

Übungen zur Vorlesung Elektrodynamik (T3p)

SoSe 2013

Blatt 5

Aufgabe 1: Feldenergie einer geladenen Kugel

Gegeben sei eine homogen geladene Kugel mit Radius R und Ladung Q .

1. Berechnen Sie über das \mathbf{E} -Feld die Feldenergie \mathcal{E} der Kugel.
2. Berechnen Sie noch einmal die Feldenergie, indem Sie die Arbeit betrachten, die nötig ist, um die Kugel aus infinitesimalen Ladungselementen aufzubauen, die aus dem Unendlichen herangebracht werden.
3. Betrachten Sie nun den Grenzfall einer Punktladung, d.h. $R \rightarrow 0$. Was passiert?
4. Berechnen Sie aus der Ruheenergie des Elektrons und der Formel aus a) den klassischen Radius des Elektrons (Zahlenwert angeben. Achten Sie dabei auf die Einheiten!).

Aufgabe 2: Poyntingvektor für Kondensator

Betrachten Sie einen kreisförmigen Kondensator, der langsam aufgeladen wird bis das Feld \mathbf{E}_f im Kondensator erreicht ist. Vernachlässigen Sie Randeffekte.

1. Berechnen Sie den Poyntingvektor in 1. Näherung in den Zeitableitungen, d.h. berücksichtigen Sie $c\nabla \times \mathbf{B} = \partial\mathbf{E}/\partial t$, aber vernachlässigen Sie die sich ergebende Korrektur des \mathbf{E} -Feldes über $c\nabla \times \mathbf{E} = -\partial\mathbf{B}/\partial t$.
2. Vergleichen Sie die Feldenergie mit der in das Kondensatorvolumen geflossenen Energie.
3. Nehmen Sie eine zeitlich sinusförmige Aufladung des Kondensators an. Welche Bedingung muss gelten, damit die Näherung in a) erfüllt ist? Erklären Sie welche Bedingungen an eine allgemeine Funktion der Kondensatorladung $Q_{Kond}(t)$ gestellt werden müssen, damit die Näherung noch gemacht werden kann (Gründe!).
4. Interpretieren Sie die Energieerhaltung des gesamten Systems mit Hilfe des Poyntingvektors.

Aufgabe 3: Poyntingvektor für ohmschen Draht

Betrachten Sie einen zylindrischen ohmschen Draht der Leitfähigkeit κ . Durch eine an den Enden angelegte Spannung ergebe sich ein homogenes elektrisches Feld im Innern. Berechnen Sie den Poyntingvektor und stellen Sie die Energiebilanz unter Berücksichtigung der ohmschen Verluste auf. Wie fällt in diesem Fall die Interpretation der Energieerhaltung aus?

Bei Fragen E-Mail an: Daniel.Jaud@physik.uni-muenchen.de