

Übungsblatt 9

10.01.2013

1. Senkrechter Einfall einer elektromagnetischen Welle

Licht falle aus der Richtung $x = -\infty$ kommend auf eine Glasplatte der Dicke a . Die Platte sei parallel zur yz -Ebene mit einer Kante an $x = 0$ und der anderen an $x = a$. Der Brechungsindex ist $n_0 = 1$ für $x < 0$ und $x > a$ und $n = 1.5$ für $0 \leq x \leq a$. Das elektromagnetische Feld an $x < 0$ ist eine Superposition von links- und rechtslaufenden Wellen bestehend aus der einfallenden Welle und reflektierten Wellen. Auch innerhalb der Glasplatte gibt es rechts- und linkslaufende Wellen, während es in $x > a$ nur eine transmittierte Welle gibt.

- Wie sehen $\vec{E}(x, t)$ und $\vec{B}(x, t)$ für die drei Regionen aus. Nimm hierzu lineare Polarisation in y -Richtung an. Was sind die Randbedingungen der Wellenamplituden an den Grenzflächen? Nimm an, dass $\mu_0 = \mu_1$.
- Berechne den Transmissionskoeffizienten T .
- Skizziere T als Funktion von ka , wobei k der Wellenvektor der einfallenden Welle ist.

2. Fresnelgleichungen

- Für TE-polarisiertes Licht kann man die transmittierte und reflektierte Amplitude E'_0 und E''_0 wie folgt durch die einfallende Amplitude E_0 ausdrücken (Annahme: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$):

$$E'_0 = \frac{2n_1 \cos \theta}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad E''_0 = \frac{n_1 \cos \theta - n_2 \cos \theta'}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad (1)$$

Vereinfache den zweiten Ausdruck um die Fresnelgleichung für die reflektierte Amplitude zu erhalten.

- Für TM-polarisiertes Licht gilt:

$$E'_0 = \frac{2n_1 \cos \theta}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad E''_0 = \frac{n_2 \cos \theta - n_1 \cos \theta'}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad (2)$$

Zeige:

$$\frac{\cos \theta'}{\cos \theta} T + R = 1 \quad (3)$$

3. Brewsterwinkel

Licht falle auf eine ebene Grenzfläche zwischen zwei Dielektrika mit Brechungsindizes n_1 und n_2 . Für einfallendes TM-polarisiertes Licht gibt es keine Reflexion wenn der Einfallswinkel der Brewsterwinkel ist, also $\theta = \theta_B$, wobei $\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}$.

- (a) Zeige, dass für unter $\theta = \theta_B$ einfallendes *unpolarisiertes* Licht die reflektierte Welle TE-polarisiert ist. Nimm an, dass $\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$.
Hinweis: Beachte, dass \vec{k} , \vec{E}_0 und \vec{B}_0 ein Orthogonalsystem bilden müssen.
- (b) Das Licht eines Regenbogens ist zu annähernd 100% polarisiert. Warum?
Hinweis: Der Brechungsindex von Wasser ist 1.33.