Übungen zur „Experimentalphysik IV: Moderne Optik" Wintersemester 2004/2005
Weschke/Püttner

2. Übungsblatt

Ausgabe: Donnerstag, 28.10.2004 — Übung: Montag, 16:15-17:45 SR E1 (1.1.26)
Abgabe: Donnerstag, 04.11.2004 in der Vorlesung

---

5. Elliptische Polarisation

Eine ebene elektromagnetische Welle, die sich in Richtung der z-Achse ausbreitet wird durch $\vec{E} = E_{0x}\hat{e}_x \cos(kz - \omega t) + E_{0y}\hat{e}_y \cos(kz - \omega t + \phi)$ beschrieben.

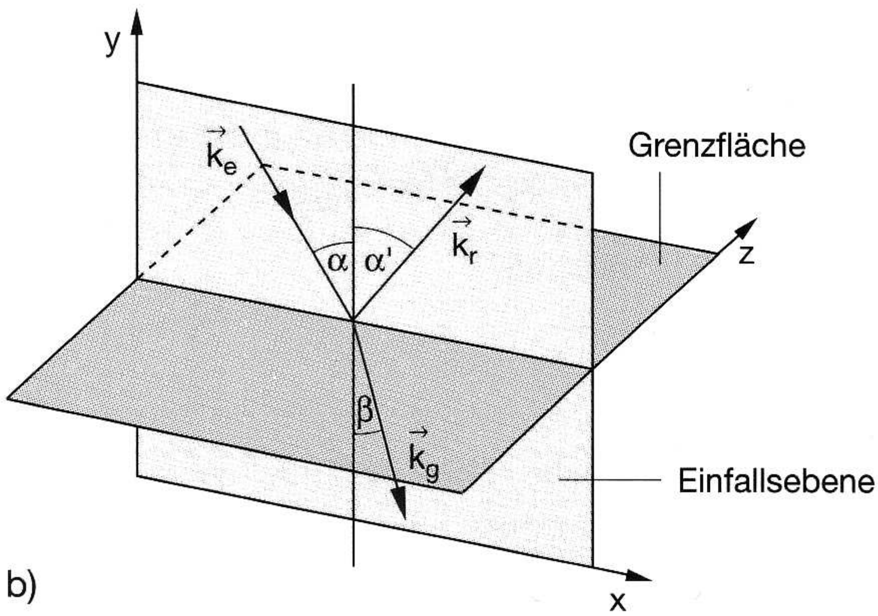
a) Zeigen Sie, dass die Polarisation dieser Welle elliptisch ist, d.h. dass der elektrische Feldvektor eine (gegebenenfalls entartete) Ellipse in der x-y-Ebene beschreibt.

b) Diskutieren Sie die Fälle $\phi = n \cdot \pi / 4$, $n = 0,1,2,3,4,5$ (Skizze).

(4 Punkte)

6. Reflektions- und Brechungsgesetz

Auf die Oberfläche eines isolierenden Mediums fällt eine ebene Welle $\vec{E}_e = \vec{A}_e e^{i(\vec{k}_e \vec{r} - \omega_e t)}$ unter einem Winkel α zum Einfallslot. Sie wird teilweise reflektiert ($\vec{E}_r = \vec{A}_e e^{i(\vec{k}_r \vec{r} - \omega_r t)}$) und teilweise gebrochen ($\vec{E}_g = \vec{A}_g e^{i(\vec{k}_g \vec{r} - \omega_g t)}$), wobei an der Grenzfläche zwischen Vakuum und Medium die Tangentialkomponente des elektrischen Feldes stetig sein muss.



Zeigen Sie,

a) dass sich die Frequenz der Welle beim Eintritt in das Medium nicht ändert.

b) dass für die reflektierte Welle das Reflektionsgesetz $\alpha = \alpha'$ gilt.

c) dass für die transmittierte Welle das Snelliussche Brechungsgesetz $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c}{c'}$ gilt, wobei c' die Phasengeschwindigkeit im Medium ist.

(6 Punkte)

7. Stehende elektromagnetische Wellen

Man betrachte elektromagnetische Wellen in einem würfelförmigen Hohlraumresonator. Nimmt man an, dass dessen Wände aus einem idealen Metall bestehen, so müssen die Tangentialkomponenten des elektrischen Feldes an den Wänden verschwinden.

a) Aufgrund dieser Randbedingung bilden sich in einem solchen Hohlraumresonator stehende Wellen mit quantisierten Wellenvektoren, die von den Ausmaßen des Hohlraumresonators abhängen. Geben Sie die möglichen Wellenvektoren an (Eigenschwingungen).

b) Berechnen Sie die Zahl der Eigenschwingungen in einem Frequenzintervall $n(\omega)d\omega$ pro Volumeneinheit. Die diskreten Wellenvektoren bilden ein Gitter im $\vec{k}$ -Raum mit den Punkten (k_x, k_y, k_z), wobei $\frac{\omega}{c} = \left|\vec{k}\right| = \sqrt{k_x^2 + k_y^2 + k_z^2}$ eine Kugel im $\vec{k}$ -Raum definiert. Zählen Sie die Punkte, die innerhalb dieser Kugel liegen, für den Fall, dass $\left|\vec{k}\right|$ hinreichend groß ist (was ist hinreichend?). Durch Differenzieren erhält man die gesuchte Formel.

c) Was fehlt noch, um die Planck'sche Strahlungsformel zu erhalten?

(6 Punkte)