

ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK III
(THEORIE C, ELEKTRODYNAMIK), WS 2011/12

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

BLATT 9

Abgabe: 09. 01. 12
Besprechung: 11. 01. 12

Name:

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

- | | | | |
|--|--|---|---|
| ☐ Gruppe 1
Matthias Weinreuter | ☐ Gruppe 2
Juraj Streicher | ☐ Gruppe 3
Philip Wollfarth | ☐ Gruppe 4
Ulf Briskot |
| ☐ Gruppe 5
Valentin Bolsinger | ☐ Gruppe 6
Robin Roth | ☐ Gruppe 7
Julian Stöckel | ☐ Gruppe 8
Stefan Miereis |
| ☐ Gruppe 9
Philipp Rudo | ☐ Gruppe 10
Marius Bürkle | ☐ Gruppe 11
Guillaume Chalons | ☐ Gruppe 12
Justus Zorn |
| ☐ Gruppe 13
Yasmin Anstruther | | | |

*

Aufgabe 1: Elektromagnetische Welle

1

Das elektrische Feld einer ebenen elektromagnetischen Welle im Vakuum lautet

$$\vec{E} = E_0(\sin(kz - \omega t), 2 \cos(kz - \omega t), 0).$$

Wie lautet das zugehörige magnetische Feld?

Aufgabe 2: Doppelbrechung

4

Wir betrachten ein anisotropes Medium, in dem die Dielektrizitätskonstante richtungsabhängig und daher durch einen Tensor ϵ_{ij} gegeben ist. Wählt man die Hauptachsen des Tensors als (kartesische) Koordinatenachsen, dann gilt $D_i = \epsilon_i E_i$, wobei die ϵ_i die Eigenwerte des dielektrischen Tensors sind. Weiters soll gelten $\epsilon_x = \epsilon_y$ (einachsiges Medium).

- i) Welche Gleichung gilt für das elektrische Feld einer ebenen elektromagnetischen Welle mit Frequenz ω und Wellenvektor $\vec{k}$? 1P

(bitte wenden)

- ii) Welche Dispersionsrelationen (d.h. $\omega = \omega(\vec{k})$) ergeben sich hieraus? Wie lauten die Phasengeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Richtung des Wellenvektors? 3P

Aufgabe 3: Koaxialkabel

3

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. 1P
- ii) Finden Sie die Längenladungsdichte $\lambda(z, t)$ des inneren Drahtes. 1P
- iii) Finden Sie den Strom im inneren Draht. 1P

Aufgabe 4: Reflexion an Grenzschicht

4

Eine ebene elektromagnetische Welle fällt aus einem optisch dichteren Medium kommend (Brechungsindex n_1) durch eine ebene Grenzschicht in ein optisch dünneres Medium mit Brechungsindex $n_2 < n_1$. Beide Medien haben dieselbe Permeabilität. Weiters soll für die einfallende elektromagnetische Welle gelten, dass die Komponente des elektrischen Feldes in der Einfallsebene vom Betrag her gleich der Komponente senkrecht zur Einfallsebene ist.

- i) Berechnen Sie für den Bereich von Totalreflexion die Phasenverschiebung zwischen der Komponente des reflektierten $\vec{E}$ -Feldes senkrecht zur Einfallsebene und der Komponente in der Einfallsebene in Abhängigkeit vom Einfallswinkel und vom Verhältnis n_2/n_1 . 2P
- ii) Wie muss bei gegebenen Medien der Einfallswinkel gewählt werden, damit die reflektierte Welle zirkular polarisiert ist? 1P
- iii) Was ist der maximale Wert von n_2/n_1 , für den die reflektierte Welle zirkular polarisiert sein kann? 1P