

Version 28. Mai 2017

Aufgabe 14.1. *Beugung an zirkulärer Blende, Auflösungsvermögen*

[++]

Tritt ein Lichtbündel auf eine kreisförmigen Blende des Radius a , so entsteht ein aus konzentrischen Ringen bestehendes Beugungsmuster. Die Intensität als Funktion des Betrachtungswinkels θ ist

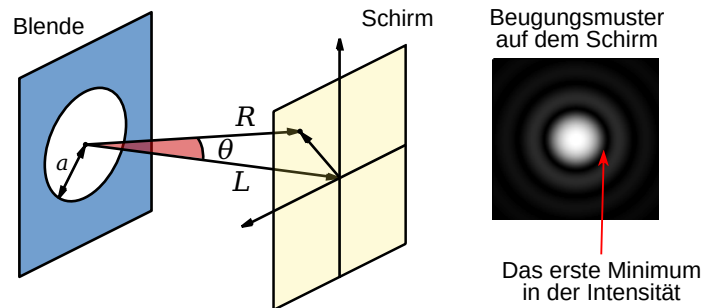


Abbildung 14.1: Blende, Schirm, und Beugungsmuster auf dem Schirm.

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{J \left(\frac{2\pi}{\lambda} a n \sin(\theta) \right)}{\frac{2\pi}{\lambda} a n \sin(\theta)} \right)^2 \quad (1)$$

wobei λ die Wellenlänge des Lichts im Vakuum ist, n der Brechungsindex des Mediums zwischen Blende und Schirm, und J eine mathematische Funktion¹ mit der Eigenschaft, dass $J(x)/x$ bei $x = 0$ maximal ist und bei $x \approx 3.8317$ ihr erstes Minimum annimmt.

- Geben Sie eine Formel für den Sinus des Betrachtungswinkel $\sin(\theta_1)$, unter dem das erste Minimum des Beugungsmusters erscheint, als Funktion von λ , a , n und eines numerischen Vorfaktors.
- Der Abstand zwischen Blende und Schirm sei $L = 2$ cm, der Radius der Blende sei $a = 0.5$ cm. Wir verwenden grünes Licht der Wellenlänge $\lambda = 500$ nm, und das Medium in dem sich das optische System befindet sei Luft mit $n = 1$. Berechnen sie den Abstand r_1 zwischen dem zentralen Beugungsmaximum und dem ersten Beugungsminimum.
- Das oben betrachtete optische System sei Teil eines Mikroskops. Können Sie damit ein Pantoffeltierchen der Grösse $100 \mu\text{m}$ auflösen? Können Sie ein Virus der Grösse 100 nm auflösen?

Aufgabe 14.2. *Schwarzkörperstrahlung*

[++]

Das Verständnis der Schwarzkörperstrahlung ermöglicht uns, die Temperatur der Planeten eines Planetensystems abzuschätzen. Hier betrachten wir das Sonnensystem.

¹die sogenannte Bessel-Funktion erster Art

Die Temperatur der Sonne ist $T_S = 5778 \text{ K}$. Der Radius der Sonne ist $R_S = 6.957 \times 10^8 \text{ m}$. Der Abstand zwischen der Sonne und der Erde ist $L_{SE} = 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$. Der Radius der Erde ist $R_E = 6.378 \times 10^6 \text{ m}$.

- (a) Bei welcher Wellenlänge λ_S^{\max} gibt die Sonne ihre grösste Strahlungsleistung ab?
- (b) Berechnen Sie die Gesamtleistung der Sonne.
- (c) Bestimmen Sie die Temperatur T_E der Erde unter der Annahme, dass die Erde ein sich im Strahlungsgleichgewicht befindender schwarzer Körper ist.
- (d) Bei welcher Wellenlänge λ_E^{\max} gibt die Erde ihre grösste Strahlungsleistung ab?