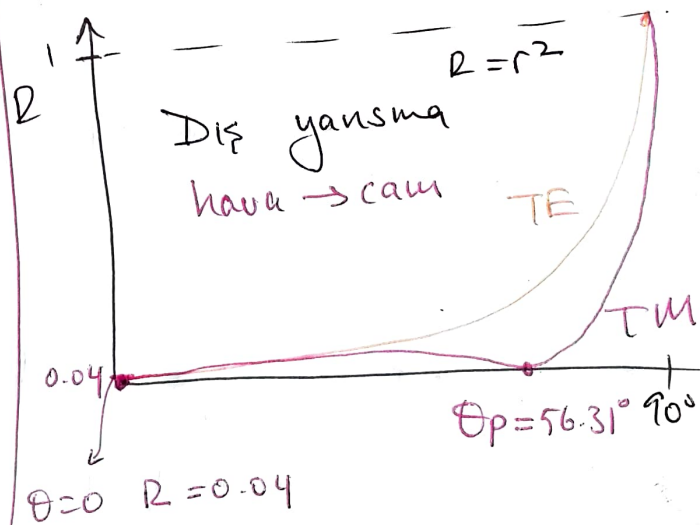
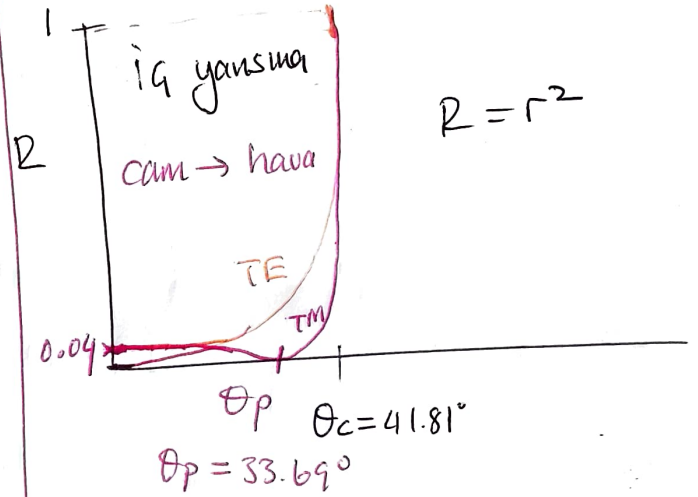
θ_p 'de yansıyan ışık sadece TE kipini içerir. (r_{TM} yansır)

$\theta = 0^\circ$ için

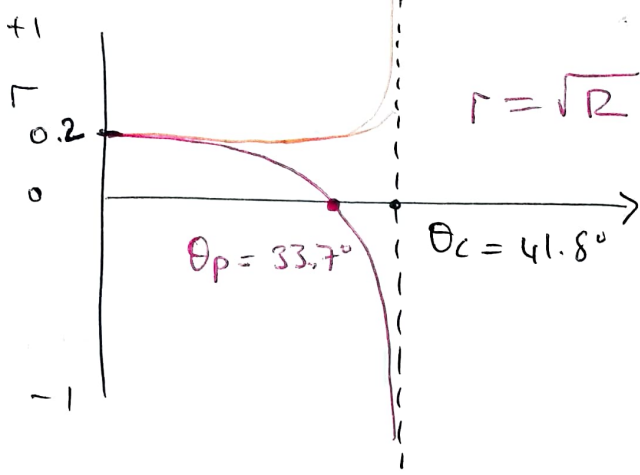
$$R = r^2 = \frac{(1-n)^2}{(1+n)^2} = \left(\frac{1-n}{1+n} \right)^2$$

$n = 1.5$ için $\%4 = R = 0.04$

$n(\lambda)$ olduğu için θ_p 'de λ 'ya bağlı
 R 'de λ 'ya bağlı.



$R_{TE} \neq 0$ @ Brewster açısında



YANSIMADAN KAYNAKLANAN FAZ DEĞİŞİMLERİ

$$E_r = -|r|E$$

$\Rightarrow \vec{E}$ vektörü yansıma sonucunda yönünü ters çevirebilir.

