

3.7 Brennweite einer Zerstreungslinse

1 Theoretische Grundlagen

Besteht ein Linsensystem aus zwei Einzellinsen der Brennweiten f_1 und f_2 im Abstand d , so ist die Brennweite f des Gesamtsystems gegeben durch:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2}$$

Oder in Brechkraften ausgedrückt:

$$D = D_1 + D_2 - d \cdot D_1 \cdot D_2$$

Dabei ist $D = \frac{1}{f}$.

Für Sammellinsen ist $f > 0$, für Zerstreungslinsen $f < 0$ einzusetzen. Hierbei ist d der Abstand der einander zugekehrten Hauptebenen, bei dünnen Linsen also der Abstand ihrer Mittelebenen.

2 Aufgabenstellung

Man bestimme die Brennweite einer Zerstreungslinse durch Kombination mit einer Sammellinse bekannter Brennweite durch Messung von 6 (g,b)-Paaren und Anwendung der oben genannten Formel. Bei 3 (g,b)-Paaren soll $g > 2f$, bei den 3 anderen soll $g < 2f$ sein.

3 Erforderliche Geräte

1 Lampe (12 V)	1 Bildschirm
1 Kondensator	1 Trafo (230 V – 12 V)
1 Pfeilblende	5 Optische Reiter
1 Linsensystem Sammel- linse $f_2 = 15$ cm Zerstreungslinse $f_1 = ?$	1 Optische Schiene

4 Durchführung

4.1 Vorversuch

Um die Messungen entsprechend der Aufgabenstellung durchführen zu können, wird in einem Vorversuch die ungefähre Lage von f bestimmt. Dazu bilde man das Fensterkreuz auf der gegenüberliegenden Wand ab ($b \approx f$).

4.2 Hauptversuch

- Lampe, Kondensator, Pfeilblende, Linsensystem und Bildschirm werden in gleicher Höhe auf die optische Schiene gesetzt.
- Einstellen einer Gegenstandsweite $g_{(1)}$

- Verschieben des Bildschirmes, bis ein scharfes Bild auf ihm erscheint ($b_{(11)}$)
- Das wird bei demselben $g_{(1)}$ noch 5 mal wiederholt ($b_{(12)}, b_{(13)}, b_{(14)}, b_{(15)}, b_{(16)}$), jedesmal muß der Schirm neu eingestellt werden.
- Das arithmetische Mittel von $b_{(11)}, b_{(12)}, \dots, b_{(16)}$ ergibt $b_{(1)}$.
- Berechnung von $f_{(1)}$ und $f_{1(1)}$. ($f_{1(1)}$: Brennweite der Zerstreuungslinse).
- Wiederholung des gleichen Vorgangs bei 5 weiteren Gegenstandsweiten ($g_{(2)}, g_{(3)}, g_{(4)}, g_{(5)}, g_{(6)}$).
($g_{(1)}, g_{(2)}, \dots, g_{(6)}$) \rightarrow ($b_{(1)}, b_{(2)}, \dots, b_{(6)}$) \rightarrow ($f_{(1)}, f_{(2)}, \dots, f_{(6)}$) und ($f_{1(1)}, f_{1(2)}, \dots, f_{1(6)}$)

5 Hinweise für die Auswertung

- Aus den 6 erhaltenen Werten $f_{1(1)}, f_{1(2)}, \dots, f_{1(6)}$ bestimme man den Mittelwert \bar{f}_1 und den mittleren Fehler des Mittels.
- Schätzen Sie den Meßfehler von d ab und bestimmen Sie mit der Fehlerfortpflanzungsrechnung den Einfluß dieses Meßfehlers auf f .

6 Fragen

- Könnte man die Brennweite der Zerstreuungslinse auch mit einer Abbildung bestimmen, die durch die Linse allein hergestellt wird?
- Man beweise, daß bei einer Kombination zweier Sammellinsen oder zweier Zerstreuungslinsen der Betrag der Systembrennweite $|f|$ stets kleiner ist als die Beträge der Einzelbrennweiten:

$$|f| < |f_1| \quad \text{bzw.} \quad |f| < |f_2|$$