

Aufgaben 3 Geometrische Optik Bildentstehung/-konstruktion bei brechenden sphärischen Oberflächen

Lernziele

- wissen und verstehen, wie die Hauptstrahlen an einer konvexen und einer konkaven sphärischen Oberfläche gebrochen werden.
- mit Hilfe der Hauptstrahlen das Bild eines Gegenstandes bei einer brechenden konvexen und einer konkaven sphärischen Oberfläche von Hand konstruieren können.
- beurteilen können, ob ein Bild bei einer brechenden konvexen und einer brechenden konkaven sphärischen Oberfläche reell oder virtuell ist.
- alle bei einer brechenden konvexen und einer brechenden konkaven sphärischen Oberfläche auftretenden Fälle für die Existenz und Eigenschaft eines Bildes kennen und verstehen.
- die Abbildungsgleichung für brechende sphärische Oberflächen kennen, verstehen und anwenden können.
- die Gleichung für die Lateralvergrößerung des Bildes bei einer brechenden sphärischen Oberfläche kennen, verstehen und anwenden können.
- die Vorzeichenregeln für die in den genannten Gleichungen auftretenden Größen kennen.
- einen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- eine Problemstellung selbstständig bearbeiten können.

Aufgaben

- 3.1 Für die Bildentstehung an einer brechenden sphärischen Oberfläche drückt die folgende Gleichung den Zusammenhang zwischen der Gegenstandsweite g und der Bildweite b aus (siehe Unterricht):

$$\frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

Diese Formel gilt sowohl für den Fall $n_2 > n_1$ als auch für den Fall $n_2 < n_1$. In dieser Aufgabe soll jedoch nur der Fall $n_2 > n_1$ betrachtet werden.

- a) Lösen Sie die Formel nach der Bildweite b auf.

- b) Betrachten Sie den Fall, dass die sphärische Oberfläche **konvex** ist, d.h. $r > 0$.

Beurteilen Sie mit Hilfe des Resultates aus a), für welche Gegenstandsweite(n) g ...

- ... ein reelles Bild existiert.
- ... ein virtuelles Bild existiert.
- ... kein Bild existiert.

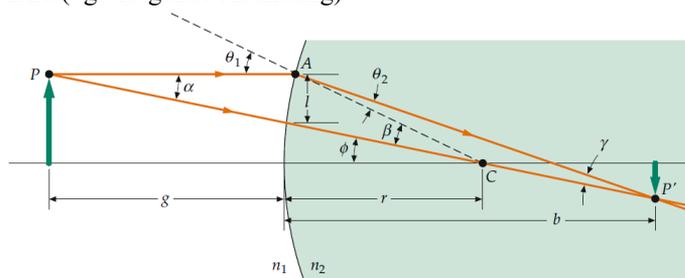
- c) Betrachten Sie nun den Fall, dass die sphärische Oberfläche **konkav** ist, d.h. $r < 0$.

Beurteilen Sie mit Hilfe des Resultates aus a), für welche Gegenstandsweite(n) g ...

- ... ein reelles Bild existiert.
- ... ein virtuelles Bild existiert.
- ... kein Bild existiert.

- 3.2 Skizzieren Sie von Hand die Bilder eines Gegenstandes bei einer brechenden sphärischen Oberfläche.

Zeichnen Sie die sphärische Oberfläche und den Gegenstand (als Pfeil). Skizzieren Sie dann für alle in der Aufgabe 3.1 aufgeführten Fälle mit Hilfe des Mittelpunktstrahls und des Parallelstrahls das entsprechende Bild (vgl. folgende Abbildung).



3.3 Ein Gegenstand der Grösse $G = 10.0$ cm befindet sich im Abstand $g = 80.0$ cm vor einer brechenden konvexen sphärischen Oberfläche mit dem Radius $r = 30.0$ cm. Die Brechzahlen der beiden Medien sind $n_1 = 1.00$ und $n_2 = 1.50$.

