

Übungsblatt 10 zur Vorlesung „Elektrodynamik und Wellenoptik“

Humboldt-Universität zu Berlin, WS 2008/2009,
Prof. Dr. T. Lohse, Prof. Dr. M. Müller-Preußker

Ausgabe: Montag, den 15. Dezember 2008, in der Vorlesung
Rückgabe: Donnerstag, den 8. Januar 2009, in der Vorlesung

Aufgabe 1: Fraunhofer-Beugung am Spalt (30 %)

Das in der Vorlesung für die Fraunhofer-Beugung hergeleitete Beugungsintegral kann durch eine ortsabhängige „Blendenöffnungsfunktion“ $A(\vec{x})$ verallgemeinert werden:

$$B(\vec{q}) = \int_{F(\text{Blende})} dF' A(\vec{x}') e^{-i(\vec{q} \cdot \vec{x}')}$$

mit

$$\vec{q} = \vec{k} - \vec{k}_0 = k \left(\frac{\vec{x}}{|\vec{x}|} + \frac{\vec{x}_0}{|\vec{x}_0|} \right)$$

und den Vektoren \vec{x}_0 und \vec{x} wie in der Vorlesung.

Welche Beugungsintensitäten ergeben sich für einen Spalt der Breite d (x -Richtung) und Höhe l (y -Richtung), der in x -Richtung mit einer „Kosinus-Amplitudenmaske“ abgedeckt ist? Eine solche Maske bedeutet, dass die Blendenöffnungsfunktion bei $x = -d/2$ von 0 beginnend kosinus-förmig ansteigt, bei $x = 0$ das Maximum 1 erreicht und bei $x = +d/2$ wieder auf 0 abgefallen ist.

Welche Bedingungen müssen die Größen d , l , \vec{x} und \vec{x}_0 erfüllen, damit obige Formeln gültig sind und damit typische Beugungserscheinungen in x -Richtung, nicht aber in y -Richtung beobachtet werden können?

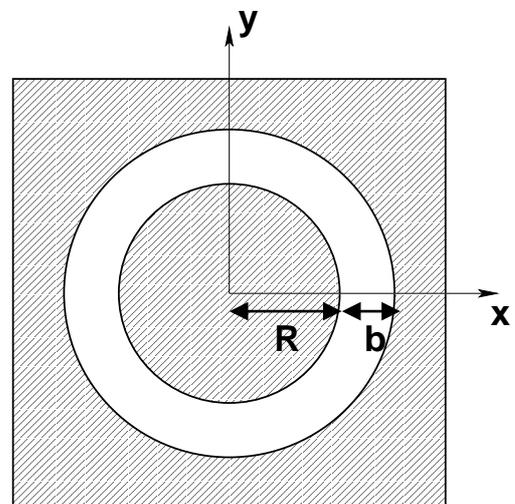
Aufgabe 2: Fraunhofer-Beugung an Ringblende (30 %)

- a) Zeigen Sie zunächst unter Zuhilfenahme der Relation 1b (iii) des 4. Übungsblattes, dass

$$\frac{d}{du} (u^n J_n(u)) = u^n J_{n-1}(u)$$

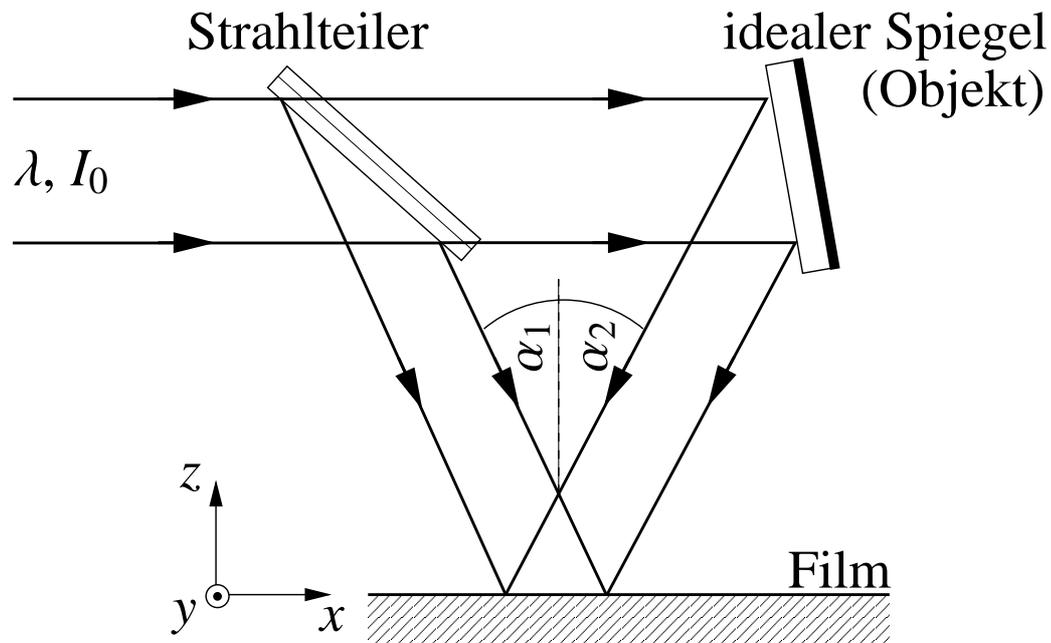
gilt.

- b) Verwenden Sie das Resultat für $n=1$ und berechnen Sie damit die Intensität $I(\vartheta)$ des an der skizzierten Ringblende gebeugten Lichtes bei senkrechtem Lichteinfall im Grenzfall der Fraunhoferschen Beugung. Hierbei sei der Beugungswinkel durch $\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2}$ bezeichnet.
- c) Zeichnen Sie I/I_0 als Funktion von $u = b \cdot \vartheta / \lambda$ im Bereich $-4 \leq u \leq +4$ für $R/b = 0,2; 1; 2$ und 5 .



Aufgabe 3: Holografie (40 %)

Berechnen Sie das Hologramm $I(x,y)$ eines ebenen Spiegels (vgl. Skizze). Unterscheiden Sie die beiden Polarisationsrichtungen der einfallenden ebenen Welle. Die Reflexionskoeffizienten für die Intensitäten am Strahlteiler sind R_{\parallel} bzw. R_{\perp} . Der Nullpunkt des Koordinatensystems wird so gewählt, dass die relative Phase zwischen Objektwelle und Referenzwelle dort verschwindet. Drücken Sie $I(x,y)$ durch I_0 , R_{\perp} (bzw. R_{\parallel}) und $d = \lambda/(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)$ aus. Für welche Reflexionskoeffizienten und welche Polarisationsrichtung wird der Kontrast des Hologramms maximal? Wie lautet in diesem Fall $I(x,y)$?



Frohe Feiertage



wünscht Ihnen das Physik III - Team.