Aufgaben 4 Bildentstehung, Spiegel und Linsen
Bildentstehung/Bildkonstruktion bei sphärischen Spiegeln

Lernziele

- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten können.
- wissen und verstehen, wie Lichtstrahlen an einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel reflektiert werden.
- beurteilen können, ob ein bei einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel beobachtetes Bild reell oder virtuell ist.
- die Bildentstehung bei einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel aus dem Verlauf von einfallenden und reflektierten Lichtstrahlen verstehen.
- wissen und verstehen, wie die Hauptstrahlen an einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel reflektiert werden.
- mit Hilfe der Hauptstrahlen das Bild eines Gegenstandes bei einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel von Hand konstruieren können.
- alle bei einem sphärischen Hohl- und einem sphärischen Wölbspiegel auftretenden Fälle für die Existenz und Eigenschaft eines Bildes kennen und verstehen.
- die Abbildungsgleichung für sphärische Spiegel kennen, verstehen und anwenden können.
- die Gleichung für die Lateralvergrösserung des Bildes bei einem sphärischen Spiegel kennen, verstehen und anwenden können.
- die Vorzeichenregeln für die in den genannten Gleichungen auftretenden Grössen kennen.

Aufgaben

4.1 Ein punktförmiger Gegenstand befindet sich 12 cm vor einem sphärischen Hohlspiegel und 3.0 cm oberhalb dessen Achse. Der Spiegel hat einen Krümmungsradius von 6.0 cm.

Bestimmen Sie …

a) … die Brennweite des Spiegels.

b) … die Bildweite.

c) … den Abstand des Bildpunktes von der Achse.

4.2 Konstruieren Sie von Hand die Bilder eines Gegenstandes bei einem sphärischen Hohl- bzw. Wölbspiegel.

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

a) *Hohlspiegel* ($f > 0$)

i) $g < f$ ii) $g = f$ iii) $f < g < 2f$

iv) $g = 2f$ v) $g > 2f$

b) *Wölbspiegel* ($f < 0$)

i) $g < -f$ ii) $g = -f$ iii) $-f < g < -2f$

iv) $g = -2f$ v) $g > -2f$

Hinweis:
- Bearbeiten Sie diese Aufgabe 4.2 gleichzeitig mit der folgenden Aufgabe 4.3.

4.3 (siehe nächste Seite)

4.3 Studieren Sie das folgende **Applet**:
- Bilder beim sphärischen Hohl-/Wölbspiegel (1)

Hinweise:
- Im Applet sind beim Hohlspiegel jeweils der Mittelpunktsstrahl und der Scheitelpunktsstrahl (Strahl, welcher am Scheitelpunkt des Spiegels reflektiert wird) dargestellt.
- Im Applet sind beim Wölbspiegel jeweils der Parallelstrahl und der Mittelpunktsstrahl dargestellt.

4.4 Erstellen Sie für einen sphärischen Hohl- und einen sphärischen Wölbspiegel je eine Tabelle, die für alle in der Aufgabe 4.2 angegebenen Fälle die folgenden Informationen enthält:

a) Beurteilung, ob das Bild ...

- ... überhaupt existiert.
- ... reell oder virtuell ist.
- ... sich vor oder hinter dem Spiegel befindet.
- ... aufrecht oder verkehrt ist.
- ... im Vergleich zum Gegenstand gleich gross, vergrössert oder verkleinert ist.

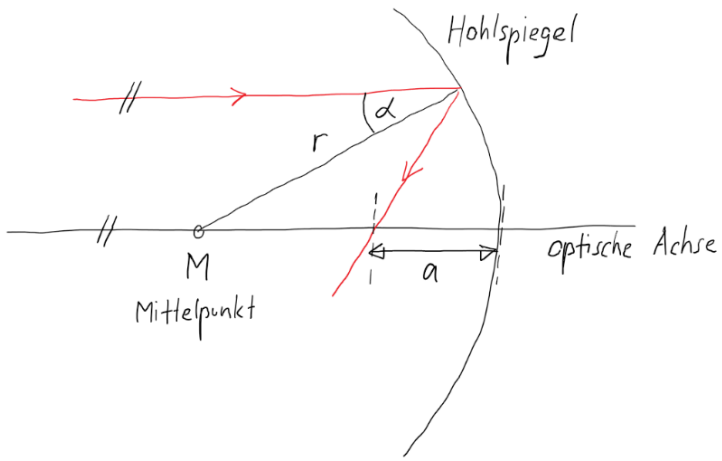
b) Vorzeichen ...

- ... des Krümmungsradius' r.
- ... der Brennweite f.
- ... der Bildweite b.
- ... der Bildgrösse B.
- ... der Lateralvergrösserung V.

c) Betrag der Lateralvergrösserung V: $|V| = 1$, $|V| > 1$, $|V| < 1$

4.5 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
29.2, 29.7, 29.10, 29.12, 29.13

4.6 Betrachten Sie einen sphärischen Hohlspiegel mit Radius r. Ein zur optischen Achse paralleler Strahl trifft mit dem Einfallswinkel α auf die Spiegelfläche.



