



Theoretische Physik II (Elektrodynamik)

SS04, Studienziel Diplom (160 203)

Dozent: J. König Übung: M. Braun, B. Kubala, J. Splettstößer, D. Urban

Übungsblatt 12 Abgabe: 20.07.04 vor der Vorlesung

Aufgabe 43: Lineare Antenne mit symmetrischer Speisung (5 Punkte)
Gegeben sei die Stromverteilung $\vec{j}(\vec{r}, t) = \vec{j}(\vec{r}) e^{-i\omega t}$ mit

$$\vec{j}(\vec{r}) = \begin{cases} I\delta(x)\delta(y)\sin(k\frac{d}{2} - k|z|)\hat{e}_z & \text{für } |z| < d/2 \\ 0 & \text{sonst;} \end{cases}$$

mit $\omega = kc$.

(a) Leiten Sie aus dem retardierten Vektorpotential das Vektorpotential des Fernfeldes

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{e^{i(kr - \omega t)}}{r} \int dV' \vec{j}(\vec{r}') e^{ik(\hat{r} \cdot \vec{r}')} \quad (1)$$

her. An welcher Stelle wurde welche Näherung benutzt?

- (b) Berechnen Sie $\vec{A}(\vec{r}, t)$ in Kugelkoordinaten. (Tipp: $\hat{e}_z = \cos\vartheta\hat{e}_r - \sin\vartheta\hat{e}_\vartheta$)
- (c) Geben Sie \vec{E} und \vec{B} im Fernfeld(!) als Funktion von A_r , A_ϑ , und A_φ an.
- (d) Berechnen Sie aus den physikalischen (reellen) Felder \vec{E} und \vec{B} den zeitlichen Mittelwert des Poynting Vektors $\langle \vec{S} \rangle$.
- (e) Zeichnen Sie $\langle \vec{S} \rangle$ für eine sog. $\frac{\lambda}{2}$ -Antenne ($d = \frac{\lambda}{2}$) und eine λ -Antenne im Fernfeld.
- (f) Zeigen Sie, dass die Abstrahlungscharakteristik für $d/\lambda \ll 1$ der eines Dipolstrahlers entspricht.

Aufgabe 44: Kovariante Formulierung der inhomogenen Maxwellgleichungen (3 Punkte)
Zeigen Sie, dass

$$\partial_\nu F^{\mu\nu} = \mu_0 j^\mu \quad (2)$$

die zwei inhomogenen Maxwellgleichungen enthält.

Aufgabe 45: Kovariante Formulierung der homogenen Maxwellgleichungen**(4 Punkte)**

Zeigen Sie, dass

$$\partial^\lambda F^{\mu\nu} + \partial^\mu F^{\nu\lambda} + \partial^\nu F^{\lambda\mu} = 0 \quad (3)$$

die zwei homogenen Maxwellgleichungen beinhaltet. Um nicht alle 3^4 Kombinationen von μ, ν, λ durchspielen zu müssen, gehen Sie wie folgt vor:

- (a) Was passiert bei einer Permutation von μ, ν und λ in der obigen Gleichung?
- (b) Behandeln Sie den Fall $\mu = \nu = \lambda$.
- (c) Überlegen Sie sich den Fall zwei gleicher Indizes, z.B. $\mu = \nu$. (Tipp: $F^{\lambda\nu} = -F^{\nu\lambda}$)
- (d) Behandeln Sie explizit die letzten 4 Fälle, bei denen alle drei Indizes unterschiedlich sind (ohne Permutationen der Indizes). Erinnern Sie sich, dass $\partial^\nu \neq \partial_\nu$!

Termine: (siehe auch <http://www.tp3.ruhr-uni-bochum.de/~koenig/LEHRE/SS04/>)

!! Achtung !!

Auf mehrfachen Wunsch wurde der Termin der (Haupt-)Klausur von Do auf Fr verlegt.
(Haupt-)Klausur: Fr, 30.07.2004, 9.30-11.30 Uhr in HZO 60

Mitzubringen sind: Studentenausweis, Papier und Stifte.