

Aufgaben 7

Bildentstehung, Spiegel und Linsen

Bildentstehung und Bildkonstruktion bei dünnen sphärischen Linsen

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten und in einer Gruppe diskutieren können.
- die Bildentstehung bei einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse verstehen.
- wissen und verstehen, wie die Hauptstrahlen an einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse gebrochen werden.
- mit Hilfe der Hauptstrahlen das Bild eines Gegenstandes bei einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse von Hand konstruieren können.
- beurteilen können, ob ein Bild bei einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse reell oder virtuell ist.
- alle bei einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse auftretenden Fälle für die Existenz und Eigenschaft eines Bildes kennen und verstehen.
- die Abbildungsgleichung für dünne sphärische Sammel-/Zerstreuungslinse kennen, verstehen und anwenden können.
- die Gleichung für die Lateralvergrößerung des Bildes bei einer dünnen sphärischen Sammel-/Zerstreuungslinse kennen, verstehen und anwenden können.
- die Vorzeichenregeln für die in den genannten Gleichungen auftretenden Grössen kennen.

Aufgaben

- 7.1 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 29.2 Linsen (Teile „Dünne Linsen“ und „Die Bildkonstruktion bei Linsen“, Seiten 1056 bis 1062)

- 7.2 **Experimente Posten 1: Sammellinse, Zerstreuungslinse (30 min)**

(Optische Profilbank, Linse $f = +100$ mm bzw. $f = -50$ mm auf Reiter, Perl-L als Gegenstand)

- a) *Sammellinse* ($f = +100$ mm)

- Suchen Sie reelle und virtuelle Bilder des Gegenstandes (Perl-L). Variieren Sie dabei die Gegenstandsweite g .
- Messen Sie jeweils die Bildweite b und die Bildgrösse B .
- Überprüfen Sie für alle gefundenen Bilder quantitativ die Abbildungsgleichung für dünne sphärische Linsen (Lehrbuch Tipler/Mosca, Formel 29.12, Seite 1057):

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

und die Lateralvergrößerung (Lehrbuch Tipler/Mosca, Formel 29.14, Seite 1060):

$$V = \frac{B}{G} = -\frac{b}{g}$$

- b) *Zerstreuungslinse* ($f = -50$ mm)

(gleiche Aufgaben wie bei der Sammellinse)

- 7.3 Konstruieren Sie von Hand die Bilder eines Gegenstandes bei einer sphärischen Sammell- bzw. Zerstreuungslinse.

Skizzieren Sie die Linse und den Gegenstand (als Pfeil) auf ein Blatt Papier. Konstruieren Sie dann für alle angegebenen Fälle für die Gegenstandsweite g (im Vergleich zur Brennweite f) mit Hilfe der Hauptstrahlen das entsprechende Bild.

- a) *Sammellinse* ($f > 0$)

- | | | | | | |
|-----|----------|-----|----------|------|--------------|
| i) | $g < f$ | ii) | $g = f$ | iii) | $f < g < 2f$ |
| iv) | $g = 2f$ | v) | $g > 2f$ | | |

- b) *Zerstreuungslinse* ($f < 0$)

- | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----------|------|----------------|
| i) | $g < -f$ | ii) | $g = -f$ | iii) | $-f < g < -2f$ |
| iv) | $g = -2f$ | v) | $g > -2f$ | | |

- 7.4 (Voraussetzung: Aufgabe 7.3 bearbeitet)

Studieren Sie die folgenden **Applets**. Sie finden die Applets unter <http://www.thomasborer.ch> → Physik → Dokumente/Applets

- Linsenmachergleichung
- Bilder bei der sphärischen Sammellinse
- Bilder bei der sphärischen Zerstreuungslinse

- 7.5 (Voraussetzung: Aufgabe 7.3 bearbeitet)

Erstellen Sie für eine sphärische Sammell- und eine sphärische Zerstreuungslinse je eine Tabelle, die für alle in der Aufgabe 7.3 angegebenen Fälle die folgenden Informationen enthält:

