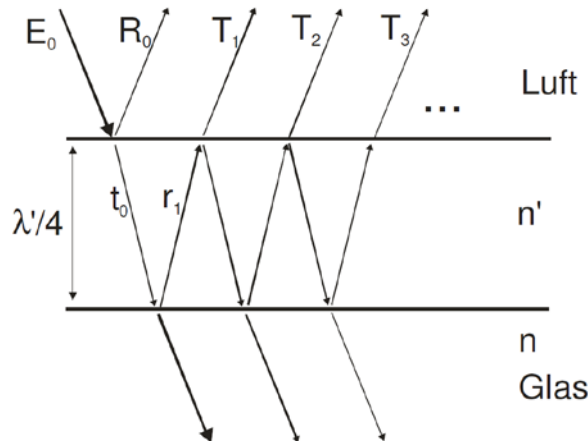


Aufgabe 28 (mündlich): Antireflexschicht

(9 Punkte)

Zur Verhinderung störender Reflexionen beschichtet man die Oberflächen optischer Komponenten mit einer dünnen Schicht aus einem Material, das einen kleineren Brechungsindex als das verwendete Glas aufweist (Optische Vergütung). Die Dicke der Schicht wird gerade so gewählt, dass ihre optische Weglänge $\lambda/4$ beträgt. Dabei ist λ' die Wellenlänge in der Schicht. Führen Sie um die Funktionsweise einer solchen Schicht zu verstehen die folgenden Überlegungen durch:

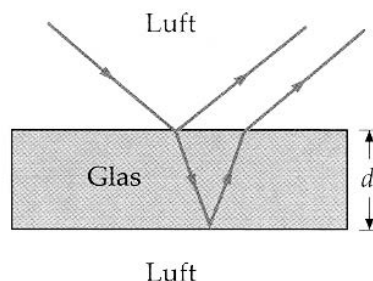
(siehe auch die untenstehende Abbildung)



- Gehen Sie von einem senkrechten Einfall der Lichtwelle aus. Berechnen Sie mit Hilfe der Fresnelschen Formeln Amplitude und Phase der reflektierten Welle R_0 , der transmittierten Welle t_0 , der reflektierten Welle r_1 und der transmittierten Welle T_1 relativ zur eingestrahnten Welle. Im Glas gelte $\mu_r = 1$.
- Geben Sie eine Iterationsformel für die Amplitude der weiteren Wellen $T_i, i = 2, 3, \dots$ an.
- Die insgesamt reflektierte Welle ergibt sich durch Summation der Amplituden $R_0, T_1, T_2, T_3, \dots$. Berechnen Sie diese. (phasenrichtige Summation)
- Für welches Verhältnis der Brechzahlen n und n' verschwindet die in c) berechnete Welle vollständig?
- Warum erscheinen vergütete Optiken je nach Betrachtungsrichtung gefärbt?

Aufgabe 29 (mündlich): Lichtbrechung

(6 Punkte)



- Die Abbildung zeigt einen Lichtstrahl, der auf eine Glasplatte mit der Dicke d und der Brechzahl n (und $\mu_r = 1$) fällt: Stellen Sie einen Ausdruck für den Einfallswinkel auf, bei dem der Abstand zwischen dem an der oberen Grenzfläche reflektierten Strahl und demjenigen Strahl maximal ist, der nach der Reflexion an der unteren Grenzfläche aus der oberen Grenzfläche austritt.
- Wie groß ist dieser Einfallswinkel, wenn die Brechzahl des Glases 1,60 ist? Welchen Abstand haben die beiden Lichtstrahlen, wenn die Glasplatte 4,0 cm dick ist?

Aufgabe 30 (schriftlich): Reflexion und Transmission

(9 Punkte)

Ein monochromatischer Lichtstrahl (ebene Welle) mit der Frequenz ω falle aus dem Halbraum $z < 0$ mit Dielektrizitätskonstante ε_1 und der Permeabilität μ_1 senkrecht auf die Grenzfläche $z = 0$ zu einem Medium mit ε_2 und μ_2 , das den Halbraum $z > 0$ ausfüllt. Der Lichtstrahl wird dabei teilweise reflektiert und teilweise transmittiert.

- Machen Sie für das elektrische Feld \vec{E} in den beiden Bereichen Ansätze geeigneter ebener Wellen. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Frequenz und den Wellenvektoren in den beiden Medien?
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Maxwell- und Material-Gleichungen die Felder \vec{D} , \vec{B} und \vec{H} in den beiden Bereichen.
- Wie lauten die Randbedingungen für \vec{E} , \vec{D} , \vec{B} und \vec{H} an der Grenzfläche? Drücken Sie damit die Amplituden der reflektierten und transmittierten Wellen durch die Amplitude der einfallenden Welle aus.
- Der über eine Periode gemittelte Poynting-Vektor \vec{S} für eine ebene Welle

$$\vec{E} = \text{Re} \left[\vec{E}_0 e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)} \right]$$

lautet

$$\vec{S} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{\mu_0 \mu}} |\vec{E}_0|^2 \frac{\vec{k}}{k}.$$

Berechnen Sie den über eine Periode gemittelten Poynting-Vektor für die einfallende $\left(\vec{S}_e\right)$, die reflektierte $\left(\vec{S}_r\right)$ und die transmittierte $\left(\vec{S}_t\right)$ Welle. Bestimmen Sie daraus die Reflexions- und

Transmissionskoeffizienten $R = \frac{|\vec{S}_r|}{|\vec{S}_e|}$ und $T = \frac{|\vec{S}_t|}{|\vec{S}_e|}$.