$\Rightarrow$ yansıma sonucu π faz kayması olur.

$$E_r = -|r|E = e^{i\pi} |r| E_0 e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} \\ = |r| E_0 e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t + \pi)}$$

Dış yansıma durumunda

$\vec{E} \rightarrow$ TE her açı için π
 $\vec{E} \rightarrow$ TE $\theta < \theta_p$ için π

İç yansıma durumunda

$E \rightarrow$ TM $\theta_p' < \theta < \theta_c$ π

$\theta > \theta_c \Rightarrow r \Rightarrow$ kompleks sayı

$$\theta > \theta_c = \sin^{-1}(n)$$

$$r_{TE} = \frac{\cos \theta - i \sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{\cos \theta + i \sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}$$

$$r_{TM} = \frac{-n^2 \cos \theta + i \sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{n^2 \cos \theta + i \sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}$$

$$r = |r| e^{i\phi}$$

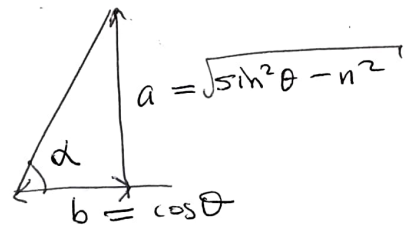
ϕ : yansımadan kaynaklanan faz kayması

$$r_{TE} = \frac{a - ib}{a + ib} = |r| \frac{e^{-i\alpha}}{e^{i\alpha}} \\ |r_{TE}| = 1$$

faz

faz $\Rightarrow$

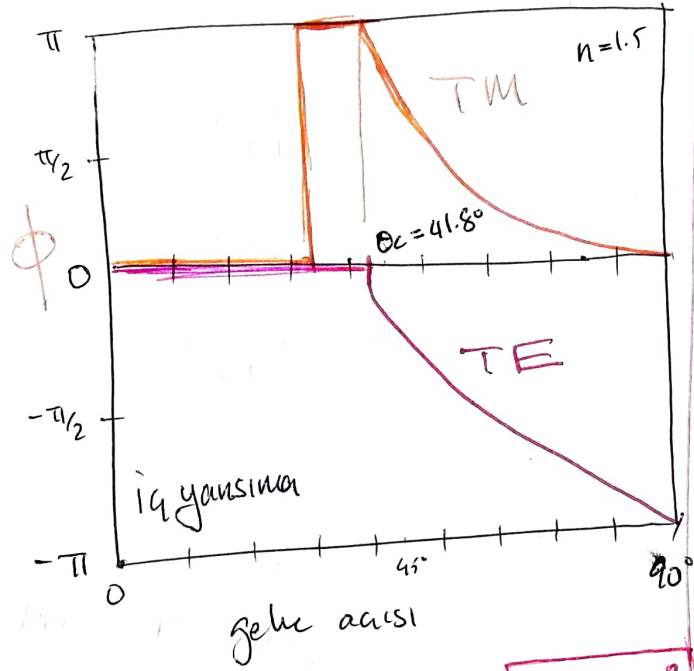
$$r = e^{-i2\alpha} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{\cos \theta}$$



$$\phi_{TE} = -2\alpha \quad \underline{r_{TE} = |r_{TE}| e^{i\phi}} \\ r_{TE} = |r_{TE}| e^{-i2\alpha}$$

$$\tan \alpha = \tan\left(\frac{\phi_{TE}}{2}\right) = -\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{\cos \theta}$$

$$\tan\left(\frac{\phi_{TM} - \pi}{2}\right) = -\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{n^2 \cos \theta}$$



$$\phi_{TE} = 2 \tan^{-1} \left(-\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{\cos \theta} \right)$$

$$\phi_{TM} = \pi + 2 \tan^{-1} \left(-\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{n^2 \cos \theta} \right)$$

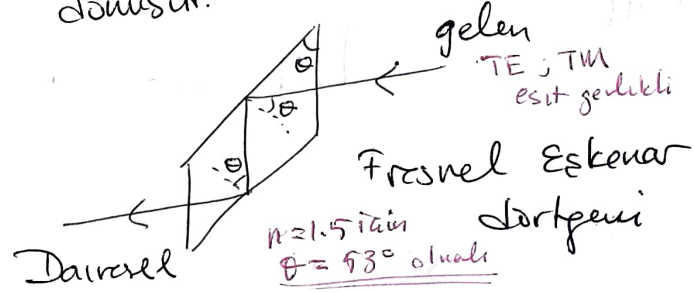
$$\phi_{TE} - \phi_{TM} \equiv \text{görelî faz kaynası}$$

$$\theta = 53^\circ \text{ gelece acısında } \phi_{TE} - \phi_{TM} = -\frac{3\pi}{4}$$

