

Prof. Dr. Gernot Schaller

Dr. Dirk Kulawiak, Dr. Jérôme Burelbach, Alexander Kraft, Philip Knospe, Philipp Stammer

8. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik**Abgabe: Mo. 17.12.2018 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude****Aufgabe 23 (6 Punkte): Kugelwellen**Zeigen Sie, dass die lineare Superposition ebener Wellen $e^{i(\mathbf{q}\cdot\mathbf{r}-\omega t)}$ mit der Amplitudenfunktion

$$\hat{u}(\mathbf{q}, \omega) = \frac{2\delta(\omega - \omega_0)}{q^2 - q_0^2} \quad \text{mit } q := |\mathbf{q}|$$

eine Kugelwelle darstellt. Es ist sinnvoll, die Integrationen bezüglich \mathbf{q} in Kugelkoordinaten und mit Hilfe des Residuenkalküls auszuführen.**Aufgabe 24 (14 Punkte): Idealer Koaxialleiter**Betrachten Sie zwei konzentrische unendlich lange und ideal leitende Zylinder mit Radius $R_1 < R_2$. Der äußere Zylinder sei unendlich dünn. Diese beiden Zylinder bilden einen Hohlleiter, dessen Zwischenraum ($R_1 < r < R_2$) mit einem homogenen isotropen Dielektrikum (ϵ, μ) gefüllt ist.

- (a) Welche Randbedingungen gelten für ein elektromagnetisches Feld im Raumgebiet $R_1 \leq r \leq R_2$?
- (b) Betrachten Sie elektromagnetische Felder, die entlang der Symmetrieachse (z-Achse) propagieren und die transversal sind, d.h. $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) \cdot \mathbf{e}_z = \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) \cdot \mathbf{e}_z = 0$. Welche Dispersionsrelation muß für solche TEM (transversal elektromagnetische) Moden gelten?
- (c) Zeigen Sie, dass für TEM-Moden folgende Eigenschaften gelten:

$$\begin{aligned} - \Delta \mathbf{E}_{\text{TEM}}(\mathbf{r}, t) &= \Delta \mathbf{B}_{\text{TEM}}(\mathbf{r}, t) = 0, \\ - \mathcal{E}(x, y) &= -\nabla \phi(x, y) \quad \text{und} \quad \Delta \phi(x, y) = 0, \\ - \mathcal{B}(x, y) &= \frac{\sqrt{\epsilon\mu}}{c} \mathbf{e}_z \times \mathcal{E}(x, y) \end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_{\text{TEM}}(\mathbf{r}, t) &= \mathcal{E}(x, y) e^{-i(\omega t - kz)} \\ \mathbf{B}_{\text{TEM}}(\mathbf{r}, t) &= \mathcal{B}(x, y) e^{-i(\omega t - kz)} \end{aligned} \tag{1}$$

- (d) Bestimmen Sie die allgemeinste Form eines TEM-Feldes. Was passiert für $R_1 \rightarrow 0$? Gibt es Frequenzen mit denen sich elektromagnetische Wellen im Koaxialleiter nicht ausbreiten können?
- (e) Berechnen Sie die über eine Periode gemittelte Leistung, die durch eine Fläche senkrecht zur Zylinderachse zwischen den beiden ideal leitenden Zylindern transportiert wird.

8. Übung TPIII WS 18/19

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

Sprechstunden		
Prof. Dr. Gernot Schaller	EW 744	Di, 13-14 Uhr
Dr. Dirk Kulawiak	EW 627	Di, 14-15 Uhr
Dr. Jérôme Burelbach	EW 708	Mi, 11-12 Uhr
Alexander Kraft	EW 269	Mi, 15-16 Uhr
Philip Knospe	EW 060	Mi, 16-17 Uhr
Philipp Stammer	EW 060	Fr, 14-15 Uhr