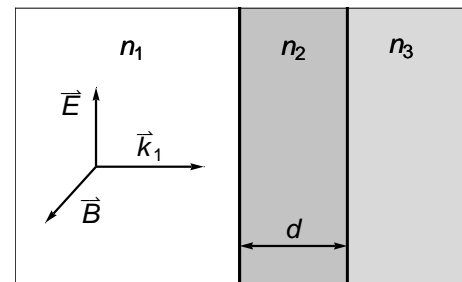


Theoretische Physik II (Elektrodynamik) – Übungsblatt 10

Aufgabe 1 – Brechung elektromagnetischer Wellen

Eine ebene Welle der Frequenz ω falle senkrecht auf die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Zwischenschicht. Die Brechungsindizes der drei nichtmagnetischen Medien (mit Grenzflächen ohne freie Ladungen bzw. Ströme) seien n_1, n_2 und n_3 . Die Dicke der Zwischenschicht sei d , während die anderen beiden Medien jeweils einen Halbraum ausfüllen.



a) Man berechne die Reflexions- und Transmissionskoeffizienten (d.h. den durchgelassenen bzw. reflektierten Energiestrom, bezogen auf den einfallenden) und skizziere ihr Verhalten als Funktion der Frequenz ω für $n_1 = 1, n_2 = 2$ und $n_3 = 3$; $n_1 = 3, n_2 = 2$ und $n_3 = 1$; $n_1 = 2, n_2 = 4$ und $n_3 = 1$.

b) Das Medium mit dem Brechungsindex n_1 sei Teil eines optischen Systems (etwa einer Linse), während das Medium mit Brechungsindex n_3 aus Luft bestehe ($n_3 = 1$). Die Oberfläche des ersten Mediums soll mit einer optischen Schicht (dem Medium n_2) versehen werden, so dass bei einer bestimmten Frequenz ω_0 keine reflektierte Welle auftritt. Welche Dicke d und welchen Brechungsindex n_2 muss diese Schicht haben?

Aufgabe 2 – Komplexer Brechungsindex

Eine im Vakuum propagierende elektromagnetische Welle ($\vec{k} = |\vec{k}|\hat{e}_x$) trifft senkrecht auf ein Medium mit komplexem Brechungsindex $n = \Re[n] + i\Im[n] = n_1 + in_2$ (Grenzfläche ohne freie Ladungen bzw. Ströme).

a) Berechnen Sie die Amplituden der reflektierten und der transmittierten Welle im Falle $\mu = 1$.

b) Finden Sie nach einer Mittelung über den Zeitraum $T \gg 1/\omega$ die Energiestromdichte der transmittierten Welle im Falle $n_1 = \Re[n] \ll \Im[n] = n_2$ und $|n| \gg 1$.

Hinweis: Wählen Sie die Polarisierungen der \vec{E} -Felder entlang der y -Achse.

Aufgabe 3 – Druck einer ebenen Welle

Eine linear polarisierte ebene Welle propagiert in z -Richtung und fällt bei $z = 0$ auf eine ideal reflektierende Wand (z.B. einen idealen Leiter mit $\epsilon \rightarrow +\infty$ und $\mu \rightarrow +\infty$, desweiteren ist die Grenzfläche ohne freie Ladungen bzw. Ströme) in der x - y -Ebene, $\vec{E}_{\text{in}}(\vec{r}, t) = \vec{E}_{\text{in}} e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}$, $z < 0$.

a) Welche Stetigkeitsbedingungen müssen an der Grenzfläche erfüllt werden? Welcher Vorfaktor \vec{E}_{refl} in der reflektierten Welle $\vec{E}_{\text{refl}}(\vec{r}, t) = \vec{E}_{\text{refl}} e^{i(-\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}$, $z < 0$, garantiert die Erfüllung dieser Stetigkeitsbedingungen?

b) Welcher Druck entsteht durch die Reflexion der Welle an der Fläche?