

Dünne Linsen

Lerninhalte

man informiere sich über:

- Linsen, Abbildungsgleichung, Lateralvergrößerung
- Brennweite, Brechkraft, Dioptrie
- Hauptebene, Hauptpunkte
- Linsensysteme,
- Linsenfehler, sphärische und chromatische Aberration
- Bessel-Verfahren

Literatur:

- Walcher, W.: Praktikum der Physik, 4.1.1, 4.1.2
- Gerthsen, Kneser, Vogel: Physik, 9.2.3
- Keller, Gettys, Skove: Physics, Chapter 35

7.1 Abbildungsgleichung

1. Bestimmen Sie bei der **Sammellinse A** in fünf Messungen die zugehörigen Werte von Gegenstandsweite a , Bildweite a' , Gegenstandsgröße y und Bildgröße y' . Der Betrag der Lateralvergrößerung $|\beta| = \left| \frac{y'}{y} \right|$ soll zweimal größer als 1, zweimal kleiner als 1 und einmal etwa 1 sein. Die Gegenstandsgröße y (Länge des Autos) beträgt 20mm .
2. Wiederholen Sie den Versuch mit der Linsenkombination aus **Sammellinse A** und **Zerstreuungslinse Z**.

Auswertung:

1. Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung.
2. Man trage $1/a'$ in Abhängigkeit von $1/a$ auf, ziehe durch die Meßpunkte eine Ausgleichsgerade der Steigung $m = -1$ und ermittle die Brennweiten f' der Sammellinse und der Linsenkombination aus den Achsenabschnitten.
3. Berechnen Sie die Brennweite der **Zerstreuungslinse Z**.
4. Man trage für die **Sammellinse A** $|1/\beta|$ in Abhängigkeit von der Gegenstandsweite $|a|$ auf und bestimme aus der Neigung der Ausgleichsgeraden die Brennweite f .
5. Welche Aussage liefern die Achsenabschnitte der Geraden?
6. Skizzieren und erläutern Sie den Strahlenverlauf bei einer Lupe.

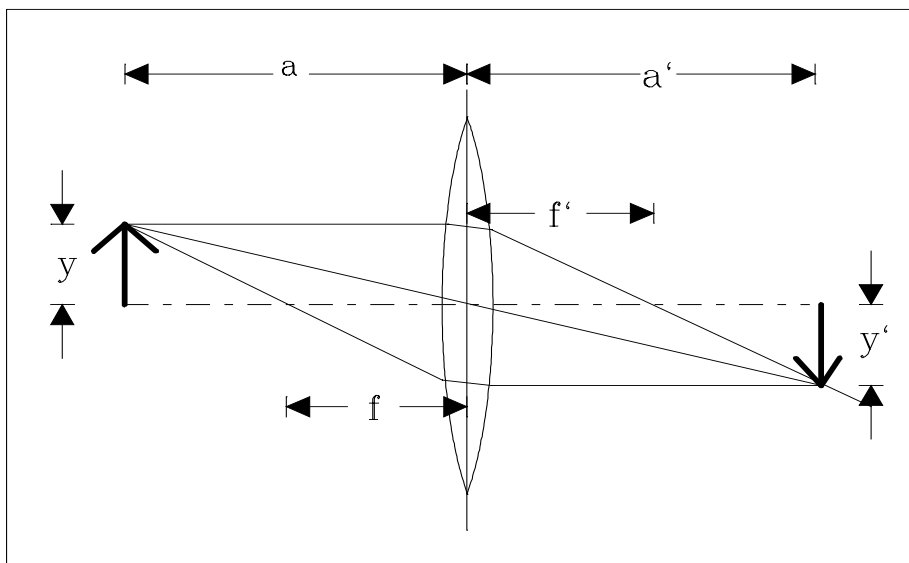
7.2 Bessel-Verfahren

1. Bestimmen Sie bei einem passend gewählten Abstand e von Gegenstand und Bild, den Abstand d der beiden Scharfstellungen der **Sammellinsen A, B** und **C**.
2. Wiederholen Sie den Versuch mit der Linsenkomination.

Auswertung:

1. Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung.
2. Berechnen Sie die Brennweiten und die Brechkraft der Linsen A, B, C und Z.

Strahlengang bei einer Sammellinse



y : Gegenstandsgröße

y' : Bildgröße

a : Gegenstandsweite (Abstand des Gegenstands von der Hauptebene)

a' : Bildweite (Abstand des Bildes von der Hauptebene)

f : Gegenstandsseitige Brennweite

f' : Bildseitige Brennweite

Brechkraft Φ einer Linse in Luft ($n = 1$): $\Phi = \frac{1}{f}$ $[\Phi] = m^{-1} = dpt$ (Dioptrie)

1. Strahlen, die parallel zur optischen Achse laufen, werden so gebrochen, daß sie durch den bildseitigen Brennpunkt laufen.
2. Strahlen, die durch den gegenstandsseitigen Brennpunkt gehen, verlaufen nach dem Durchgang der Linse parallel zur optischen Achse.
3. Strahlen durch das Zentrum der Linse verlaufen ungebrochen weiter.

Abbildungsgleichungen:

$$\frac{1}{|f|} = \frac{1}{|a|} + \frac{1}{|a'|}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{a'}{a}$$

$$\frac{y}{f'} = \frac{y'}{a' - f'}$$

Da Zerstreuungslinsen nur virtuelle Bilder liefern, ist eine direkte Bestimmung ihrer Brennweiten mit der Abbildungsgleichung nicht möglich. Man mißt ihre Brennweite daher in einer Kombination mit einer Sammellinse, deren Brechkraft so groß ist, um ein konvergentes Lichtbündel zu liefern.

Sei t der Abstand der beiden Hauptebenen von Sammel- und Zerstreuungslinse, so gilt:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_2 \cdot f_1}$$

mit

f_1' = Brennweite der Sammellinse

f_2' = Brennweite der Zerstreuungslinse

f' = Brennweite des Gesamtsystems

Bessel-Verfahren:

Bei hinreichend großem Abstand e zwischen Gegenstand und Bild gibt es zwei Linsenstellungen, die jeweils ein scharfes reelles Bild liefern. Sei d der Betrag des Abstandes dieser Linsenstellungen, dann gilt für dünne Linsen:

$$f' = \frac{1}{4} \cdot \left[e - \frac{d^2}{e} \right]$$