Elektrodynamik und Relativitätstheorie Übungen

Tutorium: 1. 12. 95

1. Eine Antenne bestehe aus sieben gleichen, in Phase schwingenden Hertzschen Dipolen mit Moment
$$\vec{p}(t) = p_0 \vec{e}_z e^{-i\omega t},$$
welche sich an den Stellen
$$\vec{r}_j = (j\frac{\lambda}{2}, 0, 0), \qquad j = \pm 3, \pm 2, \pm 1, 0$$
befinden. Dabei bedeutet λ die zur Kreisfrequenz ω gehörige Wellenlänge.
   (a) Berechne die mittlere Abstrahlungsleistung pro Raumwinkeleinheit in einer Periode $T = 2\pi/\omega$.
   (b) Skizziere die Abstrahlungscharakteristik in der xy-Ebene (Polardiagramm). Für welche Richtung ist die mittlere Abstrahlungsleistung maximal?

2. Ein Hertzscher Dipol mit Moment
$$\vec{p}(t) = p_0 \vec{e}_z e^{-i\omega t}$$
befinde sich im Abstand $\lambda/2 = \pi c/\omega$ von einer idealen unendlichen Leiterplatte in der xy-Ebene.
   (a) Verifiziere, daß in Analogie zur Methode der Bildladungen in der Elektrostatik die Randbedingungen durch eine geeignete Spiegelung des Dipols erfüllt werden können.
   (b) Berechne für den Halbraum $z > 0$ die mittlere Abstrahlungsleistung pro Raumwinkeleinheit in der Periode $T = 2\pi/\omega$.

3. Zwei Punktladungen $q_1 = q$ und $q_2 = q$ schwingen gemäß $\vec{r}_1(t) = (0, 0, a \sin \omega t)$ und $\vec{r}_2(t) = (0, 0, -a \sin \omega t)$, wobei die Schwingungsamplitude a klein gegen die Wellenlänge der emittierten elektromagnetischen Strahlung sein soll.

   Welche Art von Strahlung (Multipoltyp und Frequenz) wird von diesem System in niedrigster Näherung ausgestrahlt? Berechne in dieser Näherung die mittlere Abstrahlungsleistung pro Raumwinkeleinheit und die im Zeitmittel abgestrahlte Gesamtleistung.

   [Hinweis: Beachte, daß Ladungs- und Stromdichte in diesem Fall *nicht* zeitlich harmonisch sind.]