Goethe-Universität Frankfurt
Fachbereich Physik

Prof. Dr. Claudius Gros
Dr. Harald O. Jeschke

GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

Frankfurt, 18. Dezember 2015

Übungen zur Vorlesung
Theoretische Physik III - Elektrodynamik
Wintersemester 2015/16

Blatt 10

(Abgabetermin: Freitag, 15. 1. 2016, 12:00 Uhr in der Vorlesung)

Name(n)	
Übungsgruppe	
Punkte	

- **Dies ist ein Bonusblatt; die Punkte zählen normal, erhöhen aber nicht die Gesamtpunktzahl, von der 2/3 erreicht werden muss.**
- **Die erste Vorlesung im neuen Jahr am Dienstag, den 12.1. fällt aus.**
- **Frohe Festtage und einen guten Rutsch!**

Aufgabe 38 (**Liénard-Wiechert-Potentiale**) (6 Punkte)

Ein Teilchen der Ladung q_1 wird im Ursprung des Koordinatensystems festgehalten. Ein zweites Teilchen mit Ladung q_2 bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit v entlang der z-Achse.

a) Berechnen Sie die Kraft $\mathbf{F}_{12}(t)$, die q_1 auf q_2 zum Zeitpunkt t ausübt (q_2 befindet sich dann am Ort $z = vt$).

b) Berechnen Sie die Kraft $\mathbf{F}_{21}(t)$, die q_2 auf q_1 zum Zeitpunkt t ausübt und kommentieren Sie das Ergebnis.

Aufgabe 39 (**Fourieranalyse einer Schwebung**) (3 Punkte)

Gegeben sei die periodische Funktion

$$f(t) = \sin(\omega_1 t)\cos(\omega_2 t) \qquad (1)$$

mit konstanten ω_1, ω_2. Entwickeln Sie die Funktion (in obiger Produktdarstellung) in eine Fourierreihe und interpretieren Sie das Ergebnis.

Aufgabe 40 (**Ladungs- und Stromverteilung**) (6 Punkte)

Bestimmen Sie die Ladungs- und Stromverteilungen, die folgende Potentiale erzeugen würden:

$$\phi = 0, \quad \mathbf{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 \alpha}{4c}(ct - |x|)^2 \mathbf{e}_z & \text{für } |x| < ct \\ 0 & \text{für } |x| > ct \end{cases} \tag{2}$$

wobei α eine Konstante ist und c die Lichtgeschwindigkeit.

Hinweis: Finden Sie zunächst $\mathbf{E}$ und $\mathbf{B}$ und bestimmen Sie, für welche ρ und $\mathbf{j}$ die Maxwellgleichungen erfüllt sind. Betrachten Sie dann, was am Punkt $x = 0$ geschieht.

Aufgabe 41 (**Rekursionsformel**) (5 Punkte)

Beweisen Sie die Rekursionsformel

$$F_{l,m-1} = \left(-\frac{d}{d\vartheta} - m \cot \vartheta \right) F_{l,m} \tag{3}$$

(Skript Gl. (13.13)), wobei $F_{l,m} = e^{-im\varphi} Y_{l,m}$ ist und $F_{l,m}$ die Gleichung

$$\left[\frac{1}{\sin \vartheta} \frac{d}{d\vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{d}{d\vartheta} \right) - \frac{m^2}{\sin^2 \vartheta} + l(l+1) \right] F_{l,m} = 0 \tag{4}$$

erfüllt.