Birbirini takip eden iki ig yansima $\vec{E}$ dik bileşenleri arasında

$$2\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = -\frac{3\pi}{2}; \left(+\frac{\pi}{2}\right) \text{ görelî faz kaynası}$$

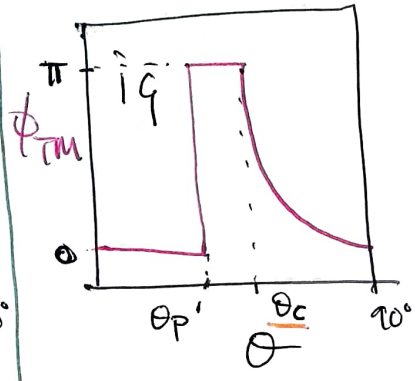
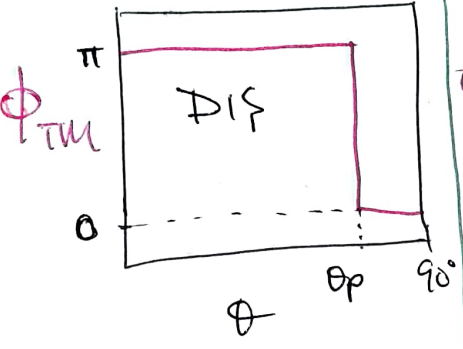
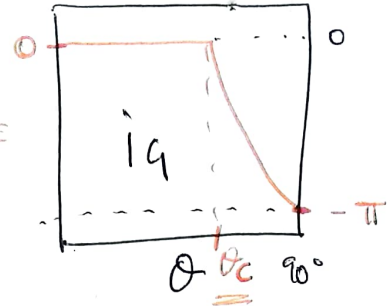
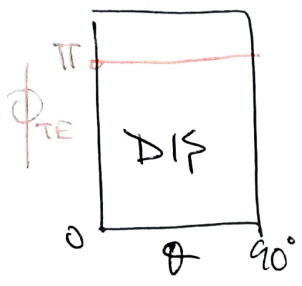
14. Dairesel kutuplu ışık $\mp \pi/2$ faz farkına sahip iki eşit genlikli bileşenden oluşur. eşit TM ve TE bileşenli ~~dairesel~~ ışık; 53° de iki ig yansimadan sonra Dairesel kutuplu ışığa dönüşür.



İg yansima özet

$$\phi_{TM} = \begin{cases} 0 & \theta < \theta_c \\ \pi & \theta_c < \theta < \theta_p \\ -2 \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{n^2 \cos \theta} \right) + \pi & \theta > \theta_p \end{cases}$$

$$\phi_{TE} = \begin{cases} 0 & \theta < \theta_c \\ -2 \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{\sin^2 \theta - n^2}}{n \cos \theta} \right) & \theta > \theta_c \end{cases}$$



ör: $n = 1.6$ olan
 $\theta = 30^\circ$ gelen

TE ve TM için

İÇ dış yansıma
faz kaynağı
verdir,

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.6}\right) = 38.7^\circ$$

$$\theta_p = \tan^{-1}(1.6) = 58^\circ$$

$$\theta_{p'} = \tan^{-1}\left(\frac{1}{1.6}\right) = 32^\circ$$

hava $\rightarrow$ cam

cam $\rightarrow$ hava

$$\theta = 30^\circ < \theta_p'$$

$$30^\circ < \theta_c$$

Dış yansıma $\phi_{TM} = \pi$

$\phi_{TE} = \pi$

İç yansıma $\phi_{TM} = 0$

$\phi_{TE} = 0$

GENEL SONUÇ

①

Normal gelişeye yakın TE ve TM
için $\rightarrow$ içten yansıyan için

$\phi_{TM} = \phi_{TE} = \pi$ dış yansıma faz farkı; ~~distan~~ distant yansıyandan

$\phi_{TM} = \phi_{TE} = 0$ iç yansıma π kadar farklıdır.

