Extra-Hausübung X zur Vorlesung ELEKTRODYNAMIK — SoSe 2011

Prof. Dr. Manfred Lein
PD Dr. Mic$\hbar$ael Flohr

Abgabe 12. Juli 2011 vor der Sonderübung

BONUS-BLATT

Die Aufgaben auf diesem Blatt geben Ihnen die Möglichkeit, durch Extra-Punkte ggfls. die Studienleistung noch zu erreichen. Aber auch wenn Sie dieses Ziel bereits erreicht haben, sollten Sie bedenken, dass auch dieses Material relevant für die Klausur ist.

[H30*] *Zylinderförmiger Leiter* **[$3^* + 5^* = 8^*$ Extrapunkte]**

Ein langer, zylinderförmiger Leiter wird von einem Gleichstrom I durchflossen.

(a) Berechnen Sie pro Längeneinheit die Joule'sche Wärme und den Poynting'schen Energiefluss durch die Zylinderoberfläche. Überprüfen Sie damit den Energiesatz.

(b) Berechnen Sie die magnetische Feldenergie im Innern des Zylinders.

[H31*] *Plattenkondensator* **[$4^* + 4^* + 4^* = 12^*$ Extrapunkte]**

Ein Plattenkondensator aus zwei parallelen, kreisförmigen Platten mit Radius R, deren Mittelpunkte auf der z-Achse liegen, werde langsam aufgeladen, so dass sich die zeitabhängige elektrische Verschiebung zwischen den Platten als $\vec{D}(t) = D(t)\vec{e}_z$ mit $\dot{D} = \text{const.}$ beschreiben lässt.

(a) Berechnen Sie das durch den Verschiebungsstrom induzierte Magnetfeld $\vec{H}$ zwischen den Platten als Funktion des Abstandes r von der Symmetrieachse des Kondensators. *Hinweis*: Nehmen Sie an, dass der Abstand d der Platten klein gegenüber dem Radius R ist, $d \ll R$, und vernachlässigen Sie Randeffekte. Gehen Sie davon aus, dass das Magnetfeld daher keine radiale und keine z-Komponente besitzt.

(b) Berechnen Sie den Poynting-Vektor.

(c) Berechnen Sie den Poynting'schen Energiefluss in den Kondensator hinein, sowie die zeitliche Änderung der im Kondensator gespeicherten elektrischen Feldenergie. Zeigen Sie für langsames Aufladen, dass diese übereinstimmen.

[H32*] *Lorenz-Eichung* **[10^* Extrapunkte]**

Zeigen Sie durch direktes Nachrechnen, dass

$$\Phi(\vec{r},t) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \mathrm{d}^3r'\,\frac{\rho(\vec{r}\,',t-|\vec{r}-\vec{r}\,'|/c)}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|} \quad \text{und} \quad \vec{A}(\vec{r},t) = \frac{\mu_0}{4\pi}\int \mathrm{d}^3r'\,\frac{\vec{j}(\vec{r}\,',t-|\vec{r}-\vec{r}\,'|/c)}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|}$$

die Bedingung für die Lorenz-Eichung erfüllen, $\nabla\cdot\vec{A} + \frac{1}{c^2}\dot{\Phi} = 0$.

***** INFORMATIONEN ZUR KLAUSUR *****

Ort: Gebäude Bismarckstraße, Räume 6304-001 und 6304-101.

Zeit: 20. 7. 2001, 11:15 Uhr.
Vorlauf (Ausweiskontrolle, Deckblatt): 11:15-11:30.
Bearbeitungszeit für die Aufgaben: 2 Stunden, 11:30-13:30.

Erlaubte Hilfsmittel: Ausweis und Stift sind mitzubringen!

- 1 DIN A4-Blatt (Vorder- und Rückseite) selbsterstellte Formelsammlung,
- *kein* Taschenrechner,
- Papier wird gestellt.