

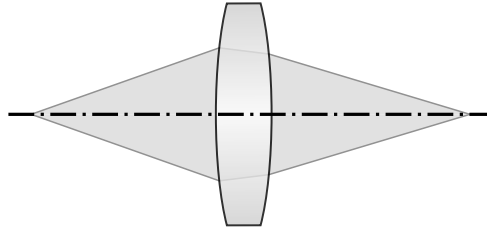
Vorname: _____ Name: _____
Matrikelnummer: _____ Studiengang: _____

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

- a) Was ist der Unterschied zwischen Abbildungsmaßstab und Vergrößerung? (2 Punkte)
- b) Durch welche 5 Eigenschaften kann eine elektromagnetische Welle beschrieben werden? (2,5 Punkte)
- c) Was beschreibt der Begriff „Dispersion“? (1 Punkt)
- d) Was ist der Unterschied zwischen Ein-/Austrittspupille und Aperturblende? (1 Punkt)
- e) Erklären Sie den Unterschied zwischen einem reellen und einem virtuellem Bild. (2 Punkte)
- f) Was versteht man unter Refraktionsfehler in der Augenheilkunde? Nennen Sie 2 verschiedene Typen mit Fachbegriff. (3 Punkte)
- g) Welche Vorteile erhält man durch Immersion in der Mikroskopie? (1,5 Punkte)
- h) Auf einem Mikroskopobjektiv steht $60\times/0.70$. Was bedeuteten die beiden Zahlen? (2 Punkte)
- i) Rotes und blaues Licht fällt jeweils auf ein Prisma und ein Gitter. Welches Licht wird jeweils stärker abgelenkt? (1 Punkt)
- j) Nennen Sie 2 medizinische Anwendungen von Lasern, welche sich in unterschiedlichen Intensitätsbereichen abspielen. (2 Punkte)

Aufgabe 2: Einzellinse

(12 Punkte)

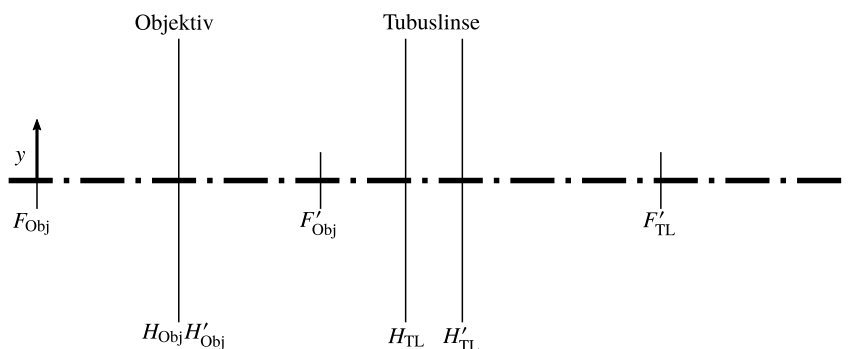


Für einen Versuchsaufbau soll eine Einzellinse ausgelegt werden. Die Brennweite dieser Linse ist mit $f' = 100 \text{ mm}$ vorgegeben.

- Das abzubildende Objekt befindet sich in einem Abstand von 300 mm vor der Linse und hat eine Höhe von 20 mm. Berechnen Sie die Lage und Größe des Bildes. Gehen Sie zunächst von einer dünnen Linse aus. (3 Punkte)
- Berechnen Sie die Radien r_1 und r_2 für den Fall einer dünnen bikonvexen Linse. Der Brechungsindex des Glases beträgt $n_d = 1,5185$. (2 Punkte)
- Wie ändert sich die Brennweite, wenn nun eine dicke Linse mit einer Dicke von 8 mm angenommen wird? Die Radien der Linse sowie der Brechungsindex bleiben gleich. (1 Punkt)
- Wo liegen die Hauptebenen der dicken Linse? (2 Punkte)
- Die chromatische Variation der dicken Linse beträgt 0,15 dpt. Welche Abbe-Zahl hat das Glas? (1 Punkt)
- Eine Einzellinse mit der Brennweite $f'_1 = 100 \text{ mm}$ soll nun mit einer Zerstreuungslinse verkittet werden, um einen Achromaten zu bauen. Die Brennweite des Achromaten soll $f'_{\text{ges}} = 150 \text{ mm}$ betragen. Bestimmen Sie die Abbe-Zahl ν_2 der zusätzlichen Linse, wenn die Abbe-Zahl der ersten Linse $\nu_1 = 64$ ist. (3 Punkte)

