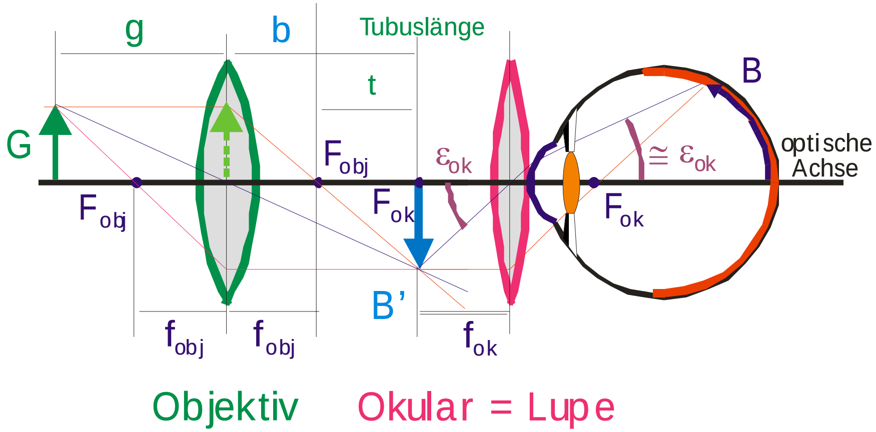
Zusammenfassung vom 05.07.2010

X Reflexion und Transmission an Grenzflächen

Mikroskop: *zwei Sammellinsen: Objektiv + Okular (als Lupe)*

Objektiv: reelles Bild B' in Bildebene

➜ $v_{obj} = \frac{B'}{G} = \frac{b}{g} = \frac{t}{f_{obj}}$ *Objektiv-Vergrößerung*



Okular: Lupe mit B' im Fokus

➜ $v_{ok} = \frac{\varepsilon_{ok}}{\varepsilon_0} = \frac{S_0}{f_{ok}}$ *Okular-Vergrößerung*

Vergrößerung: $v_{mikr} = v_{obj} v_{ok} = \frac{t\, S_0}{f_{obj}\, f_{ok}}$ $t = \overline{F_{obj}F_{ok}}$ **t** *= Tubuslänge (16cm)*

XI Diskussion der Fresnel-Formeln

Einfallsebene: ➜ *wird gebildet durch einfallenden Strahl und der Senkrechten zur Grenzfläche*

relativer Brechungsindex: $n = \frac{n_2}{n_1}$ ➜ $\sin\alpha = n \sin\beta$

Reflexionskoeffizient: $E_r = \rho E_e$

Transmissionskoeffizient: $E_b = \sigma E_e$

ρ *= Reflexionskoeffizient*

σ *= Transmissionskoeffizient*

E_e, E_r, E_b *= E-Feld des einfallenden, reflektierten und gebrochenen Strahls*

XI Diskussion der Fresnel-Formeln

Voraussetzungen:

➜ *betrachten ebene, harmonische Wellen*

➜ *bezüglich Polarisation der eingehenden Welle: Fallunterscheidung zwischen senkrecht (s) und parallel (p) zur Grenzfläche polarisierten Wellen*

einfallende Welle: $\vec{k}_e = k_1(0, \sin\alpha, -\cos\alpha)$

➜ $\vec{E}_e = \vec{E}_{0e} e^{i[k_1(\sin\alpha\, y - \cos\alpha\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{E}_{0e} = (E_0, 0, 0)$

➜ $\vec{B}_e = \vec{B}_{0e} e^{i[k_1(\sin\alpha\, y - \cos\alpha\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{B}_{0e} = B_0(0, -\cos\alpha, -\sin\alpha)$

reflektierte Welle: $\vec{k}_r = k_1(0, \sin\alpha, \cos\alpha)$

➜ $\vec{E}_r = \vec{E}_{0r} e^{i[k_1(\sin\alpha\, y + \cos\alpha\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{E}_{0r} = (E_{0r}, 0, 0)$

➜ $\vec{B}_r = \vec{B}_{0r} e^{i[k_1(\sin\alpha\, y + \cos\alpha\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{B}_{0r} = B_{0r}(0, \cos\alpha, -\sin\alpha)$

gebrochene Welle: $\vec{k}_b = k_2(0, \sin\beta, -\cos\beta)$

➜ $\vec{E}_b = \vec{E}_{0b} e^{i[k_2(\sin\beta\, y - \cos\beta\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{E}_{0b} = (E_{0b}, 0, 0)$

