

## 5. Übungsblatt zur Einführung in die Theoretische Physik II

**Abgabe:** bis Dienstag 27.11.2006 14:00 Uhr im Briefkasten im Physik Altbau/Ernst-Ruska Bau.

### **Aufgabe 9 (10 Punkte):** *Elektrodynamische Potentiale*

Seien  $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$  und  $\phi(\mathbf{r}, t)$  elektrodynamischen Potentiale, die die LORENZ-Eichung

$$\nabla \cdot \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \phi = 0$$

erfüllen. Weiterhin sei  $\chi(\mathbf{r}, t)$  eine Funktion, die die homogene Wellengleichung  $\square\chi = 0$  erfüllt. Zeigen Sie, dass die Funktionen

$$\mathbf{A}' = \mathbf{A} + \nabla\chi \quad , \quad \phi' = \phi - \frac{\partial}{\partial t}\chi$$

elektromagnetische Potentiale sind und ebenfalls die LORENZ-Eichung erfüllen.

Als Beispiel seien nun folgende elektrodynamischen Potentiale gegeben:

$$\begin{aligned} \phi(x, y, z, t) &= \frac{2\alpha c^2}{\gamma} x e^{-\gamma t} \\ \mathbf{A}(x, y, z, t) &= \alpha e^{-\gamma t} (x^2, xz, xy) \end{aligned}$$

wobei  $\alpha$ ,  $\gamma$  und  $c$  physikalische Konstanten seien.

- a) Berechnen Sie die dazu gehörigen Felder  $\mathbf{E}$  und  $\mathbf{B}$ .
- b) Überprüfen Sie, ob LORENZ- oder COULOMB-Eichung vorliegt.
- c) Finden Sie eine Eichfunktion  $\chi(x, y, z, t)$ , so dass das umgezeichnete Skalarpotential  $\phi' = \phi - \frac{\partial}{\partial t}\chi$  verschwindet. Berechnen Sie das dazu gehörige Vektorpotential  $\mathbf{A}' = \mathbf{A} + \nabla\chi$ .

### **Aufgabe 10 (10 Punkte):** *Magnetfeld im sich entladenden Plattenkondensator*

Ein Plattenkondensator aus zwei parallelen Kreisscheiben mit Radius  $r_0$  und Abstand  $d$  wird langsam über einen Widerstand  $R$  entladen. Die Anfangsladungen auf den Platten seien  $-Q_0$  und  $Q_0$ .

- a) Bestimmen Sie den zeitlichen Verlauf  $\pm Q(t)$  der Entladung des Kondensators.  
 *Tipp: Kirchhoff'sche Regel.*
- b) Bei Vernachlässigung der Randeffekte ( $d \ll r_0$ ) ist der Betrag des elektrischen Feldes zwischen den Platten  $E(t) = Q(t)/(C \cdot d)$  und Null im Außenbereich. Bestimmen Sie die magnetische Induktion  $\mathbf{B}(t)$  zwischen den Platten während des Entladevorgangs.  
 *Tipp: Verwenden Sie Zylinderkoordinaten mit z-Achse als Symmetrieachse der Platten.*