

Prof. Dr. Holger Stark
Johannes Blaschke, Alice von der Heydt, Benjamin Lingnau, Maria Zeitz,
Samuel Brem, Christopher Wächtler

13. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Mo. 01.02.2016 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

M Aufgabe 39: Kugelwelle

Die einfachste Form der sphärischen Welle ist gegeben durch das Elektrische Feld:

$$\mathbf{E}(r, \theta, \phi) = A \frac{\sin \theta}{r} \left[\cos(kr - \omega t) - \frac{\sin(kr - \omega t)}{kr} \right] \hat{\mathbf{e}}_\phi$$

wobei $\omega/k = c$ ist.

- Berechnen Sie das dazugehörige magnetische Feld.
- Zeigen Sie dass die Lösungen aus (a) die Maxwell'schen Gleichungen im Vakuum erfüllen.
- Berechnen sie den Poyntingvektor \mathbf{S} . Bestimmen Sie den Intensitätsvektor $\mathbf{I} = \langle \mathbf{S} \rangle$ indem Sie über eine vollständige Periode mitteln. In welche Richtung zeigt der Mittelwert $\langle \mathbf{S} \rangle$? Wie hängt er vom Abstand r ab?
- Integrieren Sie $\mathbf{I} \cdot d\mathbf{a}$ (sei da das Flächenelement) über eine sphärische Oberfläche um den Ursprung und bestimmen Sie die abgestrahlte Leistung. Hängt das Resultat von R ab?

S Aufgabe 40 (10 Punkte): Fresnelsche Formeln

- Verwenden Sie die Stetigkeitsbedingungen sowie das Gesetz von Snellius, um die folgenden Gleichungen für die Amplitudenverhältnisse ($t = \frac{E'}{E}$, $r = \frac{E''}{E}$) der einfallenden (E), transmittierten (E') und reflektierten (E'') ebenen Wellen für parallele und senkrechte Polarisierung bezüglich der Einfallsebene herzuleiten (es darf der Fall $\mu = \mu'$ betrachtet werden):

$$r_{\parallel} = \frac{E''_{\parallel}}{E_{\parallel}} = \frac{n'^2 \cos \varphi - n \sqrt{n'^2 - n^2 \sin^2 \varphi}}{n'^2 \cos \varphi + n \sqrt{n'^2 - n^2 \sin^2 \varphi}} \quad (1)$$

$$r_{\perp} = \frac{E''_{\perp}}{E_{\perp}} = \frac{n^2 \cos \varphi - n \sqrt{n'^2 - n^2 \sin^2 \varphi}}{n^2 \cos \varphi + n \sqrt{n'^2 - n^2 \sin^2 \varphi}} \quad (2)$$

- Stellen Sie (für $\mu = \mu'$) die Reflektivitäten $R_{\parallel} = |r_{\parallel}|^2$ und $R_{\perp} = |r_{\perp}|^2$ in Abhängigkeit vom Einfallswinkel φ graphisch dar. Verwenden Sie

(i) $n = 1, n' = 1.5$ [Luft \rightarrow Glas]

(ii) $n = 1, n' = 1$ [Glas \rightarrow Luft]

Kennzeichnen und erläutern Sie den Brewsterwinkel und die Totalreflektion anhand der Grafik.

S Aufgabe 41 (10 Punkte): Wellenausbreitung in Materialien

Es gelte

$$\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu \mathbf{H}, \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}, \quad \rho = 0,$$

wobei die Materialkonstanten ε , μ und σ räumlich und zeitlich konstant seien.

13. Übung TPIII WS 15/16

- (a) Entkoppeln Sie die makroskopischen Maxwell-Gleichungen, und leiten Sie separate Differentialgleichungen für \mathbf{E} und \mathbf{H} her.
- (b) Lösen Sie die Gleichungen für \mathbf{E} durch den Ansatz einer linear polarisierten, ebenen Welle, und finden Sie die Dispersionsrelation zwischen \mathbf{k} und ω .
- (c) Berechnen Sie das zu \mathbf{E} gehörende \mathbf{B} -Feld, das Verhältnis der Amplituden und die relative Phasenverschiebung.
- (d) Stellen Sie \mathbf{k} dar als $\mathbf{k} = \frac{\omega}{c}(n + i\kappa)\hat{\mathbf{k}}$ mit $\hat{\mathbf{k}} = \mathbf{k}/|\mathbf{k}|$, berechnen Sie n und κ , und interpretieren Sie diese Größen physikalisch.

Zum Übungsbetrieb: Die Übungsaufgaben teilen sich auf in mündliche **M** und schriftliche **S** Aufgaben. Die Bedingung für die Vergabe eines Übungsscheins gliedert sich daher in zwei Teile:

- Es müssen mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte erreicht werden. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Vorrechnen: Jeder Student kreuzt vor jeder Übung diejenigen Aufgaben auf einer ausliegenden Liste an, die er oder sie bearbeitet hat. Wer eine Aufgabe angekreuzt hat, ist bereit diese Aufgabe an der Tafel vorzurechnen. Für den mündlichen Teil des Scheinkriteriums müssen am Ende des Semesters in Summe 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt sein.

	Mo	Di	Mi	Do	Fr
08-10					EW 203 HS
10-12				EB 133C AH/MZ	BH-N 333 BL/JB
12-14	ER 164 CW	H 3012 SB	EW 203 HS		
14-16			H 1029 CW		
16-18			BH-N 333 SB		

Sprechstunden			
HS	Prof. Dr. Holger Stark	Fr 11:30–12:00	EW 709
AH	Alice von der Heydt	Do 13–14	EW 266
BL	Benjamin Lingnau	Di 14–15	EW 629
CW	Christopher Wächtler	Mo 14–15	EW 060
JB	Johannes Blaschke	Do 10–11	EW 708
MZ	Maria Zeitz	Mi 10–11	EW 702
SB	Samuel Brem	Di 11–12	EW 060