

# Ferienkurs Experimentalphysik 3, Übung Dienstag

15. März 2011

## 1 Lupe

Eine Sammellinse mit Durchmesser  $d=20\text{mm}$  und Brennweite  $f=100\text{mm}$  soll als Lupe verwendet werden.

- Skizzieren sie den Strahlengang, und wo die Abbildung entsteht
- Wie weit darf die Lupe maximal vom Papier entfernt sein? Was ist in diesen Fall die Bildweite und die Vergrößerung?
- Der Abstand zum Papier sein nun  $80\text{mm}$ . Was ist die Vergrößerung?

## 2 Radius-Brennweiten-Beziehung

Ein Sammellinse besteht aus einer konvex gewölbten Oberfläche mit konstanten Radius  $R$ .

- Skizzieren sie den Verlauf eines Strahls der erst im Abstand  $h$  parallel zur optischen Achse verläuft, die Grenzfläche im Winkel  $\alpha$  trifft, im Winkel  $\beta$  wieder verlässt und die optische Achse am Brennpunkt im Winkel  $\gamma$  kreuzt. Benutzen sie das Snelliussche Gesetz

$$n_1 \cdot \sin(\alpha) = n_2 \cdot \sin(\beta)$$

den Strahlensatz und die Kleinwinkelnäherung um einen Ausdruck für die Brennweite in Abhängigkeit des Radiuses und den Brechungsindices zu finden.

- Wiederholen sie die Rechnung für einen Hohlspiegel mit dem Radius  $R$

### 3 Dicke Linse

Eine dicke Linse besteht aus einem Material mit einem Brechungsindex  $n=1,5$ . Sie sei 2mm dick, und habe auf der Vorder- bzw. Rückseite die Brennweite 20mm und -30mm. Berechnen sie die Brennweite der gesamten Linse. Ist die Brennweite gleich, egal wiewarum man sie dreht?

### 4 Brille

Die Linse eines gesunden menschlichen Auge kann ein scharfes Bild von Gegenständen auf der Netzhaut erzeugen, die mindestens 25cm entfernt sind. Die Netzhaut ist etwa 3cm von der Linse entfernt

a) Welche Brennweite nimmt die Linse an, wenn das Auge auf unendlich fokussiert? Welche wenn sie auf 25cm fokussiert?

b) Durch eine Verformung des Augapfels hat sich der Abstand zwischen Netzhaut und Linse auf 3,5cm vergrößert. Ist das Auge Nah- oder Weitsichtig geworden? Welche Brennweite muss eine Brille haben, die sich 2cm vor dem Auge befindet, um diesen Effekt wieder aufzuheben?

c) Jetzt hat sich der Augapfel auf 2,5cm verkürzt. Welche Brennweite muss die Brille jetzt haben, um die alte Sehschärfe wieder herzustellen?

### 5 Zoomobjektiv

Zwei dünne Linsen befinden sich im Abstand  $d$  zueinander, und haben beide eine Brennweite von 70mm. Dadurch, dass der Abstand  $d$  veränderlich ist, soll ein Zoom-Objektiv realisiert werden.

a) Was ist die minimale Brennweite des Zoomobjektivs und warum?

b) Was ist die größte theoretische Brennweite, die mit dieser Anordnung erreicht werden kann? Was passiert wenn der Abstand noch weiter vergrößert wird? Skizzieren sie den Strahlenverlauf durch das Objektiv in den beiden Grenzfällen minimaler und maximaler theoretischer Brennweite.

c) Die maximale Brennweite soll  $f=280$ mm betragen. Wie muss der Abstand der Linsen gewählt werden?

d) Die Linsen haben einen Durchmesser von  $D=30$ mm. Was ist die Blendenzahl bei maximaler und bei minimaler Brennweite?

e) Wie verhält sich die Bildhelligkeit im Fall minimaler, zur dem maximaler Brennweite? Wie viel länger muss bei maximaler Brennweite belichtet werden, um die gleiche Lichtmenge

einzufangen, wie bei minimaler Brennweite?

## 6 Pointillismus

Ein Gemälde bestehe aus nahe beieinanderliegenden Punkten mit einem Durchmesser von 2mm. Die menschliche Pupille habe einen Durchmesser von 3mm. Bei welcher Farbe setzt ein scheinbarers Vermischen der Punkte durch Beugungseffekte zuerst ein? Im welchen Abstand muss das Kunstwerk betrachtet werden, damit alle Farben vermischt sind?

## 7 Schärfentiefe

Ein Fotobjektiv habe eine Brennweite von 50mm und einen Öffnungsdurchmesser von 30mm. Im Abstand von  $g=2\text{m}$  befindet sich ein abzubildender Gegenstand

a) Berechnen sie die Bildweite in der sich ein Kamerachip befinden muss, um ein scharfes Bild zu erzeugen

b) die Pixelgröße auf dem Chips sei  $5\mu\text{m}$  Um wieviel darf sich die Gegenstandsweite bei gleich bleibender Bildweite maximal ändern, bis eine Unschärfe sichtbar wird? (Hinweis, nähern sie  $\Delta g/g \approx g$  ). Was kann getan werden, um die Schärfentiefe zu verbessern?