Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD
Dr. Alice von der Heydt, Dr. Benjamin Lingnau, Lasse Ermoneit, Anne-Kathleen Malchow

6. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Di. 6.12.2016 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Aufgabe 16 (10 Punkte): *Energiestromdichte rotierender geladener Hohlzylinder*

Ein in z-Richtung unendlich langer Hohlzylinder mit Radius R trage die homogene Flächenladungsdichte σ_0. Nun beginne der Zylinder langsam um seine Symmetrieachse zu rotieren, mit folgendem Zeitprotokoll der Winkelgeschwindigkeit ω:

$$\omega(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0, \\ \frac{\omega_0}{T}t, & 0 < t \leq T, \\ \omega_0, & t > T, \end{cases} \qquad \text{mit } T > 0,\, \omega_0 R \ll c.$$

(a) Berechnen Sie das elektrische Feld $\underline{E}(\underline{r}, t)$ und die magnetische Induktion $\underline{B}(\underline{r}, t)$ innerhalb und außerhalb des Zylinders für die drei Zeitintervalle. (Vernachlässigen Sie die Zeitpunkte $t = 0$ und $t = T$, für die $\omega(t)$ nicht differenzierbar ist.)

(b) Berechnen Sie die Energiestromdichte $\underline{S}(\underline{r}, t)$.

Aufgabe 17 (7 Punkte): MAXWELL*'scher Spannungstensor, Strahlungsdruck*

(a) Zeigen Sie, dass folgende Vektoridentität (vgl. Vorlesung) gilt:

$$\begin{aligned} \underline{B} \times (\nabla \times \underline{B}) &= \frac{1}{2}\nabla\left(\underline{B} \cdot \underline{B}\right) - \left(\underline{B} \cdot \nabla\right)\underline{B} \\ &= \nabla \cdot \left\{\underline{\underline{1}}\frac{1}{2}\left(\underline{B} \cdot \underline{B}\right) - \underline{B} \otimes \underline{B}\right\} + \underline{B}\left(\nabla \cdot \underline{B}\right), \end{aligned}$$

wobei $\underline{B} \otimes \underline{B}$ das dyadische Produkt und die Divergenz eines Tensors $\underline{\underline{T}}$ ein Vektor mit Komponenten $\left(\nabla \cdot \underline{\underline{T}}\right)_\beta = (\partial/\partial x_\alpha)\, T_{\alpha\beta}$ (EINSTEIN'sche Summenkonvention) ist.

(b) Eine ebene elektromagnetische Welle falle senkrecht auf eine Wand. Die Welle werde beschrieben durch das Vektorpotential

$$\underline{A}(\underline{r}, t) = \underline{A}_0 \cos(\underline{k} \cdot \underline{r} - \omega t),$$

wobei $\underline{A} \perp \underline{k}$. Berechnen Sie den Strahlungsdruck auf die Wand für die zwei Fälle, dass

(i) die Wand schwarz sei, d. h. alle Strahlung vollständig absorbiere,

(ii) die Wand ideal verspiegelt sei, d. h. Strahlung mit unveränderter Intensität reflektiere.

Aufgabe 18 (3 Punkte): COULOMB- *oder transversale Eichung*

Beweisen Sie, dass mit der COULOMB-Eichung $\nabla \cdot \underline{A} = 0$ der elektromagnetischen Potentiale die inhomogene Wellengleichung für das Vektorpotential $\underline{A}$ die Form

$$\Delta\underline{A} - \mu_0\varepsilon_0 \frac{\partial^2}{\partial t^2}\underline{A} = -\mu_0\, \underline{j}_\perp$$

annimmt, wobei $\underline{j}_\perp = \underline{j} - \underline{j}_\parallel$ der durch $\nabla \cdot \underline{j}_\perp = 0$ gemäß HELMHOLTZ-Theorem eindeutig bestimmte transversale (quellenfreie) Anteil der Stromdichte $\underline{j}$ ist.
Hinweis: Identifizieren Sie das skalare Potential ϕ in dieser Eichung, und verwenden Sie die Kontinuitätsgleichung für die Ladungsdichte.

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Vorstellen einer Übungsaufgabe im Tutorium.
- Bestandene Klausur. Diese findet am 10.02.2017 um 08:00 s.t. im H3010 statt.

	Mo	**Di**	**Mi**	**Do**	**Fr**
08-10					EW 203 ES
10-12				EW 226 LE	EW 114 LE EW 226 BL
12-14		EW 114 AH EW 731 AM	EW 203 ES		
14-16				EW 226 AM	

Sprechstunden			
ES	Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD	nach Vereinbarung	EW 735
AM	Anne-Kathleen Malchow	Mo 14-15	EW 060
BL	Benjamin Lingnau	Di 15-16	EW 629
AH	Alice von der Heydt	Mi 15:30-16:30	EW 266
LE	Lasse Ermoneit	Do 13:30-14:30	EW 060