1. **Energieabstrahlung eines oszillierenden Dipols.** Das Fernfeld eines oszillierenden elektrischen Dipols mit dem elektrischen Dipolmoment $\vec{p}_0$ beträgt in Kugelkoordinaten

$$\vec{E} = \frac{k^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\cos(kr-\omega t)}{r}\left[\vec{p}_0 - \vec{e}_r(\vec{p}_0\cdot\vec{e}_r)\right], \qquad \vec{B} = \frac{ck^2}{4\pi}\frac{\cos(kr-\omega t)}{r}\vec{e}_r \times \vec{p}_0 \,.$$

   (a) Berechnen Sie den Poynting-Vektor $\vec{S}$. (1 Pkt.)

   (b) Wie groß ist der über eine Periode gemittelte Wert des Pointing-Vektors $\langle\vec{S}\rangle$ als Funktion des von den Vektoren $\vec{e}_r$ und $\vec{p}_0$ eingeschlossenen Winkels θ? (1 Pkt.)

   (c) Skizzieren Sie die Abstrahlungscharakteristik ($\langle\vec{S}\rangle$ als Funktion von θ) des Dipols. (1 Pkt.)

   (d) Welche mittlere Strahlungsleistung $\langle P\rangle$ gibt der oszillierende Dipol insgesamt ab? (1 Pkt.)

(insgesamt 4 Pkt.)

2. **Streuung einer monochromatischen, ebenen EM-Welle.**Eine monochromatische Welle $(\vec{E}_i, \vec{B}_i)$ falle auf ein System, dessen Ausmaße klein gegenüber der Wellenlänge der Strahlung sind ($d << \lambda$). Die Umgebung des Streuenden Systems sei Vakuum ($\mu_r = \epsilon_r = 1$). Das elektrische Feld $\vec{E}_i$ sei in Richtung $\vec{\eta}_i$ linear polarisiert. Das einfallende Feld induziert in dem System elektrische und magnetische Multipole, wodurch dieses zur Quelle gestreuter Strahlung $(\vec{E}_S, \vec{B}_S)$ wird.

   (a) Wie lauten die Felder $\vec{E}_S, \vec{B}_S$ in der so genannten Strahlungszone ($kr >> 1$), wenn man sich auf den elektrischen Dipolbeitrag beschränkt? (1 Pkt.)

   (b) Berechnen Sie den differentiellen Wirkungsquerschnitt (1 Pkt.)

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\vec{n}_S, \vec{\eta}_S); \vec{n}_i, \vec{\eta}_i) = \frac{\text{gestreuter Energiefluss}(\vec{n}_S, \vec{\eta}_S)}{d\Omega \cdot \text{einfallende Energieflussdichte}(\vec{n}_i, \vec{\eta}_i)}$$

   (c) Die einfallende Welle werde speziell an einer dielektrischen Kugel ($\epsilon_r = const, \mu_r = 1$) vom Radius R gestreut. Berechnen sie $d\sigma/d\Omega$. Welche Aussage ist zur Polarisation $\vec{\eta}_S$ der gestreuten Strahlung möglich? (1 Pkt.)

   (d) Im Normalfall ist die einfallende elektromagnetische Welle völlig unpolarisiert, alle Richtungen des Polarisationsvektors $\vec{\eta}_i$ sind gleich stark vertreten. Berechnen Sie die Polarisation $P(\theta)$ der gestreuten Strahlung: (1 Pkt.)

$$P(\theta) = \frac{\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_\perp - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{||}}{\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_\perp + \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{||}}$$

   $(d\sigma/d\Omega)_{||(\perp)}$ ist der Streuquerschnitt für eine in der (senkrecht zu der) Streuebene linear polarisierten einfallenden Welle. Unter der Streuebene versteht man die durch $\vec{n}_i$ und $\vec{n}_S$ aufgespannte Ebene.

(insgesamt 4 Pkt.)

3. **Zerfließendes Wellenpaket.** Ein Gauß'sches Wellenpaket (3 Pkt.)

$$u(x,t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(k)\,\mathrm{e}^{\mathrm{i}(kx-\omega(k)t)}\,\mathrm{d}k \qquad \text{mit}$$
$$f(k) = f_0\,\mathrm{e}^{-\alpha(k-k_0)^2} \qquad \alpha > 0$$

bewege sich in einem Medium mit Dispersionsrelation

$$\omega(k) = \omega_0 + v_g(k - k_0) + \beta(k - k_0)^2 .$$

Berechnen Sie $u(x,t)$ und bestimmen Sie die Breite des Wellenpaketes sowie die Lage des Maximums von $|u(x,t)|$ und diskutieren Sie deren zeitliches Verhalten.

Auf diesem Übungsblatt sind maximal **11 Punkte** zu erreichen, Abgabe der ersten beiden Aufgaben erfolgt am 01 07. 2009.