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

5. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III

Abgabe (nur in Zweier-Gruppen): Freitag 26.5.06 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 1 (5 Punkte): *Eichtransformation*

a) Zeigen Sie, dass falls die Lorenzbedingung gilt, die Bewegungsgleichung der Potentiale A und φ entkoppeln.

b) Gegeben seien die Potentiale 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 Bedinugungen bleibt die Lorenzeichung bei einer Eichtransformation erhalten ?

c) In der sogenannten *Strahlungseichung* fordert man $\varphi = 0$ und $\nabla \cdot A = 0$. Ist somit auch die *Lorenz* Bedingung erfüllt ? Ist so eine Eichung immer möglich ?

Aufgabe 2 (10 Punkte): *Magnetostatik*
Betrachten Sie einen zur z-Achse parallelen Draht, der durch den Ursprung geht. Durch den Draht fließe der Gleichstrom I.

a) Unter welchen Bedingungen ist es möglich ein skalares magnetisches Potential ϕ_m mit $\mathbf{H} = -\nabla\phi_m$ einzuführen? Berechnen Sie $\mathbf{H}$ und ϕ_m.

b) Im Abstand a von diesem Draht wird nun eine große Platte der Permeabilität μ_r gebracht. Diese sei parallel zur y-Achse ausgerichtet. Welche Stetigkeitsbedingungen müssen für $\mathbf{H}$ und $\mathbf{B}$ gelten? Führen Sie geeignete Bildströme ein um das Problem zu lösen.

c) Stellen Sie φ_m und $\mathbf{H}$ (z.B. mit Mathematica) graphisch dar.

Aufgabe 3 (5 Punkte): *Frage nach dem magnetischen Monopol*

a) Diskutieren Sie, ob die Maxwellgleichungen ausreichen um prinzipiell zu zeigen, dass es keine mag. Monopol geben kann ? Forumlieren Sie *erweiterte Maxwellgleichung* die magnetische Monopole ρ_m und entsprechende Ströme $\mathbf{j}_m$ zulassen.

b) Zeigen Sie, am Beispiel von $div\mathbf{D} = \rho_e$, dass die *erweiterten Maxwellgleichungen* invariant unter folgender Transformation sind (mit $c = \cos\xi, \quad s = \sin\xi, \quad Z = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$):

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}'c + Z\mathbf{H}'s, \quad \mathbf{D} = \mathbf{D}'c + Z^{-1}\mathbf{B}'s, \quad \mathbf{H} = \mathbf{H}'c - Z^{-1}\mathbf{E}'s, \quad \mathbf{B} = \mathbf{B}'c - Z\mathbf{D}'s,$$
$$\rho_e = \rho_e'c + Z^{-1}\rho_m's, \quad \rho_m = \rho_m'c - Z\rho_e's, \quad \mathbf{j}_e = \mathbf{j}_e'c + Z^{-1}\mathbf{j}_m's, \quad \mathbf{j}_m = \mathbf{j}_m'c + Z\mathbf{e}_m's$$

c) Was folgt somit für magneitsche Monopole ?

- **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 $\times$ vorrechnen im Tutorium und 50 % der Punkte der Klausur
- **Sprechstunde:** S. Butscher Mi, 12^{00}-13^{00} PN 703, S. Heidenreich Do, 11^{30}-12^{30} PN 702