1 Induktion und Verschiebungsstrom

Ein unendlich langes, gerades Kabel führt einen langsam veränderlichen Strom $I(t)$.
(a) Bestimmen sie das elektrische Feld als Funktion vom Abstand s vom Kabel.
(b) Nun wird um das Kabel ein zylinderförmiger Mantel mit Radius a gelegt, in dem der Strom zurückfließt(„Koaxialkabel“). Desweiteren fließe nun der Strom $I(t) = I_0 \cos \omega t$. Wie lautet jetzt das elektrische Feld?
(c) Bestimmen sie hieraus die Verschiebungsstromdichte $\vec{j}_d$ und den gesamten Verschiebungsstrom I_d.
(d) Vergleichen sie I_d mit I. Wie hoch müsste die Frequenz ω sein, damit bei einem Kabel mit Außendurchmesser 2mm der Verschiebungsstrom 1% von I ist?

2 Poteniale und Felder

(a) Finden sie die Felder zu den Potentialen $V(\vec{r},t) = 0$ und $\vec{A}(\vec{r},t) = -\frac{qt}{4\pi\epsilon_0 r^2}\vec{e}_r$.
(b) Nun seien $V(\vec{r},t) = 0$ und $\vec{A}(\vec{r},t) = A_0 \sin(kx - \omega t)\vec{e}_y$. Bestimmen sie $\vec{E}$ und $\vec{B}$ und überprüfen sie die Maxwell-Gleichungen im Vakuum. Welche Bedingungen müssen sie für ω und k fordern?

3 retardierte Potentiale

Ein Stromkreis, der aus zwei konzentrischen Halbkreisen unterschiedlicher Radien besteht, die geradlinig verbunden sind, trägt den Strom $I(t) = kt$. Berechnen sie das retardierte Potential $\vec{A}$ im Mittelpunkt der Halbkreise und daraus das dortige elektrische Feld. Warum produziert dieser elektrisch neutrale Stromkreis überhaupt ein elektrisches Feld? Warum können sie mit diesem Ausdruck für $\vec{A}$ nicht das magnetische Feld berechnen?

4 sich drehender geladener Ring

Sie haben einen Plastikring auf dem Ladung aufgeklebt ist, so dass die Linienladungsdichte $\lambda = \lambda_0|\sin(\frac{\theta}{2})|$ ist. Nun drehen sie den Ring mit der Winkelgeschwindigkeit ω um seine Achse. Finden sie die exakten Ausdrücke für das skalare und das Vektorpotential im Mittelpunkt.(Hinweise: $\lambda = \lambda(\phi,t)$ mit $\theta = \phi - \omega t$, $\int_0^{2\pi} \sin(\frac{\theta}{2}) \sin(\theta + \omega t) d\theta = -\frac{4}{3}\sin(\omega t)$, $\int_0^{2\pi} \sin(\frac{\theta}{2}) \cos(\theta + \omega t) d\theta = -\frac{4}{3}\cos(\omega t)$)

5 elektrische Dipolstrahlung

(a) Ausgehend von dem exakten Ausdruck für das Potential einer harmonisch oszillierenden Ladungsverteilung

$$\vec{A}(\vec{r},t) = \mathrm{Re}\,\vec{A}_0 e^{i\omega t} = \mathrm{Re}\, e^{i\omega t}\frac{1}{c}\int d^3r'\,\vec{j}_0(\vec{r}')\frac{e^{ik|\vec{r}-\vec{r}'|}}{|\vec{r}-\vec{r}'|}$$

leiten sie den Ausdruck für den elektrischen Dipolanteil der Stahlung weit weg von der Quelle her.

(b) Berechnen sie die Felder, die abgestrahlte Leistung pro Raumwinkel und die gesamte abgestrahlte Leistung für die elektrische Dipolstrahlung.(Hinweis: vernachlässigen sie Terme die mit $\frac{1}{r^2}$ abfallen)
(c) Wie groß ist der Strahlungswiderstand bei einem reinen Dipol mit $\rho(t) = q_0 \cos(\omega t)$? Das ist der Widerstand, der zum gleichem durchschnittlichen Leistungsverlust (aufgrund von Hitze) führen würde wie durch Abstrahlung auftritt. Zeigen sie dass er durch $R = 790 \frac{d}{\lambda}^2 \Omega$ gegeben ist. Wie groß ist er für einen Radio mit $d = 5\text{cm}$?