Zentralübung zur Vorlesung

Theoretische Physik II: Elektrodynamik

Blatt 4 Dr. A.Zharikov, Prof. R.Netz, TU München, WS 2009/2010

Aufgabe 8: Maxwell-Gleichungen. Lorentz-Eichung.

(a) Leiten Sie aus den Maxwell-Gleichungen die Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0$$

ab.

(b) Analog zur Diskussion der Coulomb-Eichung, zeigen Sie, dass es immer möglich ist,

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \Phi}{\partial t} = 0$$

zu wählen.

Aufgabe 9: Zylinderförmiger Leiter

Ein langer zylinderförmiger Leiter wird von einem Gleichstrom I durchfloßen.

(a) Berechnen Sie pro Längeneinheit die Joulsche Wärme und den Poyntingschen Energiefluß durch die Zylinderoberfläche.

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

Aufgabe 10: Plattenkondensator

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 $\vec{D}(t) = D(t)\,\vec{e}_z$ ($\dot{D} = \text{const.}$) 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 gegen ihren Radius R ist und vernachlässigen Sie Randeffekte. Gehen Sie davon aus, dass das Magnetfeld keine radiale und keine z-Komponente hat.

(b) Berechnen Sie den Poynting-Vektor.

(c) Berechnen Sie den Poyntingschen Energiefluß in den Kondensator hinein sowie die zeitliche Änderung der im Kondensator gespeicherten elektrischen Feldenergie und zeigen Sie, dass diese übereinstimmen.