

Aufgabe 13.1 - 2 Pkt.

Die Scheinwerfer eines Autos sind 1.3m von einander entfernt. Die Pupille des Auges hat einen Durchmesser von 4 mm. Die mittlere Wellenlänge des Lichts sei $\lambda = 550 \text{ nm}$.

Schätzen Sie die Entfernung ab unter der die Scheinwerfer noch als zwei getrennte Punkte aufgelöst werden können.

Lösung: 7.75 km

Aufgabe 13.2 - 2 Pkt.

Wie groß ist das theoretische Minimum der Winkeldifferenz zwischen zwei Sternen, die mit den folgenden Instrumenten gerade noch aufgelöst werden können:

(a) mit dem 200-Zoll-Teleskop auf dem Palomar Mountain

(b) mit dem Radioteleskop in Arecibo, das einen Durchmesser von 300 m und einen Krümmungsradius von ebenfalls 300 m hat?

Nehmen Sie $\lambda_1 = 550 \text{ nm}$ für das Lichtmikroskop in Teil (a) und $\lambda_2 = 4 \text{ cm}$ (die kürzeste Wellenlänge, für die ein Radioteleskop jemals gearbeitet hat) in Teil (b) an.

Lösung: (a) $\delta_{min} = 1.32 \cdot 10^{-7} \text{ rad}$, (b) $\delta_{min} = 1.63 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$

Aufgabe 13.3 - 3 Pkt.

Ein Laserstrahl ($\lambda = 600 \text{ nm}$) wird durch ein Teleskop auf ein Parallellichtbündel mit 1 m Durchmesser aufgeweitet und zum Mond geschickt.

(a) Wie groß ist der Lichtfleck auf dem Mond, wenn die Einflüsse der Erdatmosphäre vernachlässigt werden?

(b) Welche Leistung des an einem Retroreflektor (0.25 m^2 Fläche) auf dem Mond reflektierten Lichtes empfängt ein auf der Erde installiertes Teleskop (Durchmesser 1 m), wenn die ursprünglich von der Erde ausgesandte Leistung 10^8 W war?

(c) Wie groß wäre diese Leistung, wenn das Licht ohne Retroreflektor vom Mond diffus (gleichmäßig in alle Richtungen des Raumwinkels $\Omega = 2\pi$) mit einem Reflexionsvermögen $R = 0.3$ reflektiert würde?

Hinweis: Nehmen Sie an, dass praktisch die gesamte Intensität des Lichts im zentralen Beugungsmaximum enthalten ist.

Lösung: (a) Durchmesser $\sim 550 \text{ m}$, (b) $\sim 80 \mu\text{W}$, (c) $\sim 10^{-16} \text{ W}$

Aufgabe 13.4 - 4 Pkt.

Auf ein Beugungsgitter mit 900 Linien pro Millimeter fällt monochromatisches Licht der Wellenlänge $\lambda = 490 \text{ nm}$ unter dem Einfallswinkel von $\alpha = 30^\circ$ gegen die Gitternormale.

- (a) Unter welchem Winkel β erscheint die erste Beugungsordnung? Gibt es eine zweite Ordnung?
- (b) Wie groß muß der Blazewinkel Θ sein?
- (c) Was ist der Winkelunterschied $\Delta\beta$ für die zwei Wellenlängen $\lambda_1 = 490 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 491 \text{ nm}$?
- (d) Wie groß darf die Spaltbreite b eines Gittermonochromators mit einem $10 \times 10 \text{ mm}$ - Gitter und Brennweiten $f_1 = f_2 = 1 \text{ m}$ höchstens sein, um beide Wellenlängen noch trennen zu können? Wie groß ist die beugungsbedingte Fußpunktsbreite des Spaltbildes?

Lösung: (a) $\beta = -3.4^\circ$ (< 0 bedeutet rechts der Oberflächennormalen), (b) 16.7° , (c) $\Delta\beta = 0.05^\circ$, (d) $\Delta b = 0.9 \text{ mm}$, beugungsbedingte Fußpunktsbreite des Spaltbildes $\sim 0.1 \text{ mm}$

Aufgabe 13.5 - 1 Pkt.

Ein weißer Flutlichtstrahl durchquert ein großes Volumen, das ein dichtes molekulares Gasgemisch aus hauptsächlich Sauerstoff und Stickstoff enthält. Vergleichen Sie den relativen Anteil der Streuung der gelben Komponente ($\lambda_g = 580 \text{ nm}$) mit dem der violetten Komponente ($\lambda_v = 400 \text{ nm}$).

Lösung: Das violette Licht wird 4.42 mal so intensiv gestreut wie das gelbe.