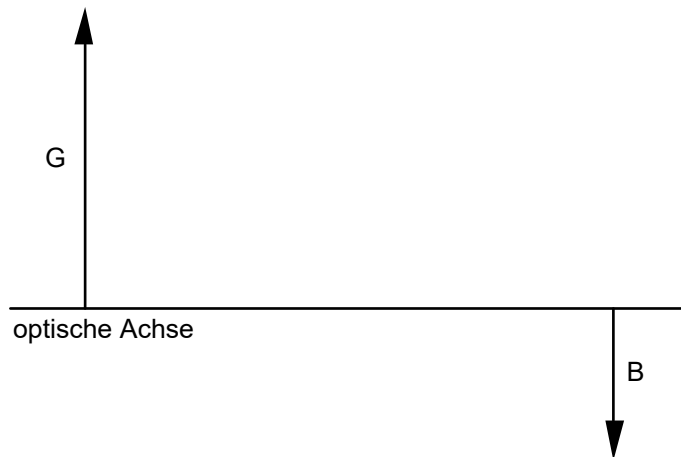
- a) Beurteilung, ob das Bild ...
- ... überhaupt existiert.
 - ... sich vor oder hinter der Linse befindet.
 - ... reell oder virtuell ist.
 - ... aufrecht oder verkehrt ist.
 - ... im Vergleich zum Gegenstand gleich gross, vergrössert oder verkleinert ist.
- b) Vorzeichen ...
- ... der Brennweite f .
 - ... der Bildweite b .
 - ... der Bildgrösse B .
 - ... der Lateralvergrösserung V .
- c) Betrag der Lateralvergrösserung V : $|V| = 1$, $|V| > 1$, $|V| < 1$

- 7.6 Vergleichen Sie die Tabellen, die Sie in den Aufgaben 7.5 (Linsen) und 5.5 (Spiegel) erstellt haben. Formulieren Sie eine Analogie zwischen sphärischen Linsen und sphärischen Spiegeln.

- 7.7 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben: A29.3, A29.4, A29.5, A29.15, A29.16, A29.19, A29.20, A29.33, A29.35

- 7.8 (siehe nächste Seite)

- 7.8 Von einem Gegenstand (Gegenstandsgrösse G) wurde mit einer sphärischen Sammellinse ein Bild (Bildgrösse B) erzeugt:



Konstruieren Sie in der Zeichnung die Position der Linse und die Brennweite f .

- 7.9 Welche Brennweite muss eine sphärische Linse haben, wenn ein Gegenstand, der sich 60 cm vor ihr befindet, in natürlicher Grösse reell abgebildet werden soll?
- 7.10 Ein Gegenstand soll durch eine sphärische Sammellinse mit der bekannten Brennweite f n -fach vergrössert abgebildet werden.
Bestimmen Sie, wie weit der Gegenstand vor der Linse aufgestellt werden muss, und wie weit das Bild von der Linse entfernt liegt.
- 7.11 Für ein Projektionsgerät (z.B. Dia-Projektor) in einem Raum soll ein geeignetes Objektiv angeschafft werden. Der Raum ist 9.00 m lang. An der Stirnseite befindet sich die quadratische Projektionsleinwand mit 180 cm Seitenlänge. Die zu projizierenden Objekte (z.B. Dias) haben die Abmessung 24.0 mm x 36.0 mm. Im Handel seien nur Objektive der Brennweiten 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm und 300 mm erhältlich.
Bestimmen Sie, welches Objektiv anzuschaffen ist.
Hinweis:
- Betrachten Sie das Objektiv in grober Näherung als dünne sphärische Linse.
- 7.12 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind. Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

	wahr	falsch
a) Jede sphärische Sammellinse ist bikonkav.	☐	☐
b) Nur Hauptstrahlen durchsetzen eine sphärische Linse ungebrochen.	☐	☐
c) Alle Strahlen, welche parallel zum Hauptstrahl auf eine sphärische Sammellinse treffen, werden so gebrochen, dass sie durch einen der Brennpunkte der Linse verlaufen.	☐	☐
d) Die Brennweite einer sphärischen Zerstreuungslinse ist gerade so gross wie der Krümmungsradius ihrer Oberfläche.	☐	☐
e) Eine sphärische Zerstreuungslinse kann sowohl reelle als auch virtuelle Bilder eines Gegenstandes erzeugen.	☐	☐