② Havadaki ince film için birinci yüzeyden (dış) ve ikinci yüzeyden (iç) yansıyan ışınlar arası gördüğü faz farkı:

TE için $\theta < \theta_c$ } π gördüğü faz farkı

TM için $\theta > \theta_{p'}$ }

Dış TE $0 < \theta < 90$ } π fark 0

TM $\theta < \theta_p$ } π

ENERJİNİN KORUNUMU

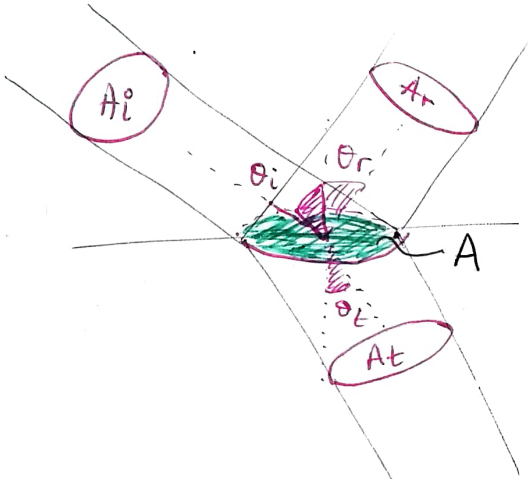
$$P_i = P_r + P_t$$

$$R = \frac{P_r}{P_i} \quad T = \frac{P_t}{P_i}$$

$$1 = R + T$$

Isıma güç yoğunluğun I ; $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

$$I_i A_i = I_r A_r + I_t A_t$$



$$I_i A_i \cos \theta = I_r A_r \cos \theta_r + I_t A_t \cos \theta_t$$

$$\theta = \theta_r$$

$$I = \left(\frac{\epsilon v}{2} \right) E_0^2$$

$$\omega_i = \omega_r \quad ; \quad \epsilon_i = \epsilon_r$$

$$E_0^2 = E_{or}^2 + \left(\frac{\omega_t \epsilon_r}{\omega_i \epsilon_i} \right) \left(\frac{\cos \theta_t}{\cos \theta} \right) E_{ot}^2$$

$$\frac{\omega_t \epsilon_t}{\omega_i \epsilon_i} = \frac{\omega_t v_i^2 \mu_i}{\omega_i v_t^2 \mu_t} = \frac{v_i}{v_t} = n$$

$\mu_i = \mu_t = \mu_0 \equiv$ manyetik olmayan malzemeler için

$$v^2 = \frac{1}{\mu \epsilon}$$

$$E_{oi}^2 = E_{or}^2 + n \left(\frac{\cos \theta_t}{\cos \theta} \right) E_{ot}^2$$

$$1 = r^2 + n \left(\frac{\cos \theta_t}{\cos \theta} \right) t^2$$

$$r^2 = R = \frac{P_r}{P_i} = \frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{E_{or}}{E_{oi}} \right)^2 = r^2$$

$$T = n \left(\frac{\cos \theta_t}{\cos \theta} \right) t^2$$

$T \neq t^2$!! farklı hız farklı yön

$$\theta = 0 \text{ için } \underline{T = n t^2}$$

normal geliş $\Rightarrow$

$$1 \neq r^2 + n t^2$$

gelme açısı $\theta < \theta_c$ için

$r, t \Rightarrow$ reel gerek

Ör: Kırılma indisi 1.6 ; $\theta = 30^\circ$
 $R = ?$ $T = ?$ TE ve TM için

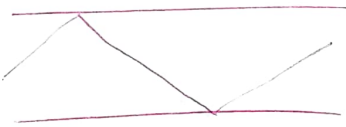
$$R_{TE} = r_{TE}^2 = (-0.24)^2 = 0.075$$

$$R_{TM} = r_{TM}^2 = (-0.1866)^2 = 0.035$$

$$T_{TE} = 1 - R_{TE} = 0.925$$

$$T_{TM} = 1 - R_{TM} = 0.965$$

genliği azalan dalgalar

 (TIR)
 Fiberde tüm ışık hapsedilir.
 Dalganın bir ortama ikileşmesi (kuplajlanması) (coupled) $\Rightarrow$ crosstalk hat riski

