

Übungsblatt 8

Ausgabe: Dienstag, 13.12.2022

Abgabe: Dienstag, 20.12.2022, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 22.12.2022 (Übungen)

Aufgabe 1

4 Punkte

Sie wollen mit einer auf ein Stativ montierten Kamera mit einem Teleobjektiv der Brennweite $f = 500$ mm in einer klaren Nacht den Sirius (Fixstern) fotografieren. Der CCD-Chip in der Kamera hat eine Pixelgröße von $25 \mu\text{m} \times 25 \mu\text{m}$.

- Welche maximale Belichtungszeit dürfen Sie verwenden, bevor die Abbildung des Sterns infolge der Erdrotation verzerrt wird, d.h. zwei Pixel belichtet? **2 Punkte**
- Plötzlich taucht im Bildausschnitt der Kamera ein unbekanntes, hell erleuchtetes Objekt (UFO) am Himmel auf und verharrt dort zunächst bewegungslos (relativ zur Kamera). Um schnell ein Bild zu machen, bevor das UFO wieder verschwindet, lassen Sie die Entfernungseinstellung unverändert auf unendlich und schalten die Belichtungsautomatik ein, die eine Blendenzahl $f/D = 11$ auswählt (D : Blendendurchmesser). Begründen Sie durch Rechnung, ob mit dieser Einstellung ein scharfes Bild entsteht, wenn das UFO tatsächlich in einem Abstand von 500 m über der Kamera schwebt. **2 Punkte**

Aufgabe 2

4 Punkte

- Was ist ein Phasengitter?

Um ein Phasengitter zu erhalten, sind in die Vorderseite einer Glasplatte ($n = 1,4$) gerade parallele Rechteckfurchen (mit der Tiefe $1 \mu\text{m}$ und der Breite $2 \mu\text{m}$) im Abstand $d = 4 \mu\text{m}$ eingeritzt. Die Rückseite der Glasplatte ist plan.

- Unter welchen Winkeln lässt sich Licht der Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ in Transmission beobachten, wenn das Licht als paralleles Bündel senkrecht auf die Rückseite der Glasplatte einfällt?

Aufgabe 3

4 Punkte

- Zeichnen Sie den Strahlengang eines konfokalen Mikroskops. Warum spricht man von konfokal? Was sind die Vorteile eines solchen Geräts?
- Erläutern Sie das Prinzip der STED-Mikroskopie. Welche laterale Auflösung kann damit erreicht werden?
- Erläutern Sie das Prinzip der Lokalisationsmikroskopie. Welche laterale Auflösung kann damit erreicht werden?

Aufgabe 4

4 Punkte

Ein HeNe-Laser mit einer Leistung von $P = 1$ mW erzeugt einen Gaußschen Strahl mit der Wellenlänge $\lambda = 633$ nm und einem Durchmesser von $2w_0 = 0,1$ mm.

- a) Bestimmen Sie die folgenden Parameter des Strahls:
 - i. die Strahldivergenz (Einheit: Grad)
 - ii. den Konfokalparameter
 - iii. den Durchmesser bei $z = 3,5 \cdot 10^5$ km (das ist ungefähr die Entfernung zum Mond).
- b) Wie groß ist der Krümmungsradius der Wellenfront bei $z = 0$, $z = z_0$ und $z = 2z_0$? Kommentieren Sie jedes Ergebnis.
- c) Wie groß ist die optische Intensität (Einheit: W/cm^2) im Strahlzentrum ($z = 0$, $\rho = 0$) und am Achspunkt $z = z_0$? Vergleichen Sie dies mit der Intensität bei $z = z_0$ einer 100-W-Kugelwelle, die von einer kleinen isotrop emittierenden Lichtquelle bei $z = 0$ erzeugt wird.