

Aufgabe 42: (1 + 3 = 4 Punkte)

Das Fraunhofer-Beugungsbild einer Beugungsanordnung ergibt sich im Wesentlichen aus der Fourier-Transformierten der entsprechenden Transmissionsfunktion. Betrachten Sie dazu folgendes Beispiel: Eine ebene Welle fällt senkrecht auf einen Doppelspalt, bei dem die Breite b der einzelnen Spalte vernachlässigbar ist gegen ihren Abstand d . λ ist die Wellenlänge des einfallenden Lichts. Vor einem der Spalte befindet sich ein dünnes Glasplättchen, das zu einer Phasenverschiebung der Welle von 90° (bzw. $\pi/2$) relativ zum anderen Spalt führt.

- Wie lautet die Transmissionsfunktion $\tau(x)$ der Anordnung? Hinweis: Verwenden Sie zur Darstellung der Funktion die Delta-Distribution $\delta(x)$. Die Phasenverschiebung soll ebenfalls als Teil der Transmissionsfunktion aufgefasst werden.
- Berechnen Sie durch Fourier-Transformation der Transmissionsfunktion und Betrags-Quadrat-Bildung die Form der Intensitätsverteilung (I/I_0) des Beugungsbildes in x -Richtung! Leiten Sie dann daraus eine Formel für die Lage der Beugungsminima her!
Was verändert sich qualitativ am Beugungsbild durch Anbringen des Glasplättchens vor einem der Spalte?

Aufgabe 43: (2 + 2 + 2 = 6 Punkte)

- Ein Diaprojektor wirft von einem Dia (Kleinbildformat 24 mm x 36 mm) ein 72 cm breites Bild auf einen Schirm. Rückt man den Projektor um 1 m weiter vom Schirm weg, wird das Bild um 1 m breiter. Welche Brennweite hat das Objektiv und in welchem Abstand vom Schirm stand das Gerät ursprünglich?
- Der Nahpunkt eines weitsichtigen Auges liegt bei $s = 50$ cm. Welche Brechkraft muss eine Kontaktlinse haben, damit der Nahpunkt wieder in die deutliche Sehweite $s_0 = 25$ cm rückt?
- Das Auge ist chromatisch offenbar gut angepasst. Da aber rotes Licht schwächer gebrochen wird als blaues, muss der Akkommodationsmuskel die Linse stärker wölben, wenn eine rote statt einer blauen Fläche im gleichen Abstand betrachtet wird. Wie kommt es, dass Rot „aggressiv auf uns zukommt“ und Blau „uns in seine Tiefe zieht“, wie die Maler sagen? Betrachtet man bunte Kirchenfenster, so scheinen die Farben oft in verschiedenen Ebenen zu stehen. In der französischen Trikolore ist der rote Streifen (37%) merklich breiter als der weiße (33%) und dieser breiter als der blaue (30%). Warum?

Aufgabe 44: (1,5 + 4 + 0,5 = 6 Punkte)

Eine Stirling-Maschine ist ein Heißluftmotor, in dem Luft abwechselnd in Kontakt mit einer Wärmequelle (z.B. einer Glühkerze oder sonnengeheizten Metallfläche) und mit einer Kühlung gebracht wird. Dies führt in erster Näherung zu folgenden Prozess-Schritten:

Im Wärmekontakt mit dem heißen Reservoir: Isochore ($V = V_1$) Drucksteigerung von p_1 auf p_2 und anschließend isotherme Expansion bei T_2 . Im Wärmekontakt mit dem kalten Reservoir: Isochore ($V = V_2$) Drucksenkung von p_3 auf p_4 und anschließend isotherme Kompression bei T_1 .

- Stellen Sie den Stirling-Prozess qualitativ im p - V -Diagramm dar!
- Berechnen Sie die während eines Umlaufs geleistete mechanische Arbeit ΔW und die dem heißen Reservoir insgesamt entnommene Wärmemenge ΔQ ! Berechnen Sie dann den Wirkungsgrad $\eta = \Delta W / \Delta Q$ und zeigen Sie, dass er immer kleiner als der Carnot-Wirkungsgrad ist! Was kann man tun, damit der Wirkungsgrad dem des Carnot-Prozesses möglichst nahe kommt?
- Welche Funktion hat eine Maschine, bei der der Prozess in umgekehrter Richtung abläuft?

Hinweis: Nehmen Sie die Luft als n mol eines idealen Gases mit der molaren Wärmekapazität c_V an!