Enerji kaybı $\Rightarrow$ bunalımlı toplam iç yansıma
 frustrated total internal reflection

Kırınımda iletilen $\vec{E}_t = \vec{E}_{ot} e^{i(\vec{k}_t \cdot \vec{r} - \omega t)}$ gecen
 iletilen

$$\vec{k}_t \cdot \vec{r} = k_t (-\sin \theta_t \hat{x} - \cos \theta_t \hat{z}) \cdot (\hat{x} + \hat{z})$$

$\downarrow$
 $(\hat{x}\hat{x} + \hat{z}\hat{z})$

$$\vec{k}_t \cdot \vec{r} = k_t (-x \sin \theta_t - z \cos \theta_t)$$

$$\cos \theta_t = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_t} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2}}$$

$$n \sin \theta_t = \sin \theta ; \theta_t = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = n$$

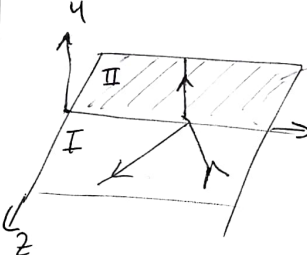
$$n \sin \theta_c = 1 ; \cos \theta_t = 0$$

$\sin \theta > n$
 TIR $\cos \theta_t \Rightarrow$ sanal

$$\cos \theta_t = i \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}$$

$$\vec{k}_t \cdot \vec{r} = -k_t x \frac{\sin \theta}{n} - i k_t z \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}$$

$$= -k_t x \frac{\sin \theta}{n} + i k_t |z| \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}$$

 gecen dalgalar $z < 0$ 'da bulunur.
 $z = -|z|$

$$\alpha \equiv k_t \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}$$

$$E_t = E_{ot} e^{i(\vec{k}_t \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

$$= E_{ot} e^{-i\omega t} e^{-ix k_t \frac{\sin \theta}{n}} e^{-\alpha |z|}$$

negatif $-z$ boyunca $e^{-\alpha |z|}$ azalması olmalı

$$|z| = \frac{1}{\alpha} = \frac{\lambda}{2\pi \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}}$$

ya yansıma da

Dalga kırılma durumu

Dalga kırılma indisi daha büyük olan ortama

$$|z| = \frac{1}{\alpha} = \frac{\lambda}{2\pi \sqrt{\frac{\sin^2 \theta}{n^2} - 1}} \text{ kadar}$$

nüfuz ettiğinde; GENLİK $\frac{1}{e}$ azalır.

Bu genliği azalan dalganın (evanescent wave) enerjisi, nüfuz ettiği bölgeye ikinci bir ortam konulmadığı sürece orijinal ortama geri döner.

Koruyucu kaplama olmayan fiberlerde crosstalk, zararı olmasına rağmen; Toplam iğ yansıma bunalması açısından dikkatli durumlar vardır.

ör: Evanescent wave microscopy
TIR microscopy

ör
 $n = 1.5$ TIR' oluşan genliği ~~azalan~~ $\frac{1}{e}$ oranında azalan dalganın nüfuz derinliği nedir?

$$\lambda = 500 \text{ nm}; \theta = 60^\circ$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.5}\right) = 41.8^\circ \quad \text{TIR} \checkmark$$

$$|z| = \frac{0.5 \mu\text{m}}{2\pi \sqrt{\frac{\sin^2 60}{(1.5)^2} - 1}} = 0.096 \mu\text{m}$$

$$\underline{\underline{96 \text{ nm}}}$$

Metallerde

İnterferans:

$$\nabla^2 E = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} + \underbrace{\frac{\sigma}{\epsilon_0 c^2} \frac{\partial E}{\partial t}}_{\vec{j} = \sigma \vec{E}}$$

$$\tilde{k} = \frac{\omega}{c} \left[1 + i \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega} \right]^{1/2}$$

$$n = \frac{c}{\omega} k$$

$$\tilde{n} = \left[1 + i \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega} \right]^{1/2}$$

