Übung 8 (21.05. - 25.05.2007)

A 1 Ebene Wellen

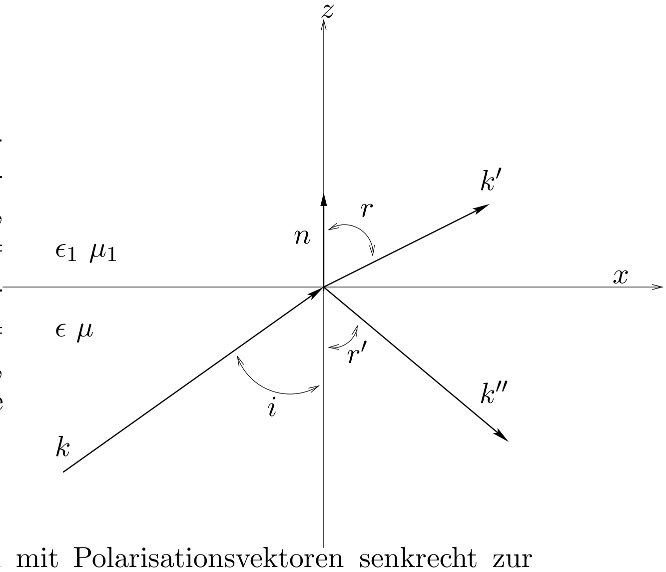
Betrachte eine ebene Welle mit $\vec{E}(\vec{x},t) = Re\left[\vec{E}\exp[i(\vec{k}\vec{x}-\omega t)]\right]$, $\vec{B}(\vec{x},t) = \frac{1}{\omega}\vec{k}\times\vec{E}(\vec{x},t)$, $\vec{k}\perp\vec{E}$ und $\omega = c|\vec{k}|$ mit $c^2 = 1/\epsilon_0\epsilon_r\mu_0\mu_r$. Beachte, dass $\vec{E}$ ein komplexer Vektor ist.

1.1 Zerlege für $\vec{k} = (0,0,k)$ und $\vec{E} = (E_1, E_2, 0)$ die ebene Welle in eine Summe von linear polarisierten Wellen. Zerlege die ebene Welle ebenso in eine Summe links- und rechtszirkular polarisierter Wellen.

1.2 Berechne die Intensität des Strahles, diese ist durch $I = \frac{1}{T}\int_0^T dt|\vec{S}(t)|$ gegeben, wobei $\vec{S}(t)$ der Poynting-Vektor ist und $T = 2\pi/\omega$. Zeige, dass die Intensität der ursprünglichen Welle gerade die Summe der Intensitäten der links- und rechtszirkular polarisierten Komponenten ist.

H 1 Reflexion und Brechung I

Betrachte zwei durch eine Grenzfläche getrennte Dielektrika. Die Grenzfläche liegt in der (x,y)- Ebene, $\vec{n}$ ist der Normalenvektor dieser Ebene, $\vec{E}(\vec{x},t) = \vec{E}\exp[i(\vec{k}\cdot\vec{x}-\omega t)]$, $\vec{B}(\vec{x},t) = \frac{1}{\omega}\vec{k}\times\vec{E}(\vec{x},t)$ ist die einfallende Welle, $\vec{E}'(\vec{x},t) = \vec{E}\exp[i(\vec{k}'\cdot\vec{x}-\omega t)]$, $\vec{B}'(\vec{x},t) = \frac{1}{\omega}\vec{k}'\times\vec{E}(\vec{x},t)$ ist die gebrochene Welle und $\vec{E}''(\vec{x},t) = \vec{E}\exp[i(\vec{k}''\cdot\vec{x}-\omega t)]$, $\vec{B}(\vec{x},t) = \frac{1}{\omega}\vec{k}''\times\vec{E}''(\vec{x},t)$ ist die reflektierte Welle. Es gilt $\epsilon = \epsilon_0\epsilon_r$, $\mu = \mu_0\mu_r$. Zeige mit Hilfe der Randbedingungen, die für alle Punkte auf der Grenzfläche und für alle Zeiten gelten:



1.1 Zerlege jede Welle in zwei linear polarisierte Wellen mit Polarisationsvektoren senkrecht zur Einfallsebene und in der Einfallsebene liegend (die Einfallsebene wird von den beiden Vektoren $\vec{k}$ und $\vec{n}$ aufgespannt). Drücke für jede Polarisation $\vec{E}'$ und $\vec{E}''$ mit Hilfe von $\vec{E}$ aus.

1.2 Berechne nun für die senkrechte Polarisation analog zu Gl.(3.42) und Gl.(3.43) aus der Vorlesung den Reflexionskoeffizient R und den Transmissionskoeffizient T und zeige, dass $R + T = 1$ gilt.

A 2 Reflexion und Brechung II

Unpolarisiertes Licht entsteht aus einer Überlagerung vieler linear polarisierter Wellen gleicher Intensität mit zufällig angeordneten Polarisationsvektoren und sich zufällig unterscheidenden Phasen. Bei einer solchen inkohärenten Überlagerung addieren sich die Intensitäten, da sich alle Interferenzterme wegmitteln.

2.1 Berechne den Grad der Polarisierung von zunächst unpolarisiertem Licht nach der Reflexion, als Funktion des Einfallswinkels.

Hinweis: Seien I_1 und I_2 die Intensitäten der beiden möglichen linearen Polarisationszustände, sodass I_1+I_2 die Gesamtintensität des Lichtes ist. Der Grad der Polarisierung ist dann definiert als $\frac{|I_1-I_2|}{I_1+I_2}$, d.h. $I_1 = I_2$ gibt unpolarisiertes Licht. Benutze die Ergebnisse aus H1 sowie Gl.(3.42) aus der Vorlesung.