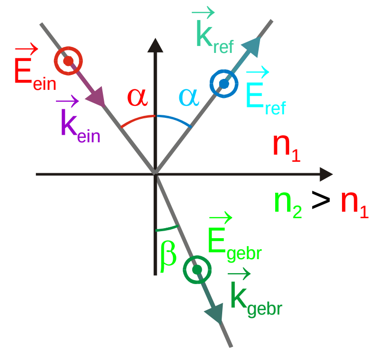
➜ $\vec{B}_b = \vec{B}_{0b} e^{i[k_2(\sin\beta\, y - \cos\beta\, z - \omega t)]}$ $\qquad \vec{B}_{0b} = B_{0b}(0, -\cos\beta, -\sin\beta)$

Fresnel-Formeln:

$\vec{E}$ senkrecht zur Einfallsebene:

$$\rho_s = -\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)}$$

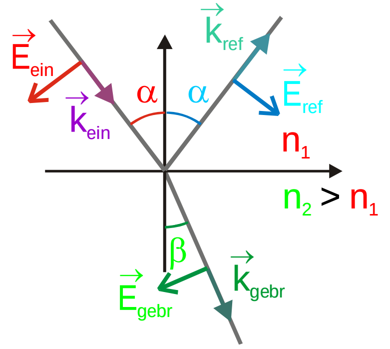
$$\sigma_s = 1+\rho_s = \frac{2\cos\alpha\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$$



$\vec{E}$ parallel zur Einfallsebene:

$$\rho_p = \frac{\tan(\alpha-\beta)}{\tan(\alpha+\beta)}$$

$$\sigma_p = \frac{1}{n}(1+\rho_p) = \frac{2\cos\alpha\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}$$



Diskussion $n_1 < n_2$: $\quad n = \frac{n_2}{n_1} > 1$

streifender Einfall:
(α = 90°)

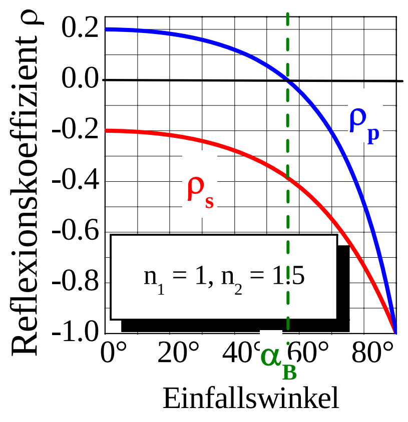
$$\rho_s = \rho_p = -1$$

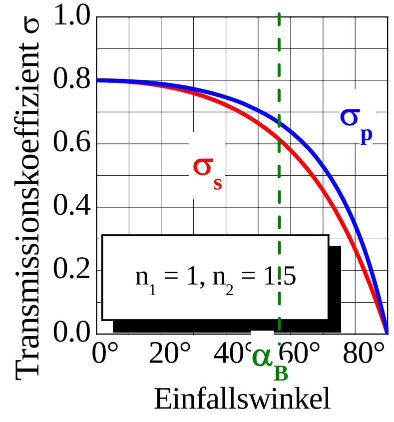
$$\sigma_s = \sigma_p = 0$$

senkrechter Einfall:
(α = 0°)

$$\rho_s = -\frac{n-1}{n+1} = -\rho_p$$

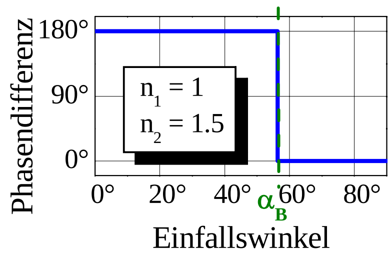
$$\sigma_s = \sigma_p = \frac{2}{n+1}$$





Zusammenfassung vom 05.07.2010

Brewsterwinkel α_B: $\tan\alpha_B = n = \frac{n_2}{n_1} > 1 \;\rightarrow\; \alpha_B > 45°$



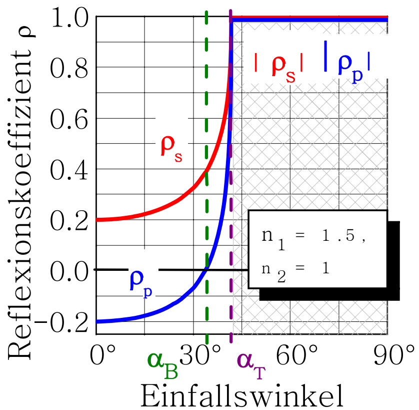
bei α_B ist das reflektierte Licht vollständig s-polarisiert, da $\rho_p = 0$

