Fachbereich C – Mathematik und Naturwissenschaften
– Physik –

Prof. Dr. A. Klümper
M. Brockmann
(G-16.04, 439-2541, michael.brockmann@physik.uni-wuppertal.de)

Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie
Sommersemester 2009

8. Übungsblatt

Abgabe bis zum 26.06.2009 um 14:00 Uhr ins Postfach
Besprechung am 29.06.2009 in der Übung

20. **Retardiertes Potential (12 Punkte)**

(a) Betrachte einen harmonischen Oszillator mit Reibung, der von einer vorgegebenen Kraft $f(t)$ getrieben wird:

$$\ddot{x} + 2\alpha\dot{x} + \omega_0^2 x = f(t), \quad \alpha > 0. \tag{1}$$

Die allgemeine Lösung einer solchen linearen Differentialgleichung ergibt sich bekanntlich als Superposition der allgemeinen Lösung der homogenen Gleichung mit einer speziellen Lösung der inhomogenen Gleichung. Bestimme eine spezielle Lösung der inhomogenen Gleichung in der Form:

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} G(t-t')f(t')dt'. \tag{2}$$

Setzt man unter dem Integral $f(t') = \delta(t')$, so folgt $x(t) = G(t)$. Die gesuchte Funktion $G(t)$ ist also eine Lösung der Gleichung (1) für die äußere Kraft $\delta(t)$. Für diese Kraft kann man sich eine spezielle Lösung $G_-(t)$ per Fouriertransformation verschaffen. Bei der Rücktransformation ergeben sich Integrale, die man am besten als Wegintegrale in der komplexen Ebene auffasst und dann mit Hilfe des Residuensatzes behandelt. Die Fälle $t > 0$ und $t < 0$ sind dabei sorgfältig zu unterscheiden.

(b) Was ergibt sich für $G_-(t)$ im Limes $\alpha \to 0+$? Verifiziere das Resultat durch direktes Einsetzen in Gleichung (1).

(c) Mit Hilfe des Ausdrucks für $G_-(t)$ im Limes $\alpha \to 0$ und des Faltungssatzes für Fouriertransformierte lässt sich nun die inhomogene Wellengleichung

$$\Delta\varphi - \frac{1}{c^2}\ddot{\varphi} = -4\pi\rho \tag{3}$$

mit zeitabhängigen Quellen $\rho(\vec{x}, t)$ lösen. Wie erhält man das aus der Vorlesung bekannte Resultat für das retardierte Potential?

21. **Maxwellscher Spannungstensor (6 Punkte)**

Betrachte zwei gleiche, ruhende Punktladungen q bei $\vec{x}_\pm = \pm\frac{a}{2}\vec{e}_z$, $a > 0$.

(a) Berechne den Maxwellschen Spannungstensor für das von den Ladungen erzeugte Feld auf der Fläche $z = 0$.

(b) Benutze das Ergebnis aus dem ersten Aufgabenteil, um die Kraft zwischen den Ladungen zu bestimmen.