Institut für
Theoretische Physik
Prof. Dr. W. Strunz
PD Dr. G. Plunien

Elektrodynamik WS 2008/09

http://tu-dresden.de/physik/tqo/lehre

9. Übung

1. **Vektorpotential eines stromdurchflossenen Ringes:**
Ein Kreisstrom I fließt in einem unendlich dünnen Drahtring mit Radius a, welcher in der der xy-Ebene liegt (siehe Abbildung).

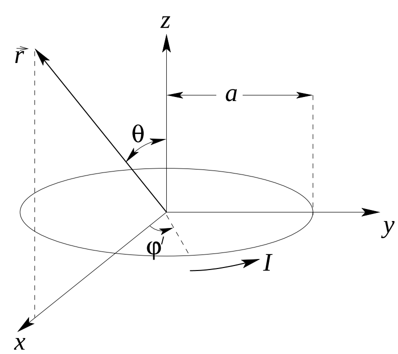
a) Überlegen Sie sich, dass die Stromdichte in Polarkoordinaten gegeben ist durch

$$\vec{j}(\vec{r}\,') = \frac{I}{a}\delta(\cos\theta')\delta(r'-a)\,\vec{e}_{\varphi'}\,.$$

b) Verifizieren Sie, dass die Kontinuitätsgleichung für die Strom- und Ladungsdichte (siehe Vorlesung) erfüllt ist.

c) Berechnen Sie ausgehend von der allgemeinen Integraldarstellung das Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r})$ näherungsweise für $r \gg a$.

Hinweis: Wegen der Zylindersymmetrie des Problems, kann man den Beobachtungspunkt $\vec{r}$ in die xz-Ebene legen, um die Rechnung zu vereinfachen. Entwickeln Sie den Integranden in a/r.

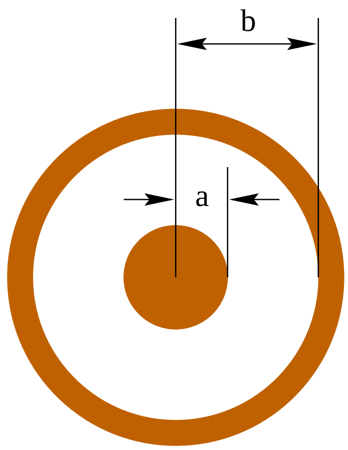


2. **Maxwellscher Verschiebungstrom am Kondensator:**
Betrachten Sie die Entladung eines Plattenkondensators (Fläche A) über eine Leiterschleife. Während des Entladevorgangs ist der Leiter von einem zeitabhängigen Magnetfeld $\vec{B}(t)$ umgeben und zwischen den Kondensatorplatten verringert sich die elektrische Feldstärke $\vec{E}(t)$. Argumentieren Sie mit Hilfe des Ampèreschen Gesetzes (geeignete Wahl von Flächen und Randkurven), dass die Einführung des Maxwellschen Verschiebungsstroms zwingend erforderlich ist, um die Ladungserhaltung zu gewährleisten.

– bitte wenden –

3. **Energiefluss in einem Koaxialkabel**

Ein sehr langes Doppelkabel bestehe aus einem inneren Leiter (Radius a) und einem äußeren Leiter, der die Form eines Hohlzylinders hat (Abstand b von der Symmetrieachse). Ein Gleichstrom I fließe durch den inneren Leiter in eine Richtung und durch den äußeren Leiter zurück. Zwischen den beiden Leitern bestehe eine konstante Spannungsdifferenz V, die durch einen Verbraucher (z.B. einen Widerstand) am Ende der Leitungen hervorgerufen wird. Der Ohmsche Widerstand der Leitungen sei zu vernachlässigen.



(a) Bestimmen Sie das skalare elektrische Potential $\Phi(\vec{r})$ im Zwischenraum ($a < r < b$) als Lösung der Laplace-Gleichung. Verwenden Sie dazu die Darstellung des Laplace-Operators in den Koordinaten, die der Symmetrie des Problems angepasst sind. Die auftretende Integrationskonstante soll durch V ausgedrückt werden.

(b) Bestimmen Sie das elektrische Feld zwischen den Leitern.

(c) Berechnen Sie den Poynting-Vektor im Zwischenraum. Wie groß ist die pro Zeiteinheit transportierte Energie und in welche Richtung fließt sie?