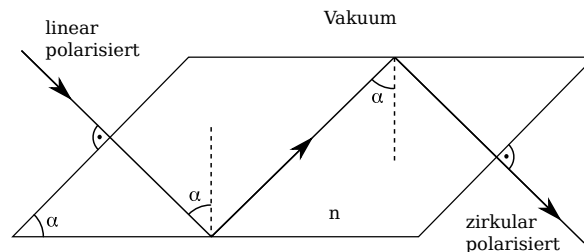


9. Tutorium

für 08.06.2012

9.1 Fresnelsches Parallelepiped

Mit Hilfe eines im Vakuum befindlichen Dielektrikums von parallelogrammförmigem Querschnitt (Fresnelsches Parallelepiped) soll - wie in der Abbildung dargestellt - durch zwei aufeinanderfolgende Totalreflexionen aus ursprünglich linear polarisiertem monochromatischem Licht zirkular polarisiertes monochromatisches Licht hergestellt werden. Bei der Behandlung des Problems sollen Mehrfachreflexionen vernachlässigt werden.



- Welchen Wert muss der Brechungsindex $n = \sqrt{\varepsilon}$ des Dielektrikums mindestens besitzen, damit der gewünschte Effekt möglich ist, und wie muss der Winkel α gewählt werden?
- Mit welcher Schwingungsrichtung bezüglich der Zeichenebene der Abbildung muss die linear polarisierte ebene Welle auf das Parallelepiped einfallen?
- Falls der Effekt für Glas ($n = 1,51$) möglich ist, spezialisier die Ergebnisse auf diesen Fall und gib eine Abschätzung der Größe des durch Vernachlässigung von Mehrfachreflexionen bedingten Fehlers an.

Hinweise:

$$\tan(\varphi \pm \psi) = \frac{\tan \varphi \pm \tan \psi}{1 \mp \tan \varphi \cdot \tan \psi}, \quad \tan \frac{\pi}{8} = \sqrt{2} - 1.$$

9.2 Strahlungsdruck einer inhomogenen ebenen Welle

Eine elektromagnetische Welle treffe senkrecht auf ein Medium mit konstanter Permittivität ε , konstanter Permeabilität μ und konstanter Leitfähigkeit σ .

- Zeige, dass der Reflexionskoeffizient geschrieben werden kann als

$$R = \frac{(n - \mu)^2 + \kappa^2}{(n + \mu)^2 + \kappa^2}.$$

Hinweis: Die einfallende Welle kann als linear polarisiert angenommen werden, ohne die Allgemeinheit der Ergebnisse einzuschränken. Beachte, dass die Fresnelschen Formeln in der Vorlesung nur für $\mu = 1$ und $\sigma = 0$ hergeleitet wurden.

b) Wie schaut die Welle im leitenden, dielektrischen Medium im niederfrequenten Fall aus ($\mu = 1$, $\omega \ll 4\pi\sigma/\varepsilon$)? Berechne den Strahlungsdruck P (Zeitmittel über eine Periode) dieser Welle auf das Medium, dessen Dicke $d \gg c/\sqrt{2\pi\sigma\omega}$ beträgt.

9.3 Metallischer Spiegel

Der Halbraum $z < 0$ sei ladungsfreies Vakuum, der Halbraum $z \geq 0$ sei von einer ideal leitenden Substanz erfüllt. Aus dem Vakuum falle eine monochromatische ebene elektromagnetische Welle auf die Grenzfläche $z = 0$ ein, deren elektrische Feldstärke durch

$$\vec{E}^+(z, t) = E_0^+ \cos(kz - \omega t) \vec{e}_x, \quad E_0^+ \in \mathbb{R}, \quad k = \frac{\omega}{c}$$

gegeben ist.

a) Berechne das elektromagnetische Gesamt-Wellenfeld, das sich im Halbraum $z < 0$ ausbildet. Zeige über Additionstheoreme, dass sich eine stehende Welle bildet. (Hinweis: Im Inneren eines sogenannten „idealen Leiters“ ist das elektro-magnetische Feld stets null.)

b) Berechne die Energiedichte und die Energiestromdichte im Halbraum $z < 0$ sowie deren zeitliche Mittelwerte über eine Periode $T = \frac{2\pi}{\omega}$ des Wellenfeldes.

Ankreuzbar: 1a, 1bc, 2a, 2b, 3ab