**Institut für Theoretische Teilchenphysik**

# Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

## WS 2015/16

Übungsblatt 8
Abgabe: Mi, 16.12.2015
14:00 Uhr im Briefkasten
Besprechung: Fr, 18.12.2015

Prof. Dr. U. Nierste
Dr. S. Schacht, Dr. M. Spinrath

Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jedes Blatt Ihrer Lösung und geben Sie auf der ersten Seite Ihre Tutorgruppe (Ort, Zeit, Name des Tutors) an.

---

**Aufgabe 1 (5 Punkte):** Entwickeln Sie die Kugelwelle

$$\psi(\vec{r}) = \frac{1}{r} e^{i(lr - \omega t)} \tag{1}$$

nach ebenen Wellen, d.h. finden Sie die Funktion $\widetilde{\psi}(\vec{k})$ in

$$\psi(\vec{r}) = \int d^3k\, \widetilde{\psi}(\vec{k}) e^{i\,\vec{k}\cdot\vec{r}}\,, \tag{2}$$

indem Sie das Integral

$$\widetilde{\psi}(\vec{k}) = \frac{1}{(2\pi)^3} \int d^3r\, \frac{1}{r}\, e^{i(lr - \vec{k}\cdot\vec{r})} \tag{3}$$

lösen.
*Hinweise:* Verwenden Sie Kugelkoordinaten. Nehmen Sie für die Auswertung des Integrals die Ersetzung

$$l \mapsto l + i\,\varepsilon \tag{4}$$

vor und nehmen Sie im Endergebnis wieder den Limes $\varepsilon \to 0$. Dieses Verfahren entspricht der Darstellung von $\psi(\vec{r})$ als Grenzwert einer Funktionenschar

$$\psi_\varepsilon(\vec{r}) = \frac{1}{r} e^{i(lr - \omega t) - \varepsilon r} \tag{5}$$

analog zur Definition der $\delta$-Funktion in der Vorlesung.

**Aufgabe 2 (5 Punkte):** Zeigen Sie mit den inhomogenen makroskopischen Maxwellgleichungen

$$\mathrm{div}\vec{D} = \rho\,, \tag{6}$$

$$\mathrm{rot}\vec{H} - \dot{\vec{D}} = \vec{j}\,, \tag{7}$$

dass die Kontinuitätsgleichung

$$\mathrm{div}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial t}\rho = 0 \tag{8}$$

erfüllt sein muss. ( Gl. (8) ist also notwendig dafür, dass die Elektrodynamik widerspruchsfrei ist. )