

1. Zeigen Sie, dass aus der Gleichung $n^2 = 1 + \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m_e (\omega_0^2 - \omega^2 + i\gamma\omega)}$ für $n-1 \ll 1$ die Beziehung

$$n = 1 + \frac{Ne^2}{2 \cdot \epsilon_0 m_e [(\omega_0^2 - \omega^2) + i\gamma\omega]}$$
 folgt.

2. Zeigen Sie mit Hilfe der **Fresnel-Gleichungen**, dass für den **senkrechten Einfall** einer elektromagnetischen Welle auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien mit den **reellen Brechungsindizes** n_1 und n_2 der **Reflexionskoeffizient** ρ_s gleich $-\rho_p$ ist. Geben Sie weiters die **Phasenverschiebung** Φ zwischen senkrechter und paralleler Komponente der **einfallenden und reflektierten** Welle für die Fälle $n_1 < n_2$ und $n_1 > n_2$ an.

3. Anwendung der **Fresnel-Formeln**: Für die senkrecht, beziehungsweise parallel zur Einfallsebene gerichtete Komponente ist das **Reflexionsvermögen** an einer Grenzfläche gegeben durch

$$R_s = \frac{A_{rs}^2}{A_{es}^2} = \left(\frac{n_1 \cos \alpha - n_2 \cos \beta}{n_1 \cos \alpha + n_2 \cos \beta} \right)^2 \quad \text{und} \quad R_p = \frac{A_{rp}^2}{A_{ep}^2} = \left(\frac{n_2 \cos \alpha - n_1 \cos \beta}{n_2 \cos \alpha + n_1 \cos \beta} \right)^2.$$

- a) Wie lautet das Reflexionsvermögen bei senkrechtem Einfall? Es gilt $T + R = 1$.
 b) Wie lautet das Transmissionsvermögen T ?
 c) Man berechne für $\alpha = 0^\circ$ R und T an einer Grenzfläche Luft-Glas ($n_1 = 1, n_2 = 1,5$).
 (Lösung: $R = 0,04, T = 0,96$)
 d) Für welche Beziehung zwischen α und β wird $A_{rp} = 0$?
 e) Wie hängt der so ermittelte Einfallswinkel von n_1 und n_2 ab?
 f) Man berechne diesen Winkel für die Grenzfläche Luft-Glas! (Lösung: $56,3^\circ$)
4. **Fresnel-Formeln** an Metalloberflächen: Bei der **Reflexion an Metalloberflächen** gilt $n_1 = 1, n_2 = n' - i\kappa$.
- a) Man gebe das Reflexionsvermögen für senkrechten Einfall an!
 b) Man berechne R für Aluminium ($\lambda = 600 \text{ nm}, n' = 0,95, \kappa = 6,4$). (Lösung: $R = 0,92$)
 c) Man berechne R für Kupfer ($\lambda = 500 \text{ nm}, n' = 1,031, \kappa = 2,78; \lambda = 1000 \text{ nm}, n' = 0,147, \kappa = 6,93$).
 Was läßt sich aus diesem Ergebnis folgern? (Lösung: $R = 0,65; R = 0,99$)

5. **Zirkular polarisiertes Licht** der Intensität I_0 (das ist der zeitliche Mittelwert der Energie je Zeiteinheit und Flächeneinheit; für Licht einer gegebenen Frequenz proportional dem Ausgangsstrom eines Photomultipliers) treffe auf ein einzelnes **Polaroidfilter** auf.

→ Man zeige, daß die durchgelassene Intensität gleich $\frac{I_0}{2}$ ist.

6. Eine sehr große Anzahl $n + 1$ von **Polaroidfiltern** sei übereinandergelegt. Die bevorzugten Durchlaßrichtungen zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Filter schließen jeweils den positiven Winkel α miteinander ein. Das letzte Polaroidfilter ist also um den Winkel $\theta = n\alpha$ gegen das erste verdreht. Nun falle in Richtung des ersten Filters **linear polarisiertes Licht mit der Intensität** I_0 auf die Filteranordnung.

- a) Berechnen Sie die durchgelassene Intensität. Vernachlässigen Sie dabei die durch die Reflexion entstehenden Verluste.
 b) Interpretieren Sie das Ergebnis für $n \rightarrow \infty$ (der Gesamtwinkel θ wird konstant gehalten)!

Hinweis: Taylor-Entwicklung!