



**Übungen zur Vorlesung**  
**Experimentalphysik 3 (Wellen und Teilchen)**  
**Wintersemester 2003/2004**  
Blatt 4; Besprechung in den Übungen der 46. KW

**Aufgabe 14: Dipolstrahlung**

Die Intensität der elektrischen Dipolstrahlung ist proportional zu  $\sin^2\Theta / r^2$ , wobei  $\Theta$  der Winkel zwischen dem elektrischen Dipolmoment  $\vec{P}$  und dem Ortsvektor  $\vec{r}$  ist. Ein elektrischer Dipol liege entlang der z-Achse. Es sei  $I_0$  die Intensität der Dipolstrahlung im Abstand  $r = 10$  m bei einem Winkel von  $\Theta = 90^\circ$ .

- Berechnen Sie die Intensität als Vielfaches von  $I_0$  für die Wertepaare  
( $r = 30$  m,  $\Theta = 30^\circ$ ), ( $r = 20$  m,  $\Theta = 30^\circ$ ), ( $r = 10$  m,  $\Theta = 45^\circ$ ),  
( $r = 10$  m,  $\Theta = 60^\circ$ ), ( $r = 5$  m,  $\Theta = 45^\circ$ ), ( $r = 50$  m,  $\Theta = 90^\circ$ ).
- Für welchen Winkel ist die Intensität beim Abstand  $r = 5$  m gleich  $I_0$ ?
- Für welchen Abstand ist die Intensität beim Winkel  $\Theta = 45^\circ$  gleich  $I_0$ ?

**Aufgabe 15: Wellen im Vakuum I**

Eine elektromagnetische Welle mit einer Frequenz von 100 MHz breite sich im Vakuum aus. Ihr magnetisches Feld werde durch  $\vec{B}(z, t) = 10 \text{ nT} \cdot \cos(kz - \omega t) \vec{e}_x$  beschrieben, wobei offenbar  $\vec{e}_k \parallel \vec{e}_z$ . Berechnen Sie

- die Frequenz, die Wellenlänge und die Ausbreitungsrichtung der Welle,
- den elektrischen Feldvektor  $\vec{E}(z, t)$  sowie
- den Poynting-Vektor und die Intensität der Welle.

**Aufgabe 16: Wellen im Vakuum II**

Das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle schwinde in Richtung der y-Achse, und der Poynting-Vektor sei gegeben durch

$$\vec{S}(x, t) = 100 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cos^2\left(10 \frac{x}{\text{m}} - 3 \cdot 10^9 \frac{t}{\text{s}}\right) \vec{e}_x$$

- In welcher Richtung breitet sich die Welle aus?
- Berechnen Sie Wellenlänge und Frequenz.
- Berechnen Sie das elektrische und magnetische Feld.

**Aufgabe 17: Elektromagnetische Wellen**

Die elektrischen Felder zweier harmonischer Wellen mit den Kreisfrequenzen  $\omega_1$  und  $\omega_2$  seien gegeben durch

$$\vec{E}_1 = E_{10} \cos(k_1 x - \omega_1 t) \vec{e}_y \quad \text{und} \quad \vec{E}_2 = E_{20} \cos(k_2 x - \omega_2 t + \Delta\varphi) \vec{e}_y$$

Berechnen Sie

- den momentanen Poynting-Vektor für die resultierende Wellenbewegung,
- den zeitlichen Mittelwert des Poynting-Vektors.
- Nun sei  $\vec{E}_2 = E_{20} \cos(k_2 x + \omega_2 t + \Delta\varphi) \vec{e}_y$ . Berechnen Sie ebenfalls den momentanen Poynting-Vektor sowie seinen zeitlichen Mittelwert.