$$\tilde{n} = n_r + i n_i$$

$$n_r^2 - n_i^2 = 1$$

$$2n_r n_i = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega}$$

$$\tilde{k} = \frac{\omega}{c} \tilde{n} = \frac{\omega}{c} [n_r + i n_i]$$

$$E = E_0 e^{-\frac{\omega n_i s}{c}} e^{i\omega(n_r \frac{s}{c} - t)}$$

s : ilerleme yolu boyunca mesafesi

$$I = I_0 e^{-\alpha s} \quad s: \text{nüfuz derinliği}$$

$$I = I_0 e^{-2\omega n_i \frac{s}{c}}$$

Söğürme katsayısı

$$\alpha = \frac{2\omega n_i}{c} = \frac{4\pi n_i}{\lambda}$$

METALLERDEN YANSIMA

$$n \rightarrow \tilde{n}$$

$$TE \Rightarrow \frac{E_r}{E} = \frac{\cos\theta - \sqrt{\tilde{n}^2 - \sin^2\theta}}{\cos\theta + \sqrt{\tilde{n}^2 - \sin^2\theta}}$$

$$TM \Rightarrow \frac{E_r}{E} = \frac{-\tilde{n}^2 \cos\theta + \sqrt{\tilde{n}^2 - \sin^2\theta}}{\tilde{n}^2 \cos\theta + \sqrt{\tilde{n}^2 - \sin^2\theta}}$$

$$\tilde{n} = n_e + i n_i \quad ; \quad \tilde{n}^2 = n_e^2 - n_i^2 - i 2 n_e n_i$$

$$TE = \frac{E_r}{E} = \frac{\cos\theta - \sqrt{(n_e^2 - n_i^2 - \sin^2\theta) + i 2 n_e n_i}}{\cos\theta + \sqrt{(n_e^2 - n_i^2 - \sin^2\theta) + i 2 n_e n_i}}$$

$$TM \quad \frac{E_r}{E} = \dots$$

$$n_i = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega} \frac{1}{2 n_e}$$