Aufgabe 3: Mikroskop mit Immersion

(14 Punkte)



Ein Digitalmikroskop bestehe aus einem Objektiv und einer Tubuslinse. Die Brennweite der Tubuslinse beträgt $f'_{\text{TL}} = 160 \text{ mm}$ und der Abbildungsmaßstab ist mit $\beta' = -40$ gegeben. Der Durchmesser des Objektivs beträgt 5 mm und stellt die begrenzende Apertur dar.

- Konstruieren Sie das Zwischenbild y' in der obigen Abbildung. (6 Punkte)
- Bestimmen Sie die Brennweite des Objektivs. (1 Punkt)

Fortsetzung auf nächster Seite!!!

- c) Das Objektiv wird nun in Wasser eingetaucht ($n = 1,33$). Wie verändert sich die objektseitige Brennweite des Objektivs und wie groß ist dann der objektseitige Öffnungswinkel? (3 Punkte)
- d) Welche Auflösung wird bei der Wasserimmersion erzielt, wenn die Wellenlänge $\lambda = 532 \text{ nm}$ beträgt? (2 Punkte)
- e) Es soll nun zusätzlich ein Okular eingebaut werden. Berechnen Sie die nötige Brennweite des Okulars, wenn die Gesamtvergrößerung Γ des Mikroskops $400\times$ sein soll. (2 Punkte)

Aufgabe 4: Nd:YAG - Laser

(10 Punkte)

Ein Nd:YAG - Laser emittiert einen idealen gaußschen Strahl (TEM_{00}) mit einer Wellenlänge von $\lambda = 1064 \text{ nm}$. Der Radius der Strahltaile soll $w_0 = 0,8 \text{ mm}$ betragen, wobei dort eine maximale Intensität $I_0 = 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ gemessen wurde.

- a) Welchen Durchmesser besitzt der Strahl in einer Entfernung von 2 m ? (2 Punkte)
- b) Berechnen Sie die Divergenz des Lasers. (1 Punkt)
- c) Wie groß ist die Intensität auf der optischen Achse im Abstand der Rayleigh-Länge z_R zur Strahltaile und wie groß ist sie im Abstand 2 m ? (2 Punkte)
- d) Berechnen Sie die Energie eines Photons und wieviele Photonen auf der optischen Achse im Abstand 2 m pro Sekunde und pro Quadratmeter auftreffen (Photonenflussdichte). (2 Punkte)
Planck'sches Wirkungsquantum: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, Lichtgeschwindigkeit: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- e) Das Spektrum des Lasers soll nun untersucht werden. Dazu steht Ihnen ein Beugungsgitter mit einer Gitterperiode $d = 3 \mu\text{m}$ sowie ein Kamerasensor mit einem Pixelabstand von $10 \mu\text{m}$ zur Verfügung. Zeigen Sie anhand einer Rechnung, ob eine Auflösung von $0,1 \text{ nm}$ erreicht wird, wenn die 2. Beugungsordnung ($m = 2$) genutzt wird und sich der Kamerasensor in einem Abstand von 100 mm vom Gitter befindet. (3 Punkte)

Hinweis: Untersuchen Sie, wo die spektralen Komponenten von 1064 nm und $1064,1 \text{ nm}$ auf dem Sensor auftreffen.