

1 Aufgabe

Mit einem Refraktometer nach Pulfrich läßt sich mittels Messung des Grenzwinkels für Totalreflexion der unbekannte Brechungsindex n einer Flüssigkeit oder eines Festkörpers bestimmen.

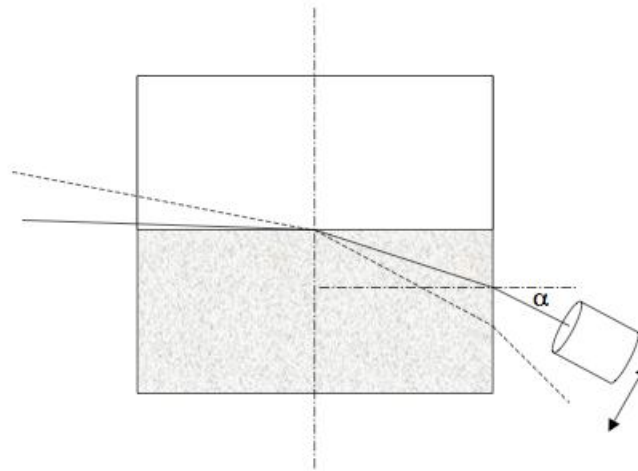


Abbildung 1: Aufgabe 1

Streifend auf die Grenzfläche zwischen Glaswürfel (Brechungsindex n_G) und Flüssigkeit eingestrahktes Licht, wird unter dem Grenzwinkel in das Glas hineingebrochen. Beim Austritt aus dem Glaswürfel in die Luft gelangt es unter dem Winkel α in das Fernrohr F. Zeigen Sie, daß für n gilt: $n = \sqrt{n_G^2 - \sin^2 \alpha}$. Hinweis: Ein Pulfrich-Refraktometer (nach Carl Pulfrich) besteht aus einem quaderförmigen Glaskörper mit bekannter Brechzahl n_G . An der Oberseite wird der Glasquader mit dem Prüfling in Kontakt gebracht. Die Grenzfläche wird mit leicht konvergentem Licht von der Seite beleuchtet.

2 Aufgabe

Überlegen Sie sich, wie ein dünner Wasserfilm auf einer Glasplatte den kritischen Winkel der Totalreflexion verändert. Die Brechzahlen sind 1,5 beim Glas und 1,33 beim Wasser.

- Wie groß ist der kritische Winkel der Totalreflexion an der Glas-Wasser-Grenzfläche?
- Gibt es einen Bereich von Einfallswinkeln, die größer als der kritische Winkel θ_k der Totalreflexion an der Glas-Luft-Grenzfläche sind und bei denen Lichtstrahlen das Glas sowie das Wasser verlassen und in die Luft austreten?

3 Aufgabe

Eine Welle in der xy -Ebene werde beschrieben durch $z(x, y, t) = \cos(\omega t - k_x x - k_y y)$.

- Bestimmen Sie die Fortpflanzungsrichtung und die Phasengeschwindigkeit der Welle.
- Die Welle wird an einer Wand $y = \text{const.}$ reflektiert. Einlaufende und reflektierte Welle überlagern sich zu einer resultierenden Welle $s(x, y, t) = \cos(\omega t - k_x x - k_y y) + \cos(\omega t - k_x x + k_y y)$. Wie pflanzt sich diese Welle fort?

4 Aufgabe

Zeigen Sie, ausgehend von der Stetigkeit der Tangentialkomponente von H an der Grenzfläche zweier Dielektrika, dass H bei der Reflexion einer senkrecht einfallenden elektromagnetischen Welle am dünnen Medium einen Phasensprung um π erleidet.

5 Aufgabe

- Zeigen Sie, dass bei einer ebenen Welle Rechts- und Linkszirkularpolarisation aufeinander senkrecht stehen, d.h. dass das Amplitudenprodukt $E_R \cdot E_L^*$ Null ergibt.

b) Wie lautet diejenige Welle, die zur elliptisch polarisierten Welle $E_R = (\hat{e}_x - ia\hat{e}_y)e^{i(\omega t - kz)}/\sqrt{1+a^2}$ senkrecht polarisiert ist? Skizzieren Sie die Amplitudenprojektion in der xy-Ebene.

6 Aufgabe

Ein Plättchen der Dicke d_x habe für \hat{x} -polarisierte Strahlung den Brechungsindex $n_x = 1 - \frac{a}{(\omega - \omega_0 + \Delta)}$ und für \hat{y} -polarisierte Strahlung den Brechungsindex $n_y = 1 - \frac{a}{(\omega - \omega_0 - \Delta)}$

a) Skizzieren Sie den Verlauf des Brechungsindex.

b) Strahlung der Kreisfrequenz $\omega_0 + \delta$, die beim Einfall linear mit dem Winkel 45° zu den x- und y-Achsen polarisiert ist, verlässt die Platte nach senkrechtem Durchgang rechtszirkular (linkszirkular) polarisiert. Bestimmen Sie die möglichen Werte von δ und tragen Sie diese in die Skizze ein.

7 Aufgabe

a) Licht der Intensität $100 \frac{W}{m^2}$ aus einer Halogenlampe falle auf einen idealen Linearpolarisator mit senkrechter Durchlassrichtung. Wie groß ist die Intensität bei Austritt? Hinter den ersten Polarisator schaltet man nun einen weiteren Linearpolarisator mit horizontaler Durchlassrichtung. Wie groß ist die Intensität nach dem zweiten Polarisator? Zum Schluss bringt man noch einen dritten Linearpolarisator zwischen die beiden ersten. Seine Durchlassrichtung ist um 45° gedreht. Wie groß ist nun die Intensität nach allen drei Polarisatoren? Erklären Sie das auftretende Paradoxon.

b) Wir leiten einen Lichtstrahl durch zwei gekreuzte perfekte Polarisationsfilter, zwischen denen sich ein dritter, ebenfalls perfekter Polarisationsfilter befindet, der mit der Kreisfrequenz ω rotiert. Zeigen Sie, dass der transmittierte Lichtstrahl mit der Frequenz 4ω moduliert ist. Wie verhalten sich Amplitude und Mittelwert der transmittierten zur einfallenden Flussdichte?

8 Aufgabe

Eine Lichtleitfaser hat einen Kerndurchmesser von $10 \mu m$. Die Brechzahl des Kerns sei $n_1 = 1,60$, die des Mantels $n_2 = 1,59$. Wie klein ist der minimale Krümmungsradius der Faser, bei der die Totalreflexion für Strahlen in der Krümmungsebene noch erhalten bleibt?