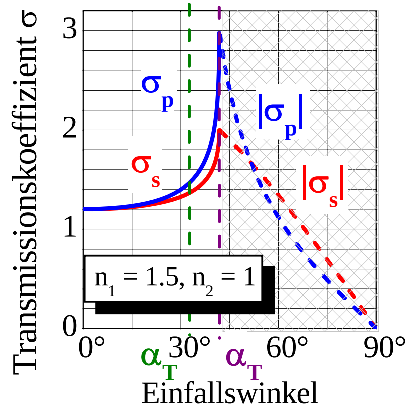
Diskussion $n_1 > n_2$: $n = \frac{n_2}{n_1} < 1$

senkrechter Einfall ($\alpha = 0°$):

$$\rightarrow\; \rho_s = \frac{1-n}{1+n} = -\rho_p > 0$$

$$\rightarrow\; \sigma_s = \sigma_p = \frac{2}{1+n} > 1$$





Brewsterwinkel α_B: $\tan\alpha_B = n = \frac{n_2}{n_1} < 1 \;\rightarrow\; \alpha_B < 45°$

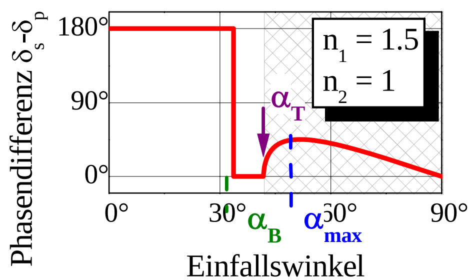
Grenzwinkel α_T: $\sin\alpha_T = n$ $\quad\alpha \geq \alpha_T$ *: Totalreflexion, d.h. 100% des Lichts wird reflektiert*

($\beta = 90°$)

$$\rightarrow\; \rho_s(\alpha_T) = \rho_p(\alpha_T) = 1$$

$$\rightarrow\; \sigma_s(\alpha_T) = 1 + \rho_s(\alpha_T) = 2$$

$$\rightarrow\; \sigma_p(\alpha_T) = \frac{1}{n}\left(1+\rho_s\right) = \frac{2}{n}$$



Totalreflexion $\alpha \geq \alpha_T$: $$\frac{1}{n}\sin\alpha = \sin\beta > 1$$

komplexer Brechungswinkel:

$$\rightarrow \quad \beta \Rightarrow \tilde{\beta} = \pi/2 - i\beta'' \in \mathbb{C}$$

$$\rightarrow \quad \sin\alpha = n\cosh\beta''$$

Snellius für $\alpha > \alpha_T$

$$\rightarrow \quad \tilde{\rho}_s = -\frac{\sin(\alpha - \tilde{\beta})}{\sin(\alpha + \tilde{\beta})} = \frac{\cos(\alpha + i\beta'')}{\cos(\alpha - i\beta'')}$$

$$\rightarrow \quad |\tilde{\rho}_s| = 1 \qquad \tilde{\rho}_s = e^{i\delta_s}$$

$$\rightarrow \quad \tilde{\rho}_p = \frac{\tan(\alpha - \tilde{\beta})}{\tan(\alpha + \tilde{\beta})} = \frac{\tan(\alpha - i\beta'')}{\tan(\alpha + i\beta'')}$$

$$\rightarrow \quad |\tilde{\rho}_p| = 1 \qquad \tilde{\rho}_p = e^{i\delta_p}$$

streifender Einfall:
($\alpha = 90°$)

$$\tilde{\rho}_s = -\frac{\sin(\alpha - \tilde{\beta})}{\sin(\alpha + \tilde{\beta})} = -\frac{\sin(i\beta'')}{\sin(i\beta'')} = -1 = \tilde{\rho}_p \qquad \tilde{\sigma}_s = \tilde{\sigma}_p = 0$$

gebrochene Welle bei $\alpha > \alpha_T$:
(s-polarisiertes Licht)

$$\vec{E}_b = \tilde{\sigma}_s \vec{E}_0 \underbrace{e^{k_b \sinh\beta'' z}} \underbrace{e^{i(k_b \cosh\beta'' y - \omega t)}}$$

quergedämpfte Oberflächenwelle

exponentiell gedämpfte Amplitude in -z-Richtung, d.h. senkrecht zur Grenzfläche

ebene Welle in y-Richtung, d.h entlang der Grenzfläche