Elektrodynamik und Relativitätstheorie Übungen

Tutorium: 17. 11. 95

1. Die Halbebene $z = 0$, $y > 0$ sei auf dem Potential V; die Halbebene $z = 0$, $y < 0$ sei auf dem Potential $(-V)$. Berechnen Sie das Potential Φ und die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ für den ladungsfreien Halbraum $z > 0$. Wie lautet die Flächenladungsdichte σ auf der Ebene $z = 0$?
   [Hinweis: Berechnen Sie mit Hilfe der Methode der Spiegelladungen zunächst die Dirichlet'sche Greenfunktion $G_D(x, x')$.]

2. Gegeben sei ein Hohlleiter von rechteckigem Querschnitt ($0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$). Die Oberfläche dieses Wellenleiter werde als ideal leitend angenommen.

   (a) Welche Randbedingungen und welche Gleichungen müssen das $\vec{E}$- und $\vec{B}$-Feld erfüllen? Berechnen Sie die elektrischen und magnetischen Feldstärken für den Fall einer TE-Welle.

   (b) Welche Grenzfrequenz ergibt sich für den Fall $a > b$? (Hinweis: Laufende Wellen erhält man nur für reelle Wellenzahlen k)

   (c) Berechnen Sie den Poyntingvektor und das zeitliche Mittel der entlang des Hohlleiters von einer Mode transportierten Leistung bei vorgegebener Frequenz.

3. In einem unendlich langen zylindrischen Leiter vom Radius a fließt in Achsenrichtung ein über die Querschnittsfläche gleichmäßig verteilter Strom I. Dieser Leiter ist koaxial von einem leitenden Hohlzylinder mit dem inneren Radius b und dem äußeren Radius d umschlossen, in welchem der über die Querschnittsfläche gleichmäßig verteilte Strom $(-I)$ fließt. Berechnen Sie

   (a) das Magnetfeld in den verschiedenen Raumbereichen;

   (b) die Selbstinduktion pro Längeneinheit L/ℓ.

   (c) Was ergibt sich für L/ℓ für den Fall, daß Hin- und Rückleitung gleichen Querschnitt besitzen und außerdem die isolierende Schicht zwischen den beiden Leitern sehr dünn ist (d.h. $a \approx b$ gesetzt werden kann).