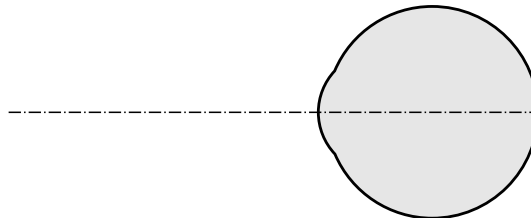


Vorname: _____ Name: _____

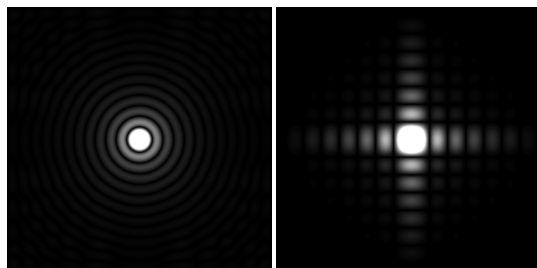
Matrikelnummer: _____ Studiengang: _____

Aufgabe 1: Fragen über Fragen**(18 Punkte)**

- a) Wie bezeichnet man die Bilder der physikalisch vorhandenen Aperturblende in einem optischen System? Wie bezeichnet man die Bilder der Feldblende? (2 Punkte)
- b) Es gibt verschieden Beschreibungsformen für optische Systeme, wie z.B. paraxiale Optik, geometrische Optik und Wellenoptik. Erläutern Sie kurz warum ein Objektpunkt nur gemäß der paraxialen Optik exakt in einen Bildpunkt abgebildet wird. Welche Näherungen/Effekte spielen beim Übergang zu geometrischer Optik und Wellenoptik eine Rolle? (2 Punkte)
- c) Warum bewirkt eine Lupe eine Vergrößerung? (1 Punkt)
- d) Auf einem Kamera-Objektiv finden Sie den Aufdruck 1.4/50. Was bedeuten diese Zahlen? (1 Punkt)
- e) Erklären Sie den Begriff „Vignettierung“. (1 Punkt)
- f) Nennen und beschreiben Sie einen Bildschärfefehler und geben Sie eine Korrekturmöglichkeit an. (3 Punkte)
- g) Skizzieren Sie den Strahlengang eines myopen Auges: (2 Punkte)



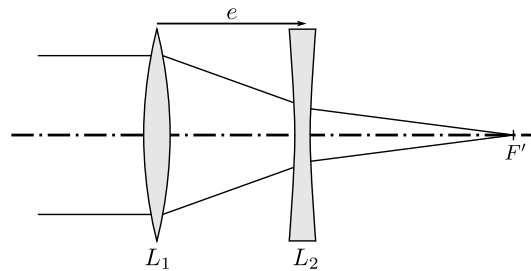
- h) Was bezeichnet der Begriff „Akkommodation“? (1 Punkt)
- i) Was ist der Unterschied zwischen einem Spektrometer und einem Monochromator? (1 Punkt)
- j) Für zwei unterschiedliche Systeme beobachten Sie die beiden unten dargestellten Intensitätsbilder in der Fourierebene. Skizzieren Sie die jeweiligen Blendenöffnungen. (2 Punkte)



- k) Kann die Leuchtdichte einer LED mithilfe eines optischen Systems erhöht werden? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

Aufgabe 2: Zoom - System

(13 Punkte)



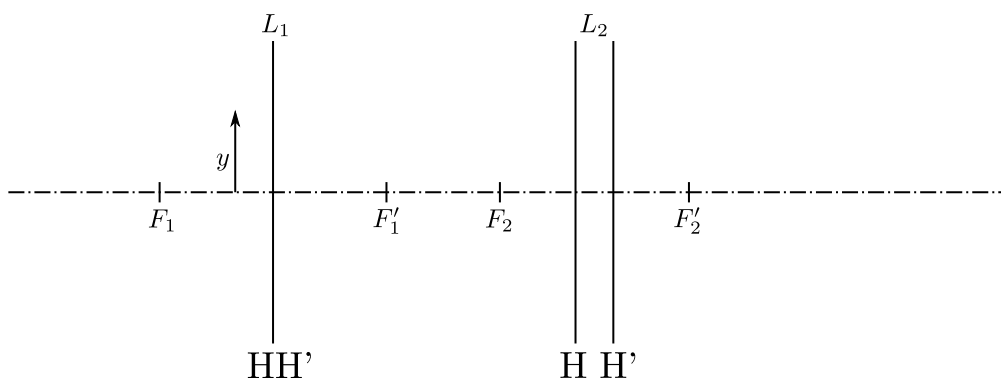
Zoom-Systeme werden in vielen unterschiedlichen Bereichen eingesetzt, u.a. in der Fotografie oder in Operationsmikroskopen. Ein einfaches Zoom-System kann mithilfe einer Sammel- und einer Zerstreuungslinse realisiert werden (s. Skizze).

Gegeben sei ein solches System mit einer Brennweite $f'_1 = 50 \text{ mm}$ für L_1 und einer Brennweite $f'_2 = -30 \text{ mm}$ für L_2 . Gehen Sie von dünnen Linsen aus.