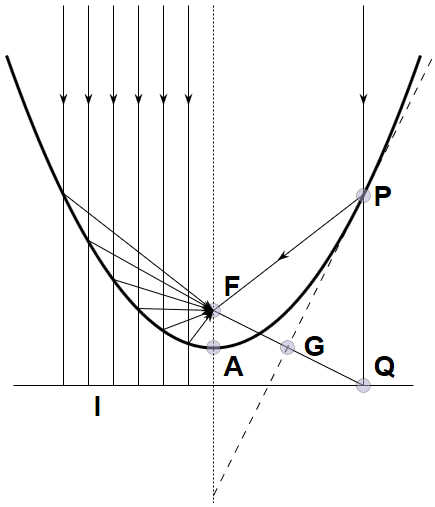
a) Zeigen Sie, dass der reflektierte Strahl die optische Achse im folgenden Abstand a von der Spiegelfläche schneidet:

$$a = \left(1 - \frac{1}{2\cos(\alpha)}\right) \cdot r$$

b) Begründen Sie mit Hilfe des in a) gezeigten Ausdruckes für den Abstand a, dass der Hohlspiegel für achsennahe Strahlen, d.h. für kleine Winkel α, einen Brennpunkt mit Abstand $f \approx r/2$ von der Spiegelfläche besitzt.

4.7 Ein zur optischen Achse paralleler Strahl trifft auf einen Parabolspiegel. Dies ist ein parabolischer Hohlspiegel. Im Gegensatz zu einem sphärischen Hohlspiegel ist ein Parabolspiegel Teil eines Paraboloids, und nicht einer Kugel. Der Schnitt des Paraboloids mit einer Ebene, die die optische Achse enthält, ergibt eine Parabel.

Im Unterricht wurde gezeigt, wie eine Parabel geometrisch definiert ist:



(Bildquelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Parabolspiegel, 6.10.2023)

Zeigen Sie, dass bei einem Parabolspiegel (im Gegensatz zu einem sphärischen Hohlspiegel) alle parallel zur optischen Achse einfallenden Lichtstrahlen exakt in einen einzigen Punkt (Brennpunkt F) reflektiert werden.

Hinweise:
- Betrachten Sie das obenstehende Bild.
- Überlegen Sie sich, dass der Parabelpunkt P auf der Mittelsenkrechten der Strecke FQ liegen muss.
- Überlegen Sie sich, dass die Mittelsenkrechte eine Tangente an die Parabel im Punkt P ist.
- Überlegen Sie sich nun, dass ein Lichtstrahl, welcher in Richtung der Geraden (PQ) im Punkt P auf den Parabolspiegel auftrifft, in Richtung des Punktes F reflektiert wird.

4.8 Führen Sie in Moodle den Test 4.1 durch.

4.9 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

		wahr	falsch
a)	Bei einem sphärischen Hohlspiegel können sowohl reelle als auch virtuelle Bilder entstehen.	☐	☐
b)	Bei einem sphärischen Wölbspiegel können sowohl reelle als auch virtuelle Bilder entstehen.	☐	☐
c)	Eine negative Bildgrösse bedeutet, dass das Bild verkehrt ist.	☐	☐
d)	Eine positive Bildweite bedeutet, dass das Bild aufrecht ist.	☐	☐
e)	Bei einem sphärischen Hohlspiegel werden alle parallel zur optischen Achse einfallenden Lichtstrahlen genau in einen gemeinsamen Punkt reflektiert.	☐	☐

Lehrbuch Tipler/Mosca

Teil VI Optik

29 Geometrische Optik

29.1 Spiegel (Teil „Sphärische Spiegel“, Seiten 1062 bis 1070)

Hinweise:
- In der Übung 29.1 (Seite 1069) gibt es in den Lösungen einen Fehler: Im Teil 1 der Lösung sollte der Nenner auf der rechten Seite in der letzten Gleichung **-10.0 m** lauten, nicht -20.0 m.
- Die Reihenfolge der Lösungen zu den Zusatzaufgaben 29.1 und 29.2 (Seite 1097) ist falsch: Bei 29.1 steht die Lösung von 29.2, und bei 29.2 steht die Lösung von 29.1.

Bemerkung:
- Es gibt zwei verschiedene Konventionen für das Vorzeichen des Radius' r bei einem sphärischen Spiegel:
  - Vorzeichen-Konvention im Lehrbuch Tipler/Mosca: Hohlspiegel $r > 0$, Wölbspiegel $r < 0$
  - Verbreitete Vorzeichen-Konvention in der Optikliteratur: Hohlspiegel $r < 0$, Wölbspiegel $r > 0$

  Wir verwenden in diesem Kurs die Vorzeichen-Konvention Tipler/Mosca.