Lösungen

7.1 ...

7.2 ...

7.3 ...

7.4 ...

7.5

Sammellinse $f > 0$							
g	Bild				b	B	V
$g < f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	vergrössert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V > 1$
$g = f$	kein Bild						
$f < g < 2f$	reell	hinter der Linse	verkehrt	vergrössert	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0, V > 1$
$g = 2f$	reell	hinter der Linse	verkehrt	gleich gross	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0, V = 1$
$g > 2f$	reell	hinter der Linse	verkehrt	verkleinert	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0, V < 1$

Zerstreuungslinse $f < 0$							
g	Bild				b	B	V
$g < f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V < 1$
$g = f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V < 1$
$f < g < 2f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V < 1$
$g = 2f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V < 1$
$g > 2f$	virtuell	vor der Linse	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0, V < 1$

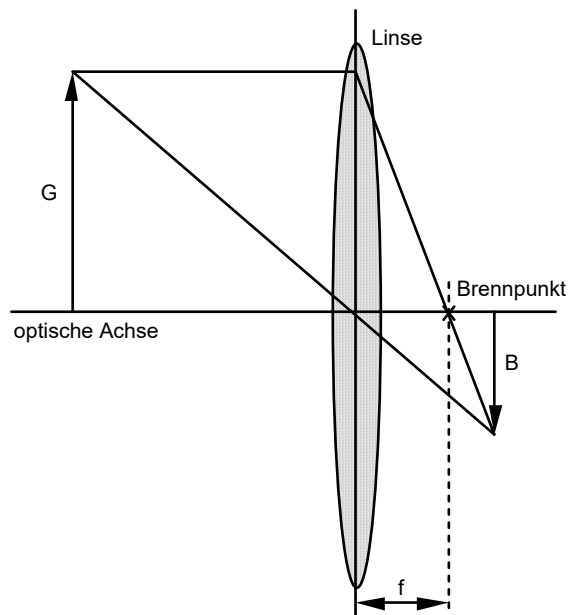
7.6 Bei der Bildentstehung verhält sich ...

- ... die sphärische Sammellinse analog zum sphärischen Hohlspiegel.
- ... die sphärische Zerstreuungslinse analog zum sphärischen Wölbspiegel.

7.7 ...

7.8 (siehe nächste Seite)

7.8



7.9 $f = \frac{g}{2} = 30 \text{ cm}$

7.10 $b = (1 + n) f$
 $g = \left(1 + \frac{1}{n}\right) f$

7.11 Aus der Abbildungsgleichung für dünne sphärische Linsen und der Gleichung für die Lateralvergrößerung folgt mit der Bildweite $b = 9.00 \text{ m}$, der Gegenstandsgrösse $G = 0.0360 \text{ m}$ und der Bildgrösse $B = -1.80 \text{ m}$

$$f = \frac{1}{\frac{1}{b} - \frac{1}{G}} = 0.176 \text{ m} = 176 \text{ mm}$$

Wird die Projektionsdistanz etwas verkürzt, also b etwas verkleinert, wird die Brennweite f ebenfalls kleiner (bitte nachprüfen, nebst b wird auch B kleiner!).

Daher wäre 150 mm eine sinnvolle Wahl für die Objektivbrennweite.

- 7.12
- a) falsch
 - b) falsch
 - c) wahr
 - d) falsch
 - e) falsch