

9. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III

Abgabe (nur in Zweier-Gruppen): Freitag 23.6.06 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Hinweis: **Das Vorrechnen im Tutorium gehört ebenfalls zu den Scheinkriterien.**

Die Klausur findet am Mittwoch den 12.7. von 10.00-12.00 Uhr statt im Raum PN 201 statt.

Aufgabe 1 (10 Punkte): Energie, Impuls und Drehimpuls des EM-Feldes

- a) Zeigen Sie mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen die Gültigkeit des *Poyntingschen Theorems* für ein lineares, homogenes Medium,

$$\partial_t w + \nabla \cdot \mathbf{S} = -\mathbf{j} \cdot \mathbf{E}.$$

Dabei sei w die Energiedichte des elektromagnetischen Feldes.

- b) Zeigen Sie ebenso die Gültigkeit des *Impulssatzes der Elektrodynamik*,

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{P}_V^m + \mathbf{P}_V^e) = \oint_{S(V)} d\mathbf{f} \cdot \mathbf{T} \quad \text{mit} \quad \mathbf{P}_V^e = \int d^3r (\mathbf{D} \times \mathbf{B}).$$

Dabei sei \mathbf{T} der Maxwellsche Spannungstensor.

- c) Zeigen Sie, dass auch der *Drehimpulssatz der Elektrodynamik* gilt,

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{L}_V^m + \mathbf{L}_V^e) = \oint_{S(V)} d\mathbf{f} \cdot \mathbf{M} \quad \text{mit} \quad \mathbf{L}_V^e = \int d^3r (\mathbf{r} \times \mathbf{P}_V^e).$$

Dabei sei $\mathbf{M} := \mathbf{r} \times \mathbf{T}$ der Drehimpulsflusstensor.

- d) Zeigen Sie, dass eine linear polarisierte ebene Welle keinen elektromagnetischen Drehimpuls hat (bezogen auf den ganzen Raum).

Aufgabe 2 (9 Punkte): Fresnelsche Gleichungen

- a) Verwenden Sie die Stetigkeitsbedingungen der Felder an Grenzflächen sowie das Gesetz von Snellius, um die folgenden Gleichungen für Amplitudenverhältnisse der einfallenden (E_0), reflektierten (E_0'') und transmittierten (E_0') ebenen Wellen für parallele Polarisierung (bzgl. der Einfallsebene) herzuleiten (es darf der Fall $\mu = \mu'$ betrachtet werden):
- b) Stellen Sie (für $\mu = \mu'$) die Reflektivitäten $R_{||} = |r_{||}|^2$ und $R_{\perp} = |r_{\perp}|^2$ in Abhängigkeit vom Einfallswinkel i graphisch dar. Verwenden Sie (i) $n = 1, n' = 1.5$ [Luft→Glas] (ii) $n = 1.5, n' = 1$ [Glas→Luft].
- c) Zeigen Sie, daß für senkrechten Einfall die (Beträge der) Amplitudenverhältnisse unabhängig davon sind, ob das Licht senkrecht oder parallel polarisiert ist:

$$t = \frac{E_0'}{E_0} = \frac{2n}{n' + n}, \quad r = \frac{E_0''}{E_0} = \frac{n' - n}{n' + n}.$$

Aufgabe 3 (1 Punkte): Klausur

Bitte geben Sie an, ob Sie an der Klausur teilnehmen möchten.

-
- **Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.:** www.itp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIII
 - **Scheinkriterien:** 50 % der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien, mindestens 1 × vorrechnen im Tutorium und 50 % der Punkte der Klausur