

**Aufgabe 45: (2 Punkte)**

Eine ebene Welle mit den Wellenvektor  $\mathbf{k}$  fällt senkrecht auf eine rechteckige Blende.  $\lambda$  ist die Wellenlänge des einfallenden Lichts. Die Transmissionsfunktion lautet demnach:

$\tau(x,y) = 1$  für  $(-a/2 < x < a/2)$  und  $(-b/2 < y < b/2)$  bzw.  $\tau(x,y) = 0$  sonst.

Berechnen Sie durch Fourier-Transformation die Intensitätsverteilung ( $I/I_0$ ) des Beugungsbildes.

**Aufgabe 46: (2 + 2 = 4 Punkte)**

- Ein Diaprojektor wirft von einem Dia (36 mm breit) ein 72 cm breites (scharfes) Bild auf eine Leinwand. Rückt man den Projektor um 1 m weiter von der Leinwand weg und „stellt mit der Linse wieder scharf“, wird das Bild um 1 m breiter. In welchem Abstand von der Leinwand stand das Gerät ursprünglich (Abstand Linse–Leinwand) und welche Brennweite  $f$  hat das Objektiv (=Linse)?
- 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?

**Aufgabe 47: (1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5 = 6 Punkte)**

In einem astronomischen Fernrohr mit der Vergrößerung  $V = 10$  und der Einstellung auf  $\infty$  beträgt der Abstand zwischen Objektiv und Okular 25 cm.

- Skizzieren Sie den Strahlengang bei der Einstellung auf  $\infty$  (es fällt ein paralleles Lichtbündel unter einem Winkel  $\varepsilon_0$  ein; die Vergrößerung ist bei der Skizze nicht maßstäblich zu berücksichtigen!).
- Wie groß sind die Brennweiten der Objektiv- und Okularlinse?
- Bis zu welchem endlichen Abstand kann mit dem Fernrohr scharf gesehen werden, wenn sich das Okular um 1 cm (nach hinten) verschieben lässt?
- Wie kann das Bild gegenüber Teil a) mit einer zusätzlichen Linse umgekehrt werden (Abbildungsmaßstab soll beibehalten werden)? Um wie viel ändert sich dadurch mindestens die Länge des Fernrohrs?

**Aufgabe 48: (1,5 + 3 + 0,5 = 5 Punkte)**

In einem Stirling-Motor wird Luft abwechselnd in Kontakt mit einer Wärmequelle (z.B. einer Glühkerze oder sonnengeheizten Metallfläche) und einer Kühlung gebracht. 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  $\Delta W$  und die dem heißen Reservoir insgesamt entnommene Wärmemenge  $\Delta Q$ . 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.