$$R = \left| \frac{E_r}{E} \right|^2 = \left| \frac{a + ib}{c + id} \right|^2$$

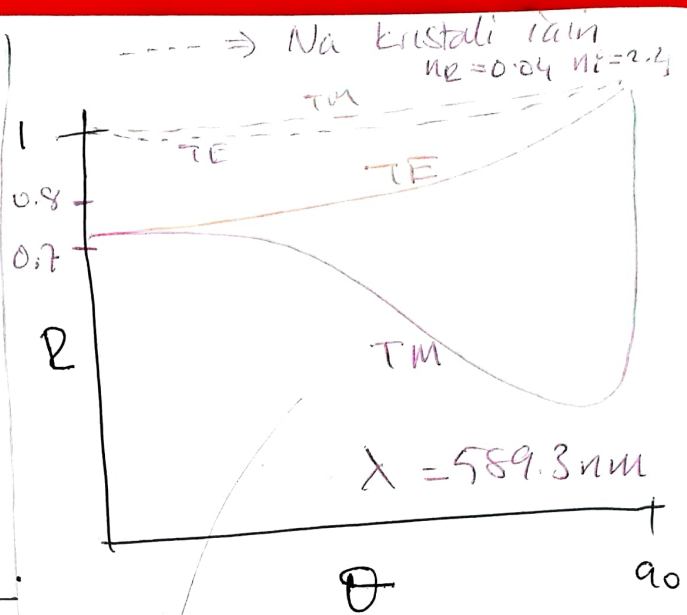
$$R = \frac{a^2 + b^2}{c^2 + d^2}$$

$$z = A + iB \Rightarrow z = \sqrt{A^2 + B^2} e^{i \tan^{-1}(\frac{B}{A})}$$

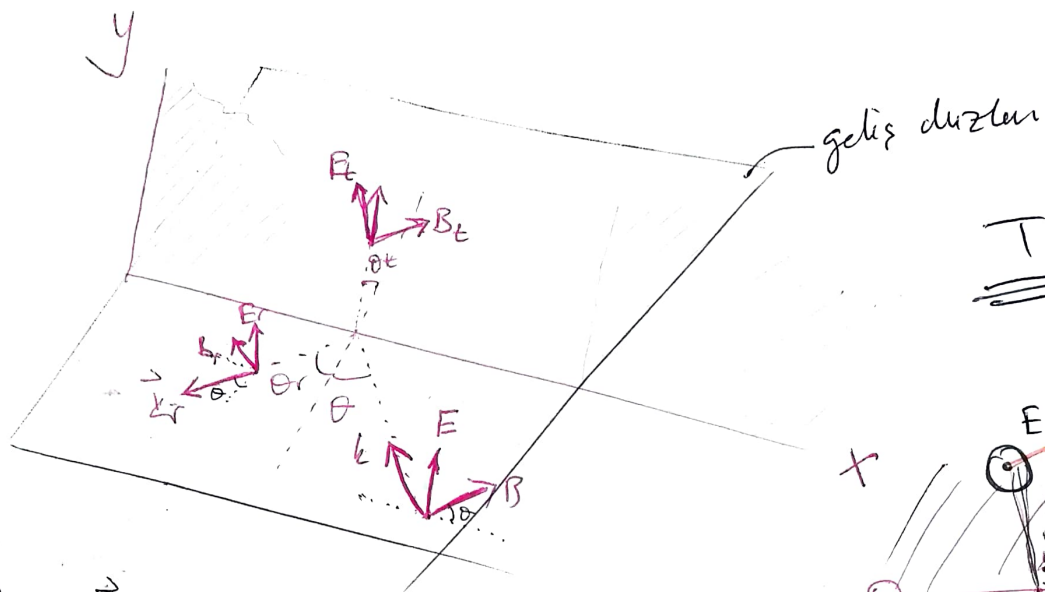
kutupsal

$$\sqrt{z} = (A^2 + B^2)^{1/4} e^{i(\frac{1}{2} \tan^{-1}(\frac{B}{A}))}$$

$$\sqrt{z} = c + id$$



galyum kristali iain
 $n_e = 3.7 \quad n_i = 7.4$

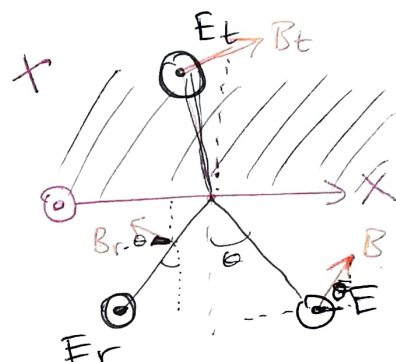


TE

$$E_0 \hat{y}; \vec{E}_{or} = E_r \hat{y}$$

$$E_{ot} = E_t \hat{y}$$

$$E + E_r = E_t$$



$$\vec{B} = (B \cos \theta \hat{x} - B \sin \theta \hat{z}) e^{i(kr - \omega t)}$$

$$\vec{B}_r = (-B_r \cos \theta_r \hat{x} - B_r \sin \theta_r \hat{z}) e^{i(kr \cdot r - \omega t)}$$

$$\vec{B}_t = (B_t \cos \theta_t \hat{x} - B_t \sin \theta_t \hat{z}) e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

$$B \cos \theta - B_r \cos \theta = B_t \cos \theta_t$$

$$E = vB = \frac{c}{n} B$$

$$E \frac{n_1}{c} \cos \theta - E_r \frac{n_1}{c} \cos \theta = E_t \frac{n_2}{c} \cos \theta_t$$