- a) Bestimmen Sie ...
i) ... die Bildweite b .
ii) ... die Lateralvergrößerung V .
- b) Beurteilen Sie, ob das Bild ...
i) ... reell oder virtuell ist.
ii) ... aufrecht oder verkehrt ist.
iii) ... im Vergleich zum Gegenstand gleich gross, vergrößert oder verkleinert ist.

3.4 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
29.14, 29.15

3.5 Führen Sie in Moodle den [Test 3.1](#) durch.

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

	wahr	falsch
a) Eine brechende konvexe sphärische Oberfläche kann sowohl reelle als auch virtuelle Bilder erzeugen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Eine brechende konkave sphärische Oberfläche kann nur reelle Bilder erzeugen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Das Bild an einer brechenden konvexen sphärischen Oberfläche ist immer verkleinert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Bei einer brechenden sphärischen Oberfläche ist die Lateralvergrößerung gleich dem Verhältnis von Bildweite zu Gegenstandsweite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Bei einer brechenden sphärischen Oberfläche gibt es nie ein Bild, welches gleich gross ist wie der Gegenstand.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lehrbuch Tipler/Mosca

Teil VI Optik

29 Geometrische Optik

29.2 Linsen (Teil „Durch Brechung erzeugte Bilder“, Seiten 1070 bis 1073)

Hinweise:

- Im Beispiel 29.3 (Seite 1072) gibt es in der Lösung (Teilaufgabe a), 1.) einen Fehler: In der Formel sollte es auf der rechten Seite im Zähler $n_2 - n_1$ (nicht $n_1 - n_2$) heissen.
- Bei der Zusatzfrage 29.4 (Seite 1073) gibt es einen Fehler im Text. Im letzten Satz sollte es heissen: „... den Ort, an dem sich das Bild von **Jonas** befindet, das **Tommy** sieht.“
- In der Lösung zur Zusatzfrage 29.4 (Seite 1097) gibt es einen Fehler im Text. Es sollte heissen: „Das Bild befindet sich 5.6 cm **hinter** der Vorderseite des Aquariums.“

Lösungen

3.1 a) $b = \frac{n_2 r}{(n_2 - n_1) g - n_1 r} g$ falls $g \neq \frac{n_1}{n_2 - n_1} r$
 b existiert nicht falls $g = \frac{n_1}{n_2 - n_1} r$

Vorbemerkung zu b) und c):

- reelles Bild, falls $b > 0$
- virtuelles Bild, falls $b < 0$
- kein Bild, falls b nicht existiert bzw. falls $b \rightarrow \infty$

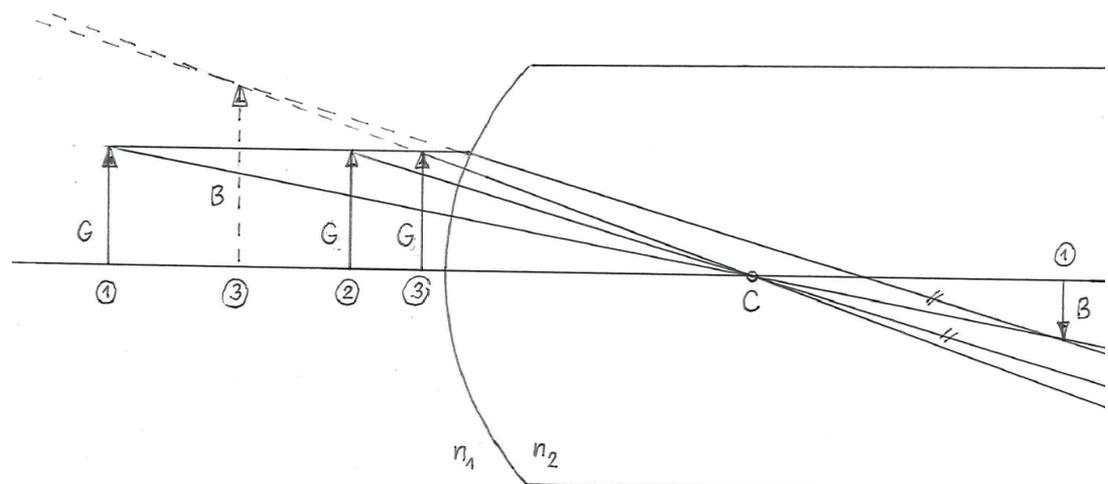
b) **konvexe** sphärische Oberfläche ($r > 0$)