- In welchem Abstand e müssen die Linsen zueinander positioniert werden, um eine Gesamtbrennweite von $f' = 200 \text{ mm}$ zu erhalten? (2 Punkte)
- Wo liegen die Hauptebenen H und H' des Systems? (2 Punkte)
- Ein CCD-Sensor wird in die Brennebene des Systems gestellt. Berechnen Sie die gesamte Baulänge von der Frontlinse L_1 bis zum Kamerachip. (1,5 Punkte)
- Die Fassung der Frontlinse L_1 dient hier als Aperturblende des Systems mit einem Durchmesser von 20 mm. Wo liegt die Austrittspupille und wie groß ist diese? (3 Punkte)
- Sie wollen nun eine Brennweite von $f' = 100 \text{ mm}$ einstellen, indem Sie die Linse L_2 verschieben. Um welche Strecke und in welche Richtung muss die Linse verschoben werden? (1,5 Punkte)
- Nun soll ein Objekt scharf auf den Chip abbilden. Durch die Verschiebung der Linse L_2 hat sich allerdings auch der Abstand zum Kamerachip geändert. Bestimmen Sie den nötigen Abstand von Objekt zur Frontlinse L_1 . (3 Punkte)
(Hinweis: Beachten Sie, dass sich auch die Lage der Hauptebenen geändert hat.)

Aufgabe 3: Konstruktion

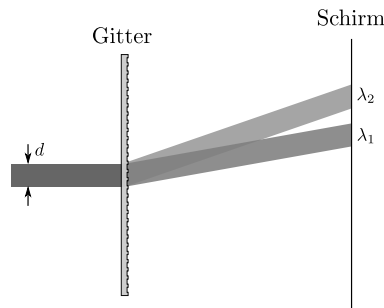
(6 Punkte)



- Konstruieren Sie die Abbildung des Objekts y durch Linse L_1 . (3 Punkte)
- Konstruieren Sie die Abbildung des Zwischenbildes durch Linse L_2 . (3 Punkte)

Aufgabe 4: Gitterspektrometer

(8 Punkte)



Mit einem Beugungsgitter mit einer Gitterkonstanten von 500 Linien/mm soll ein einfaches Spektrometer realisiert werden. Zunächst werden zwei Wellenlängen mit $\lambda_1 = 532 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 633 \text{ nm}$ verwendet, die in einem kollimierten Strahlbündel mit einem Durchmesser von $d = 5 \text{ mm}$ auf das Gitter geführt werden. Es wird nur die 1. Beugungsordnung betrachtet.

- Berechnen Sie die jeweiligen Beugungswinkel für die Wellenlängen λ_1 und λ_2 . (2 Punkte)
- Bestimmen Sie den Abstand des Schirms zum Gitter, bei dem die Spots (Lichtflecken) beider Wellenlängen getrennt voneinander wahrnehmbar sind. (3 Punkte)
- Es wird nun eine Linse mit einer Brennweite von $f' = 100 \text{ mm}$ direkt hinter dem Beugungsgitter positioniert und der Schirm in die Brennebene verschoben. Die Spots sollen nun einzeln betrachtet werden können, indem eine bewegliche Lochblende vor dem Schirm angebracht wird. Wie groß muss die Öffnung dieser Blende mindestens sein, sodass beide Spots noch vollständig sichtbar sind? (2 Punkte)
- Welches spektrale Auflösungsvermögen können Sie mit dem Aufbau erzielen? (1 Punkt)

Aufgabe 5: Beleuchtung und Fluoreszenz

(9 Punkte)

An ihrem Arbeitsplatz im Labor verwenden Sie eine LED-Glühlampe zur Beleuchtung. Diese hat einen Lichtstrom von $\Phi_V = 800 \text{ lm}$, der gleichmäßig in den Halbraum gestrahlt wird.

- Wie groß ist die Lichtstärke der Glühlampe? (1 Punkt)
- Berechnen Sie maximale Beleuchtungsstärke an Ihrem Arbeitsplatz, wenn sich die Glühlampe 1,5 m über dem Tisch befindet. (1 Punkt)

Sie untersuchen nun eine Probe mit Zellgewebe, das mit einem Fluoreszenz-Farbstoff präpariert wurde. Zur Anregung verwenden Sie eine LED mit einer Wellenlänge von $\lambda_{\text{LED}} = 425 \text{ nm}$ und einer optischen Ausgangsleistung von $P_{\text{opt}} = 16 \text{ mW}$.

- Wie groß ist die Energie eines Photons bei dieser Wellenlänge? (1 Punkt)
(Planck'sches Wirkungsquantum: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, Lichtgeschwindigkeit: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)
- Es werden ungefähr 5 % der Anregungsphotonen in der Probe absorbiert, wobei mit jedem absorbierten Anregungsphoton ein Fluoreszenzphoton erzeugt wird. Wieviele Fluoreszenzphotonen werden pro Sekunde erzeugt? (2 Punkte)
- Die Fluoreszenzphotonen haben eine Wellenlänge von $\lambda_{\text{Fl}} = 528 \text{ nm}$. Berechnen Sie die Strahlungsleistung Φ_E der Fluoreszenz. (2 Punkte)
- Welcher Lichtstrom ergibt sich somit für die Fluoreszenz bei einem spektralen Helligkeitsempfinden von $V(528 \text{ nm}) = 0,8$? (2 Punkte)