

Übungsblatt 11

Ausgabe: 14.01.2025

Abgabe: 21.01.2025, vor 10:00 Uhr (Ilias)

Besprechung: 23.01.2025 (Tutorien)

- **In den Übungen am 16.01.2025 (Donnerstag dieser Woche) findet die Evaluation der Tutorien statt.**
- **Informationen zur Vorleistung und zur ersten Klausur finden Sie auf dem Merkblatt *Ankuendigung_Klausur_1.pdf* in Ilias.**

Aufgabe 1

5 Punkte

In der Vorlesung wurde die Diffusionsgleichung hergeleitet. In einer Dimension hat diese die Form

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} \quad (n: \text{Teilchenzahldichte}, D: \text{Diffusionskoeffizient}).$$

- Um diese Differentialgleichung für eine konkrete Anfangsbedingung zu lösen, wird sie zunächst in der Variablen x fouriertransformiert. Im Fourierraum hat die DGL dann die Form $\frac{\partial F(n)}{\partial t} = -k_x^2 D F(n)$. Berechnen Sie die Lösung $F(n)$ dieser DGL. **1 Punkt**
- Zum Zeitpunkt $t = 0$ sei am Ort $x = 0$ die Teilchenzahldichte n_0 , also $n(x, t = 0) = n_0 \delta(x)$. Berechnen Sie die Fouriertransformation von $n(x, t = 0)$ und bestimmen Sie damit die Integrationskonstante in Ihrer Lösung für $F(n)$ aus Aufgabenteil a). **1 Punkt**
- Berechnen Sie nun aus Ihrer Lösung $F(n)$ im Fourierraum durch Rücktransformation die Lösung $n(x, t)$ der Wärmeleitungsgleichung im kartesischen Raum. Zeichnen Sie qualitativ $n(x, t)$ über x für drei Zeitpunkte t_1, t_2, t_3 . **2 Punkte**
- Wie hängt die Breite der Verteilung $n(x, t)$ von der Zeit ab? Wie lässt sich dies physikalisch erklären? **1 Punkt**

Aufgabe 2

3 Punkte

- Erklären Sie das Rayleigh-Kriterium der Bildauflösung (mit Skizze). **1 Punkt**
- Erklären Sie das Abbe-Kriterium der Bildauflösung (mit Skizze). **1 Punkt**
- Machen Sie noch einmal kurz klar, worin der wesentliche Unterschied der beiden Ansätze besteht. **0,5 Punkte**
- Geben Sie für jedes Kriterium einen Abbildungsvorgang (also ein optisches Instrument und ein beobachtetes Objekt) an, bei dem das Kriterium zur Bestimmung des Auflösungsvermögens benutzt werden kann. **0,5 Punkte**

Aufgabe 3

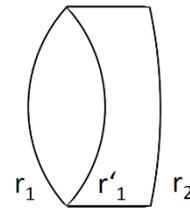
5 Punkte

a) Erklären Sie in jeweils ein bis zwei Sätzen die folgenden Abbildungsfehler:

2,5 Punkte

- i) Chromatische Aberration
- ii) Sphärische Aberration
- iii) Koma
- iv) Astigmatismus schiefer Bündel
- v) Axialer Astigmatismus

b) Eine Kombination aus einer symmetrischen Bikonvexlinse ($r_1 = -r'_1$) und einer Konvexkonkavlinse soll als Achromat bei der Wellenlänge λ_0 wirken. Die Brennweite dieses Achromaten soll 250 mm betragen. Die Bikonvexlinse besteht aus Kronglas mit einem Brechungsindex von $n_1 = 1,621$ und einer Dispersion $dn_1/d\lambda = -0,06 \mu\text{m}^{-1}$ bei λ_0 . Die Konvexkonkavlinse besteht aus Flintglas mit einem Brechungsindex von $n_2 = 1,618$ und einer Dispersion $dn_2/d\lambda = -0,15 \mu\text{m}^{-1}$ bei λ_0 .



Berechnen Sie die Krümmungsradien r_1 und r_2 der beiden Linsen. Nehmen Sie an, dass beide Linsen dünn sind und einen vernachlässigbaren Abstand zueinander haben. Für die Brechkraft D (= Kehrwert der Brennweite) muss beim Achromaten gelten: $dD/d\lambda = 0$. **2,5 Punkte**