

**Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik III**  
(Theorie C – Elektrodynamik)    **WS 12-13**

**Prof. Dr. Alexander Mirlin**  
**Dr. Igor Gornyi**

**Blatt 10**  
**Besprechung 09.01.2013**

Aufgabe 1:    **Koaxialkabel** (5+3+2=10 Punkte)

Ein Koaxialkabel bestehe aus einem langen Draht mit Radius  $a$  in einem langen Hohlzylinder mit Innenradius  $b$  ( $b > a$ ). Draht und Zylinder seien konzentrisch zur  $z$ -Achse.

Das Koaxialkabel überträgt eine reine TEM-Welle:

$$\vec{E} = E_0 f_E(\rho) e^{i(kz - \omega t)} \vec{e}_\rho, \quad \vec{B} = E_0 f_B(\rho) e^{i(kz - \omega t)} \vec{e}_\varphi, \quad (1)$$

wobei  $\vec{e}_\rho$  und  $\vec{e}_\varphi$  die Einheitsvektoren in Zylinderkoordinaten  $(\rho, \varphi, z)$  sind.

- (a) Bestimmen Sie die Funktionen  $f_E(\rho)$ ,  $f_B(\rho)$  und den Poynting-Vektor für die TEM-Welle.
- (b) Finden Sie die Längenladungsdichte des inneren Drahtes.
- (c) Finden Sie den Strom im inneren Draht.

Aufgabe 2:    **Abstrahlung einer Ladungsverteilung** (5+2+5+3=15 Punkte)

Gegeben sind zwei positive Ladungen  $q$  im Vakuum. Sie befinden sich auf der  $z$ -Achse bei

$$z_{1,2}(t) = \pm a [1 + \cos(\omega_0 t)].$$

Im Ursprung befindet sich zusätzlich die Ladung  $-2q$ .

- (a) Bestimmen Sie das kleinste nichtverschwindende Multipolmoment der Ladungsverteilung.
- (b) Schreiben Sie das obige Multipolmoment zerlegt in die einzelnen Frequenzkomponenten.
- (c) Berechnen Sie für jede Frequenz  $\omega$  die Felder  $\vec{B}$  und  $\vec{E}$  im Fernfeld mit  $a \ll \lambda \ll r$ .
- (d) Berechnen Sie die von der Ladungsverteilung abgestrahlte Leistung pro Raumwinkel und die gesamte abgestrahlte Leistung  $P$ . Skizzieren Sie  $\frac{dP}{d\Omega}$ .

Aufgabe 3:    **Hohlraumresonator** (10+5=15 Bonuspunkte)

Betrachten Sie einen zylindrischen Hohlraumresonator mit Innenradius  $a$  und Länge  $l$ .

- (a) Finden Sie die Eigenmoden des Resonators.
- (b) Drücken Sie die Eigenfrequenzen des Resonators durch die Nullstellen der Ableitung der Bessel-Funktion aus.