Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Prof. Dr. S. Hess,
Sebastian Heidenreich,
Stefan Butscher
13. Juni 2006

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 des Elektrodynamik*,

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

Dabei sei $\mathbf{T}$ der Maxwellsche Spannungstensor.

c) Zeigen Sie, dass auch der *Drehimpulssatz der Elekrodynamik* gilt,

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

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:

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

Aufgabe 3 (1 Punkte): *Klausur*

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

- **Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.:** wwwitp.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