Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik

4. Juni 2007

Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD
Dr. Kathy Lüdge
Dr. Michael Block

www.itp.tu-berlin.de/ss07tpiii.html

6. Übungsblatt – Theoretische Physik III – Elektrodynamik/Optik

Abgabe: Montag 4.6.2007 bis 12:00 in den Briefkasten (Altbau) oder online über Moodle

Aufgabe 12 (5 Punkte): *Frage zum magnetischen Monopol*

(a) Diskutieren Sie, ob die Maxwellgleichungen ausreichen, um prinzipiell zu zeigen, dass es keine magnetischen Monopole geben kann? Formulieren Sie erweiterte Maxwellgleichungen die magnetische Monolole ρ_m und entsprechende Ströme $\mathbf{j}_m$ zulassen.

(b) Zeigen Sie, am Beispiel von $divD = \rho_e$, dass die erweiterten Maxwellgleichungen invariant unter folgender Transformation sind (mit $c = cos\xi$, $\quad s = sin\xi$, $\quad Z = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$): $\mathbf{E} = \mathbf{E}'c + Z\mathbf{H}'s$, $\quad \mathbf{D} = \mathbf{D}'c + Z^{-1}\mathbf{B}'s$; $\quad \mathbf{H} = \mathbf{H}'c - Z^{-1}\mathbf{E}'s$, $\quad \mathbf{B} = \mathbf{B}'c - Z\mathbf{D}'s$ $\rho_e = \rho_e'c + Z^{-1}\rho_m's$, $\quad \rho_m = \rho_m'c - Z\rho_e's$, $\quad \mathbf{j}_e = \mathbf{j}_e'c + Z^{-1}\mathbf{j}_m's$, $\quad \mathbf{j}_m = \mathbf{j}_m'c + Z\mathbf{j}_e's$

(c) Was folgt somit für magnetische Monopole?

Aufgabe 13 (8 Punkte): *Eichtransformation*

(a) Zeigen Sie, dass falls die Lorenzeichung gilt, die Bewegungsgleichung der Potenziale $\mathbf{A}$ und ϕ entkoppeln.

(b) Gegeben seien Potenziale $\mathbf{A}$ und ϕ, die nicht die Lorenzbedingung erfüllen. Welche Eigenschaft muss eine geeignete skalare Funktion haben, damit nach einer Eichung mit dieser Funktion die Lorenzbedingung erfüllt wird? Unter welchen Bedingungen bleibt die Lorenzeichung bei einer Eichtransformation erhalten?

(c) In der sogenannten *Strahlungseichung* fordert man $\phi = 0$ und $\nabla\mathbf{A} = 0$. Ist somit auch die *Lorenz* Bedingung erfüllt? Ist so eine Eichung möglich?

(d) **Zusatz**: Lorenz Eichung/Lorentz Kraft.Tippfehler oder was/wer steckt dahinter.

Aufgabe 14 (7 Punkte): *Energie und Impuls aperiodischer Wellen*

Ein elektromagnetisches Feld sei gegeben durch
$\mathbf{E}(\mathbf{r},t) = \mathbf{E}_0 f(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r} - \omega t) \quad \mathbf{B}(\mathbf{r},t) = \mathbf{B}_0 f(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r} - \omega t)$,
wobei $\mathbf{E}_0, \mathbf{B}_0, \mathbf{k}$ konstante Vektoren
seien, $\omega \in \mathbb{R}$
und $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ eine beliebige glatte Funktion.

(a) Welche Bedingungen müssen für die Vektoren

$\mathbf{E}_0, \mathbf{B}_0, \mathbf{k}$ sowie die Zahl ω

gelten, damit die MAXWELL'SCHEN Vakuum-Feldgleichungen

erfüllt sind?

(b) Berechnen Sie die Energiedichte w und den Poynting-Vektor $\mathbf{S}$ des

Feldes und überprüfen Sie die Energiebilanz.

Sprechzeiten:

- Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD: Mittwoch: 14.30-15.30 im PN 735
- Dr. Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im PN 741, Tel: 23002
- Dr. Michael Block: Dienstag, 15–16 Uhr im PN 629, Tel: 24254
- Janis Nötzel Donnerstag 11:00-12:00 Uhr MA723

Tutorien:

- Di 12:15-13:45 P 164 Janis Nötzel
- Di 16:15-17:45 PN 229 Janis Nötzel
- Mi 12:15-13:45 PN 229 Kathy Lüdge
- Mi 8:30-10:00 PN 229 Michael Block

Weitere Infomationen im Web:

- Die Lehrveranstaltungsseite mit allen aktuellen Informationen ist unter *http://www.itp.tu-berlin.de/ss07tpiii*.html zu finden
- Java Applets zur Visualisierung gibt es unter *http://www.itp.tu-berlin.de/e-dyn.html*