

Ferienkurs Experimentalphysik 3 - Übungsaufgaben

Wellen

Matthias Brasse, Max v. Vopelius

23.02.2009

Aufgabe 1:

a) Berechnen Sie die Fourier-Transformierte $F(k)$ der Gauß-Dichte

$$f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

b) Bestimmen Sie die Fourier-Transformierte für die Funktion $f(t) = e^{\alpha|t|}$ mit $\alpha > 0$.

Aufgabe 2:

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

a) Bestimmen Sie die Fortpflanzungsrichtung und die Phasengeschwindigkeit der Welle.

b) Die Welle wird an einer Wand $y = \text{const.}$ reflektiert. Einlaufende und reflektierte Welle überlagern sich zu einer resultierenden Welle

$$s(x, y, t) = \cos(\omega t - k_x x - k_y y) + \cos(\omega t - k_x x + k_y y) \text{ Wie pflanzt sich diese Welle fort?}$$

Aufgabe 3:

Eine harmonische elektromagnetische Welle werde beschrieben durch

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(kx - \omega t)$$

Zeigen Sie, dass für die Intensität

$$I = \frac{c\epsilon_0}{2} E_0^2$$

gilt. (Hinweis: Die Intensität ist die zeitlich gemittelte Energiestromdichte $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$)

Aufgabe 4:

Welche Brechzahl muss ein zylindrischer Stab mindestens haben, wenn alle in seine plane Grundfläche eintretenden Strahlen durch Totalreflexion weitergeleitet werden sollen?

Wie groß ist der maximale Eintrittswinkel bei $n = 1.33$? Welcher numerischen Apertur entspricht das?

Aufgabe 5:

Beantworten Sie qualitativ folgende Fragen:

- Warum ist der bayerische Himmel weiß-blau?
- Warum ist das Himmelslicht teilweise polarisiert?
- Warum ist die auf- oder untergehende Sonne rötlich gefärbt?

Aufgabe 6:

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

Aufgabe 7:

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 $n_y = 1 - \frac{a}{\omega - \omega_0 - \Delta}$

- Skizzieren Sie den Verlauf des Brechungsindex.
- 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.

Aufgabe 8:

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.

Aufgabe 9:

Eine transversale elektromagnetische Welle im Vakuum sei zirkular polarisiert,

$$\vec{E} = E_0 [\cos(kz - \omega t)\hat{e}_x + \sin(kz - \omega t)\hat{e}_y]$$

und breite sich in z -Richtung aus. Berechnen Sie für diese Welle:

- die magnetische Induktion $\vec{B}(r, t)$
- den Poynting-Vektor $\vec{S}(r, t)$
- den Strahlungsdruck auf eine um den Winkel Θ gegen die Ausbreitungsrichtung ($\vec{k} = k\hat{e}_z$) geneigte, total absorbierende Ebene.