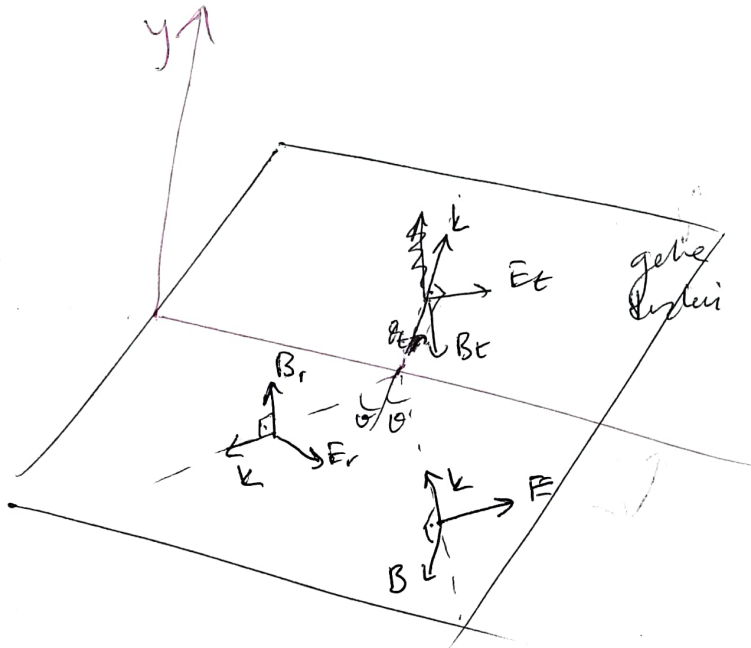
$$n \cos \theta_t = \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}$$

$$E + E_r = E_t$$

$$r_{TE} = \frac{E_r}{E} = \frac{\cos \theta - n \cos \theta_t}{\cos \theta + n \cos \theta_t}$$

$$t_{TE} = \frac{E_t}{E} = \frac{2 \cos \theta}{\cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

$$r = \frac{\cos \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$



TM dalga

~~B~~

$$\vec{B} = B \hat{y} e^{i k r - \omega t}$$

$$\vec{B}_r = B_r \hat{y} e^{i k_r r - \omega t}$$

$$\vec{B}_t = -B_t \hat{y} e^{i k_t r - \omega t}$$

$$\begin{cases} \vec{E} = (E \cos \theta \hat{x} - E \sin \theta \hat{z}) e^{i k r - \omega t} \\ \vec{E}_r = (E_r \cos \theta_r \hat{x} + E_r \sin \theta_r \hat{z}) e^{i k_r r - \omega t} \\ E_t = (E_t \cos \theta_t \hat{x} - E_t \sin \theta_t \hat{z}) e^{i k_t r - \omega t} \end{cases}$$

$$-B + B_r = -B_t$$

$$E \cos \theta + E_r \cos \theta = E_t \cos \theta_t$$

$$-\frac{E n_1}{c} + \frac{E_r n_1}{c} = -\frac{E_t n_2}{c}$$

$$\sqrt{\epsilon_1} E + \sqrt{\epsilon_1} E_r = \sqrt{\epsilon_2} E_t$$

$$E = v B = \left(\frac{c}{n}\right) B$$

$$r = \frac{E_r}{E} \quad ; \quad t = \frac{E_t}{E}$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = n$$

$$r_{TM} = \frac{E_r}{E} = \frac{-n \cos \theta + \cos \theta_t}{n \cos \theta + \cos \theta_t}$$

$$r_{TM} = \frac{-n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

$$t_{TM} = \frac{2 n \cos \theta}{n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

23.10)

$$\begin{array}{ccc} & \downarrow \lambda & \\ \frac{1.38}{1.52} & \frac{mgf_2}{cam_1} & \frac{\lambda/4 \text{ film}}{cam} \end{array}$$

film seçiminin değeri.

 $\theta = 0$ gelme açısı(a) hava-~~cam~~ film yüzeyinden yansım oranı?

$$R = \left(\frac{1-n}{1+n} \right)^2 = \frac{(1 - 1.38/1)^2}{(1 + 1.38/1)^2}$$

$$R = 0.025 \quad (\% 2.5)$$

b) film-cam yüzeyinden yansım oranı.

$$R = \frac{(1 - 1.52/1.38)^2}{(1 + 1.52/1.38)^2} = \cancel{0.0023}$$

$$= 0.0023 \quad (\% 0.23)$$

c) film olmadan hava-cam yansım

$$R = \frac{(1 - 1.52/1)^2}{(1 + 1.52/1)^2} = 0.0426$$

$$(\% 4.26)$$

d) net yansım oranı ?

$$R = \left(\frac{n_{015} - n_1}{n_{015} + n_1} \right)^2 = \left(\frac{1.52 - 1.38}{1.52 + 1.38} \right)^2$$

$$= 0.0126 \quad [\% 1.26]$$