

**Übungsblatt 12**  
**Theoretische Physik III: Elektrodynamik**  
**SS 2014**

Fakultät Mathematik und Physik, Universität Stuttgart  
Prof. Dr. Dr. R. Hilfer  
A. Lemmer (andreas.lemmer@icp.uni-stuttgart.de)

---

**Aufgabe 1 (Votieraufgabe)**

**4 Punkte**

Man betrachte einen linearen, homogenen und ungeladenen Isolator.

1. Geben Sie die Maxwell-Gleichungen für die elektromagnetischen Felder  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  und  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  an.
2. Zeigen Sie, dass  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  eine Lösung der homogenen Wellengleichung  $\square \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{0}$  ist.
3. Die elektrische Feldstärke  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  sei als die ebene Welle

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \frac{E_0}{5} (\mathbf{e}_x - 2\mathbf{e}_y) e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)} \quad (\mathbf{k} = k\mathbf{e}_z)$$

gegeben. Berechnen Sie die magnetische Flussdichte  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  und bestimmen Sie ihre Polarisierung.

4. Die magnetische Flussdichte  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  sei als die ebene Welle

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = B_0 \cos(kz - \omega t) \mathbf{e}_x + B_0 \sin(kz - \omega t) \mathbf{e}_y$$

gegeben. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  und bestimmen Sie ihre Polarisierung.

**Aufgabe 2 (Votieraufgabe)**

**4 Punkte**

Zeigen Sie, dass die retardierten Potentiale die Lorenz-Eichung erfüllen.

### Aufgabe 3 (Hausaufgabe)

6 Punkte

Eine transversale elektromagnetische Welle in einem nichtleitenden, ungeladenen Medium ( $\rho_f = 0$ ,  $\mathbf{j}_f = \mathbf{0}$ ,  $\sigma = 0$ ) breite sich in  $z$ -Richtung aus.

Nehmen Sie an, die Welle sei

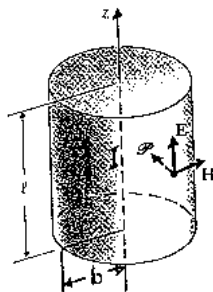
- a) linear polarisiert,  $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \sin(kz - \omega t)$ ,
- b) zirkular polarisiert,  $\mathbf{E} = E_0[\cos(kz - \omega t)\mathbf{e}_x + \sin(kz - \omega t)\mathbf{e}_y]$ ,

und berechnen Sie

1. die magnetische Induktion  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ ,
2. den Poyntingvektor  $\mathbf{S}(\mathbf{r}, t)$ ,
3. den Strahlungsdruck, der auf eine Ebene wirkt, die gegenüber der Ausbreitungsrichtung  $\mathbf{k} = k\mathbf{e}_z$  um den Winkel  $\vartheta$  geneigt sei.

### Aufgabe 4 (Hausaufgabe)

3 Punkte



Ein langes, gerades, leitendes Kabel mit kreisförmigem Querschnitt vom Radius  $b$  und Leitfähigkeit  $\sigma$  führe einen Strom  $I$  (siehe Schaubild).

Bestimmen Sie den Poyntingvektor auf der Oberfläche des Kabels und verifizieren Sie den Energiesatz (Satz von Poynting).