

Elektrodynamik für das Lehramt WS 22/23

DR. L. JANSSEN

14. Übung (Besprechung: 31.01.-03.02.23)

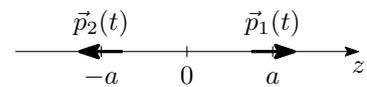
1. Strahlung eines zeitabhängigen magnetischen Dipols

Ein magnetischer Punktdipol $\vec{m}(t) = \vec{m}_0 \cos \omega t$ befinde sich im Koordinatenursprung und sei durch Stromdichte $\vec{j}(\vec{r}, t) = -\vec{m}(t) \times \nabla \delta(\vec{r})$ und Ladungsdichte $\rho(\vec{r}, t) = 0$ beschrieben.

- Zeigen Sie, dass $\vec{j}(\vec{r}, t)$ und $\rho(\vec{r}, t)$ für den magnetischen Punktdipol die Kontinuitätsgleichung erfüllen.
- Bestimmen Sie die retardierten Potentiale $\vec{A}(\vec{r}, t)$ und $\varphi(\vec{r}, t)$.
Hinweis: Benutzen Sie die in der Vorlesung angegebenen allgemeinen Lösungen der Bestimmungsgleichungen für die Potentiale.
- Bestimmen Sie die Felder $\vec{E}(\vec{r}, t)$ und $\vec{B}(\vec{r}, t)$. Diskutieren Sie diese für die Nahzone $r \ll \lambda$ und die Fernzone $r \gg \lambda$, wobei $\lambda = 2\pi c/\omega$ die Wellenlänge der Strahlung sei.
- Bestimmen Sie den Poynting-Vektor \vec{S} in der Fernzone. Wie groß ist die insgesamt abgestrahlte Leistung?

2. Strahlung zweier Hertz'scher Dipole

Zwei antiparallele identische elektrische Punktdipole $\vec{p}_1(t) = -\vec{p}_2(t) = \vec{e}_z p_0 \cos \omega t$ seien im Abstand $2a$ symmetrisch um den Koordinatenursprung auf der z -Achse angeordnet.



- Bestimmen Sie für die Fernzone ($r \gg a$ und $r \gg \lambda = 2\pi c/\omega$) die Intensität der abgestrahlten Welle als Funktion des Abstrahlwinkels $\vartheta = \angle(\vec{e}_z, \vec{e}_r)$ und vergleichen Sie diese mit dem Ergebnis für einen einzelnen Dipol.
Hinweis: Nutzen Sie das \vec{B} -Feld eines Punktdipols aus der Vorlesung und überlagern Sie die beiden zu den Dipolen gehörenden Felder. Ermitteln Sie daraus dann den Poynting-Vektor \vec{S} .
- Interpretieren Sie das Ergebnis.
- Was ergibt sich speziell für den Fall $a \ll \lambda$?