



Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie
Sommersemester 2009

7. Übungsblatt

Abgabe bis zum 22.06.2009 in der Übung
Besprechung am 29.06.2009 in der Übung

17. Plattensender (6 Punkte)

Ein Plattensender erzeuge links und rechts der yz -Ebene eines geeignet gewählten Koordinatensystems das elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{x}, t) = E_0 (\Theta(x) \cos(kx - \omega t) + \Theta(-x) \cos(kx + \omega t)) \vec{e}_y. \quad (1)$$

Berechne, welche Stromdichte $\vec{j}(\vec{x}, t)$ hierzu experimentell zu realisieren ist.
Hinweis: Berechne zunächst das Magnetfeld $\vec{B}(\vec{x}, t)$.

18. Zwei Wellen (6 Punkte)

Zwei ebene Wellen gleicher Amplitude, Phase und Frequenz, die eine in y -Richtung polarisiert und in negativer z -Richtung propagierend, die andere in Richtung $\vec{e} = (0, \cos \alpha, \sin \alpha)$ polarisiert und in positiver x -Richtung propagierend, treffen auf viele kleine Detektoren, die dicht auf der Geraden $\vec{x}(\lambda) = \lambda(1, 0, 1)$, $-\infty < \lambda < \infty$, angebracht sind. Diese messen das zeitgemittelte quadrierte elektrische Feld (die Intensität):

$$I(\lambda) := \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T E^2(\vec{x}(\lambda), t) dt \quad (2)$$

Welches elektrische Feld $\vec{E}(\vec{x}, t)$ entsteht insgesamt? Berechne $I(\lambda)$. Welchen Abstand $\Delta\lambda$ haben die Maxima von I auf der Geraden? Bei welchem Polarisationswinkel α entsteht das ausgeprägteste Interferenzbild und bei welchem das langweiligste?

19. Sendeantenne (6 Punkte)

In der Sendeantenne einer Fernsehanstalt herrsche die Stromdichte

$$\vec{j}(\vec{x}, t) = \delta(x)\delta(y) \sin(k(\ell - z))\Theta(z)\Theta(\ell - z) \sin(\omega t)\vec{e}_z, \quad k = \omega/c. \quad (3)$$

Berechne in der Fernzone ($r = |\vec{x}| \gg \ell$, aber nicht unbedingt $\lambda = 2\pi/k \gg \ell$) das Vektorpotential \vec{A} bis zu

$$\vec{A}(\vec{x}, t) = \dots \int_0^\ell \dots \sin(\omega t - kr + \dots), \quad (4)$$

wobei im Argument des Sinus bereits Terme der Ordnung $k\ell^2/r$ weggelassen wurden. Betrachte nun die Strahlung am Erdboden (xy -Ebene). Dies vereinfacht $\vec{A}(\vec{x}, t)$ weiter, und man erhält leicht den führenden Term von \vec{B} in der xy -Ebene. Für welche Länge ℓ der Sendeantenne wird die Intensität des Magnetfelds \vec{B} (das zeitgemittelte Quadrat, vergleiche Aufgabe 19) maximal?