ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK C FÜR LEHRAMTSKANDIDATEN / MODERNE THEORETISCHE PHYSIK FÜR METEOROLOGEN UND GEOPHYSIKER

BLATT 6

Prof. Dr. F.R. Klinkhamer; Dr. S.Thambyahpillai
Institut für Theoretische Physik

Abgabe: 01. 12. 10
Besprechung: 03. 12. 10

Name: ....

Bitte die Gruppe ankreuzen und dieses Blatt mit abgeben (bitte tackern):

☐ Gruppe 1
Wolfgang Hollik

☐ Gruppe 2
Ramona Gröber

*

Aufgabe 1: Koaxialkabel 5

Ein Koaxialkabel bestehe aus einem langen Draht mit Radius a in einem langen Hohlzylinder mit Innenradius b ($b > a$). Draht und Zylinder seien konzentrisch zur z-Achse. In diesem Fall sind elektromagnetische Wellen dispersionslos, d.h. $\omega = ck$. $\vec{E}$- und $\vec{B}$-Feld in Zylinderkoordinaten ρ, φ, z seien

$$\vec{E} = \frac{E_0 \cos(kz - \omega t)}{\rho} \vec{e}_\rho \,, \quad \vec{B} = \frac{E_0 \cos(kz - \omega t)}{\rho} \vec{e}_\varphi .$$

i) Zeigen Sie, daß diese Felder die Maxwellgleichungen sowie die Randbedingungen für einen Wellenleiter erfüllen. [Die Randbedingungen für einen Wellenleiter verlangen, daß an den Wänden des Wellenleiters die Tangentialkomponenten des elektrischen Feldes sowie die Normalkomponenten des magnetischen Feldes verschwinden.] *3P*

ii) Finden Sie die Längenladungsdichte $\lambda(z, t)$ des inneren Drahtes. *1P*

iii) Finden Sie den Strom im inneren Draht. *1P*

*19. November 2010 14:35 Uhr

(bitte wenden)

Aufgabe 2: Reflexion an einer leitenden Fläche	5

i) In einem leitenden Material mit Leitwert σ propagiere eine monochromatische ebene elektromagnetische Welle in die positive z-Richtung. Die Polarisation zeige in die x-Richtung, Frequenz und elektrische bzw. magnetische Amplituden seien mit ω, E_0 und B_0 bezeichnet. Die Wellengleichungen lauten in diesem Fall *3P*

$$\Delta \vec{E} = \mu\epsilon \frac{\partial^2}{\partial t^2} \vec{E} + \mu\sigma \frac{\partial}{\partial t} \vec{E}\,, \quad \Delta \vec{B} = \mu\epsilon \frac{\partial^2}{\partial t^2} \vec{B} + \mu\sigma \frac{\partial}{\partial t} \vec{B}.$$

Geben Sie einen Ansatz für $\vec{E}$ und $\vec{B}$ an. [Hinweis: wegen der Dämpfungsterme wird der Wellenvektor $\vec{k}$ komplex.] Finden Sie $\vec{k}^2$ als Funktion von ϵ, μ, σ und ω.

Berechnen Sie mittels der Maxwell-Gleichung $\nabla \times \vec{E} = -\partial \vec{B}/\partial t$ den Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Amplitude.

[Diese Aufgabe benützt SI-Einheiten!]

ii) Überprüfen Sie, daß die elektromagnetische Welle in Ausbreitungsrichtung gedämpft wird. *2P*

Aufgabe 3: Feld einer bewegten Punktladung	2

Eine Punktladung q, die zur Zeit $t = 0$ am Ursprung $\vec{r} = 0$ war, bewege sich mit der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$. Man kann zeigen, ausgehend von den Liénard–Wiechert-Potentialen für eine beliebige bewegte Punktladung, daß sich die entsprechenden Potentiale als

$$\Phi(\vec{r}, t) = \frac{qc}{\sqrt{(c^2 t - \vec{r} \cdot \vec{v})^2 + (c^2 - \vec{v}^2)(\vec{r}^2 - c^2 t^2)}},$$

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{\vec{v}}{c} \Phi(\vec{r}, t),$$

schreiben lassen.
Berechnen Sie das elektrische Feld der gleichförmig bewegten Punktladung. In welche Richtung zeigt dieses Feld?