- reelles Bild ($b > 0$), falls $g > \frac{n_1}{n_2 - n_1} r$
- virtuelles Bild ($b < 0$), falls $g < \frac{n_1}{n_2 - n_1} r$
- kein Bild (b existiert nicht bzw. $b \rightarrow \infty$), falls $g = \frac{n_1}{n_2 - n_1} r$

c) **konkave** sphärische Oberfläche ($r < 0$)

- $b < 0$ für alle g
- Es existiert immer ein virtuelles Bild, unabhängig von g .

3.2 **Konvexe** sphärische Oberfläche:

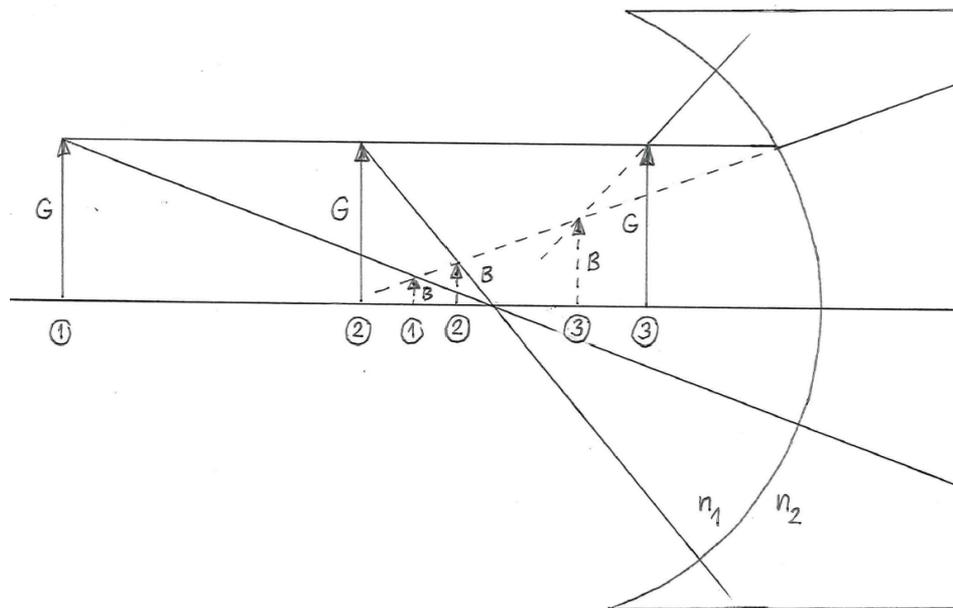


Je nach Gegenstandsweite g gibt es ein reelles, ein virtuelles oder gar kein Bild.

- Fall 1: reelles Bild
- Fall 2: kein Bild
- Fall 3: virtuelles Bild

Konkave sphärische Oberfläche (siehe nächste Seite)

Konkave sphärische Oberfläche:



Es existiert immer ein virtuelles Bild, unabhängig von der Gegenstandsweite g .

- 3.3 a) i) $b = 360 \text{ cm}$
 ii) $V = -3.00$
 b) i) reell, da $b > 0$
 ii) verkehrt, da $V < 0$
 iii) vergrößert, da $|V| > 1$

3.4 (siehe Arbeitsbuch Mills)

Hinweise zur Lösung von 29.14 im Arbeitsbuch Mills:

- Die Vorzeichenwahl für g und r ($g < 0$ und $r > 0$) ist unglücklich.
- Verwenden Sie besser $g = +10 \text{ cm}$ und $r = -20 \text{ cm}$ (konkave Oberfläche)
- Für die Bildweite ergibt sich dann bei a) $b = -8.6 \text{ cm}$ und bei b) $b = -36 \text{ cm}$
- Die Bildweite b ist negativ, weil das (virtuelle) Bild vor der Oberfläche, d.h. im Innern des Gefässes liegt.

3.5 -

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