

Ass.Prof. Dr. R.A. Wilhelm

wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Grundlagen der Physik IIb (130.004) 2023S

29.06.2023

## Aufgabe 13.1 - 2 Pkt.

Die Scheinwerfer eines Autos sind 1.3 m voneinander 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 ( $0.25 \text{ m}^2$  Fläche) auf dem Mond reflektierten Lichtes empfängt ein auf der Erde installiertes Teleskop (Durchmesser 1 m), wenn die ursprünglich von der Erde ausgesandte Leistung  $10^8 \text{ W}$  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  $\beta$  erscheint die erste Beugungsordnung? Gibt es eine zweite Ordnung?
- (b) Wie groß muß der Blazewinkel  $\Theta$  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)  $16.7^\circ$ , (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.