7. Übung zur Physik III (WS 2014/15) **Prof. Kohl/Prof. Rohlfing**

Ausgabedatum: 26.11.2014 Abgabedatum: 03.12.2014, 10:30 Uhr, Briefkasten neben IG 1-85

Aufgabe 25: Dipolstrahlung (mündlich, 4 Punkte)

In Aufgabe 19 wurde das Magnetfeld eines strahlenden elektrischen Dipols zu

$$\vec{B}\,(\vec{r},\,t) \;=\; \frac{\mu_0}{4\,\pi}\,\frac{I_0\,l}{2}\cdot\left(-\frac{k}{r}\right)\sin\,(k\,r\;-\;\omega\,t)\;\vec{e}_r\;\times\;\vec{e}_z$$

bestimmt. Berechnen Sie das zugehörige elektrische Feld $\vec{E}\,(\vec{r},\,t)$ in der Fernfeld-Näherung. Bestimmen Sie den Poynting-Vektor $\vec{S}\,(\vec{r},\,t)$ und daraus die gesamte Strahlungsleistung des Dipols (über eine Schwingungsperiode gemittelt).

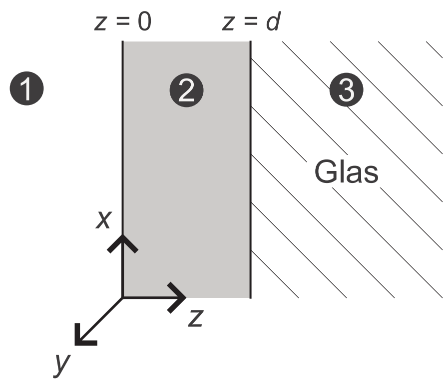
Hinweis: Beachten Sie die Regeln für Differentialoperatoren, z. B. aus Physik II, Kap. 3.4.

Aufgabe 26: Vergütungsschicht (schriftlich, 7 Punkte)

Auf die Oberfläche eines Glases mit Brechungsindex n_3 sei eine dünne Schicht mit Brechungsindex n_2 aufgetragen. Diese soll so beschaffen sein, dass ein senkrecht aus dem Medium 1 auftreffendes elektrisches Feld in Form einer ebenen Welle

$$\vec{E}_1 \;=\; E_{01}\,\vec{e}_x\,\mathrm{e}^{i\,(k_1\,z\,-\,\omega\,t)}$$

ohne Reflexion ins Glas übertritt. Berechnen Sie den Brechungsindex n_2 und die Dicke d dieser Vergütungsschicht in Abhängigkeit von n_1, n_3 und der Wellenlänge λ der einfallenden Welle.

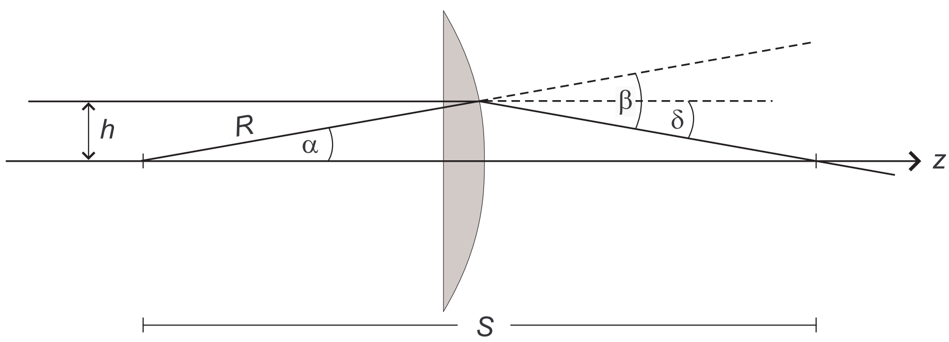


Aufgabe 27: Öffnungsfehler **(mündlich, 6 Punkte)**

Auf eine dünne, plankonvexe Linse (Brechzahl n, Krümmungsradius R) treffen Lichtstrahlen achsenparallel auf. Wie hängt der Schnittpunkt der Lichtstrahlen mit der optischen Achse von ihrem ursprünglichen Achsenabstand h ab? Berechnen Sie dazu S.

Da die relevanten Winkel groß werden können, müssen dabei zunächst die exakten Winkelfunktionen benutzt werden und die dann entstehenden Ausdrücke nach der Größe $\frac{h}{R}$ bis zur Ordnung $\left(\frac{h}{R}\right)^2$ entwickelt werden.

Wie groß ist die Abweichung gegenüber der Näherung kleiner Winkel (vgl. Vorlesung)?



Aufgabe 28: Gemittelter Poynting-Vektor **(schriftlich, 3 Punkte)**

Gegeben sei eine elektromagnetische Welle mit

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \mathrm{Re}\left(\vec{E}_0 \, \mathrm{e}^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}\right) \qquad \text{und} \qquad \vec{H}(\vec{r}, t) = \mathrm{Re}\left(\vec{H}_0 \, \mathrm{e}^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}\right) .$$

Dabei sind $\vec{E}_0$ und $\vec{H}_0$ im Allgemeinen komplexe Amplituden. Zeigen Sie, dass der über eine Periode $T = \frac{2\pi}{\omega}$ gemittelte Poynting-Vektor der Welle

$$\bar{\vec{S}} = \frac{1}{T}\int_0^T \left(\vec{E}(\vec{r}, t) \times \vec{H}(\vec{r}, t)\right) dt \qquad \text{durch} \qquad \bar{\vec{S}} = \frac{1}{2}\,\mathrm{Re}\left(\vec{E}_0 \times \vec{H}_0^*\right)$$

gegeben ist.

Hinweis: Für eine komplexe Zahl z gilt: $\mathrm{Re}\, z = \frac{1}{2}(z + z^*)$.