

8. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik 2008**Abgabe: Mo. 05.01.2009 bis 10:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und den Namen des Tutors auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe kann in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 21 (6 Punkte): Magnetische Dipolstrahlung

Zeigen Sie, dass die Stromdichte

$$\mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = -\dot{\boldsymbol{\mu}} \times \nabla \delta(\mathbf{r}) \exp(-i\omega t)$$

einen idealen oszillierenden magnetischen Dipol beschreibt. Zeigen Sie, dass diese Stromdichte einer quadratischen geschlossenen Leiterschleife im Grenzwert verschwindender Breite entspricht. Berechnen Sie das magnetische Moment und das Vektorpotential $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$ sowohl exakt als auch in zweiter Ordnung der Multipolentwicklung und vergleichen Sie diese. Lassen Sie dabei ein zeitlich konstantes skalares Potenzial außer acht.

Aufgabe 22 (7 Punkte): Beugung an der Kreisblende

In einem unendlich großen ideal leitenden Schirm befinde sich ein kreisrundes Loch vom Durchmesser d . Auf den Schirm falle senkrecht von der einen Seite monochromatisches Licht der Wellenlänge λ von einer weit entfernten Punktquelle ein. Der Wellenvektor der einfallenden Welle sei also parallel zur Normale des Schirms. Berechnen Sie nun das Fraunhofer'sche Beugungsmuster (Intensität $I \sim |\phi|^2$) dieser Anordnung. Nutzen Sie dazu die Axialsymmetrie der Anordnung aus und schreiben Sie die Lösung mit Hilfe der Bessel Funktionen

$$J_0(u) := \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos(u \cos \varphi) d\varphi; \quad J_1(u) := \int_0^1 uv J_0(uv) dv \quad .$$

Stellen Sie das Ergebnis möglichst schön grafisch dar.

Aufgabe 23 (7 Punkte): Beugung am Gitter

Eine ebene Welle $\phi(\mathbf{r}, t) = \phi_0 \exp[i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)]$ trifft senkrecht auf eine Blende B . Diese Blende besitzt $(2N_x + 1)(2N_y + 1)$ Löcher in einem Rechteckraster, d.h. $(2N_x + 1)$ Löcher in x - und $(2N_y + 1)$ Löcher in y -Richtung. Der Lochabstand beträgt Δx und Δy in x - bzw. y -Richtung. Die rechteckigen Löcher haben die Abmessungen L_x und L_y in x . Im Abstand d von der Blende wird ein Schirm S parallel zur Blende aufgestellt, auf dem das Beugungsbild betrachtet werden soll.

- Erklären Sie die Kirchhoff'sche Näherung. Gehen Sie dabei insbesondere auf die sog. Kirchhoff'schen Annahmen ein.
- Bestimmen Sie ausgehend von der skalaren Kirchhoff-Identität in der Fernzone

$$\phi(\mathbf{r}') = \frac{1}{4\pi} \int_{\partial V} d^2r \left\{ \frac{\partial}{\partial n} \phi(\mathbf{r}) - ik\phi(\mathbf{r}) \cos(\vartheta) \right\} \frac{e^{ikR}}{R}$$

für den Fall der Fraunhofer-Beugung die Verteilung des Feldes $\phi(\mathbf{r}')$ hinter der Blende.

- Bestimmen Sie Intensitätsverteilung $I \sim |\phi(x, y, z = d, t)|^2$ auf dem Schirm S und stellen sie graphisch dar.

Vorlesung:

- Mittwoch 12:15 Uhr – 13:45 Uhr im EW 203

- Freitag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte.

- Bestandene Klausur.

- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

- Vorstellen einer Übungsaufgabe im Tutorium

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- Theoretische Physik III, Elektrodynamik (E. Schöll): Ansichtsexemplare in der Bereichsbibliothek Physik und in der Studienfachberatung; fertig gebundene Kopien in der Volkswagen-Bibliothek, Fasanenstr. 88 (1. Stock, Fa. Alpha Copy)
- W. Nolting, Grundkurs der Theoretischen Physik, Bd.3: Elektrodynamik (Springer, 2004)
- J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik, 4. Auflagen (Gruyter, 2006).
- P. Reineker, M. Schulz, B. M. Schulz, Theoretische Physik II (Wiley-VCH, 2006)
- T. Fließbach, Elektrodynamik (Spektrum Akademischer Verlag, 2004)
- L. Landau, E. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band II (Akademie-Verlag, Berlin 1989)
- R. Feynman, Feynman Lectures in Physics, Band II (Oldenbourg, 2001)
- S. Großmann, Mathematische Einführung in die Physik (Teubner, 2006).
- E. Rebhahn Theoretische Physik: Elektrodynamik (Spektrum, 2007)
- H. Mitter Elektrodynamik (BI 1990)
- H. Stumpf, W. Schuler Elektrodynamik (Vieweg 1981)

	Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
Sprechzeiten:	Prof. Dr. E. Schöll, PhD	Mi	14:30–15:30 Uhr	EW 735	23500
	Dr. Vasily Zaburdaev	Mi	11:00–12:00 Uhr	EW 708	25225
	Dipl.-Phys. Stefan Fruhner	Di	14:00–15:00 Uhr	EW 627	27681
	Christin David	Fr	14:30–15:30 Uhr	EW 217	22848
	Martin Kliesch	Do	16:00–17:00 Uhr	EW 217	26232

Tutorien: Die folgenden Tutoriumstermine werden angeboten

Mo	10–12 Uhr	ER 164	Christin David
Mo	12–14 Uhr	EW 229	Christin David
Di	10–12 Uhr	EW 246	Vasily Zaburdaev (englisch)
Di	12–14 Uhr	MA 644	Martin Kliesch
Mi	10–12 Uhr	EW 182	Stefan Fruhner
Do	10–12 Uhr	ER 164	Martin Kliesch

Klausur: Freitag, den 06.02.2009 von 10:00 – 12:00 Uhr im ER 270