

## Aufgaben 4      **Bildentstehung, Spiegel und Linsen** **Bildkonstruktion bei sphärischen Spiegeln**

### 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.
- wissen und verstehen, wie die Hauptstrahlen an einem sphärischen Hohl-/Wölbspiegel reflektiert werden.
- mit Hilfe der Hauptstrahlen das Bild eines Gegenstandes bei einem sphärischen Hohl-/Wölbspiegel von Hand konstruieren können.
- beurteilen können, ob ein Bild bei einem sphärischen Hohl-/Wölbspiegel reell oder virtuell ist.
- alle bei einem sphärischen Hohl-/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      Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:  
- 29.1 Spiegel (ab Formel 29.1 bis Abschnittsende, Seiten 1045 bis 1052)

4.2      **Experimente Posten 1: Hohlspiegel, Wölbspiegel (30 min)**

(Optische Profilbank, Hohl- und Wölbspiegel mit Stiel, Perl-L als Gegenstand)

a)      *Hohlspiegel*

- 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 sphärische Spiegel (Lehrbuch Tipler/Mosca, Formel 29.4, Seite 1047):

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

und die Lateralvergrößerung (Lehrbuch Tipler/Mosca, Formel 29.5, Seite 1050):

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

b)      *Wölbspiegel*

(gleiche Aufgaben wie beim Hohlspiegel)

- 4.3      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)  $g > -2f$

4.4 (Voraussetzung: Aufgabe 4.3 bearbeitet)

Studieren Sie das folgende **Applet**. Sie finden das Applet unter <http://www.thomasborer.ch> → Physik → Dokumente/Applets

- Bilder beim sphärischen Hohl-/Wölbspiegel

4.5 (Voraussetzung: Aufgabe 4.3 bearbeitet)

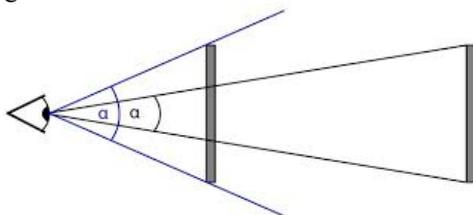
Erstellen Sie für einen sphärischen Hohl- und einen sphärischen Wölbspiegel je eine Tabelle, die für alle in der Aufgabe 4.3 angegebenen Fälle die folgenden Informationen enthält:

- 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:  $|V| = 1$ ,  $|V| > 1$ ,  $|V| < 1$

4.6 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
A29.2, A29.6, A29.7, A29.9, A29.10, A29.11, A29.12

Hinweise zu A29.6:

- Wie gross oder wie weit entfernt ein Gegenstand (bzw. ein Bild eines Gegenstandes) von einem Beobachter zu sein scheint, hängt vom sogenannten **Schwinkel** (Winkel  $\alpha$  in der untenstehenden Figur) ab, unter welchem der Gegenstand (bzw. das Bild) erscheint. Der Schwinkel  $\alpha$  wird sowohl durch die wirkliche Grösse als auch durch die wirkliche Entfernung des Gegenstandes (bzw. Bildes) bestimmt. Rein optisch kann der Beobachter nur den Schwinkel  $\alpha$  feststellen. Man kann also z.B. nicht zwischen einem nahen kleinen und einem fernen grossen Gegenstand (bzw. Bild) unterscheiden, wenn der Schwinkel in beiden Fällen gleich gross ist.



- Bei der Aufgabe A29.6 geht es um den Schwinkel, unter welchem das im Rückspiegel sichtbare virtuelle Bild des Fahrzeuges erscheint.

(Fortsetzung siehe nächste Seite)

- Das virtuelle Bild des Fahrzeuges im *gewölbten* Rückspiegel soll verglichen werden mit dem virtuellen Bild, das bei einem *ebenen* Rückspiegel (Planspiegel) entstehen würde.
- Zeigen Sie, dass der Sehwinkel, unter welchem das virtuelle Bild des Fahrzeuges erscheint, bei einem Wölbspiegel kleiner ist als bei einem Planspiegel.
- Der kleinere Sehwinkel beim Wölbspiegel ist der Grund dafür, dass das Fahrzeug weiter entfernt scheint als es wirklich ist.

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

	wahr	falsch
a) Nur reelle Bilder können auf einem Schirm beobachtet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Eine positive Bildweite bedeutet, dass das Bild aufrecht ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Eine negative Bildgrösse bedeutet, dass das Bild verkehrt ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Das Bild im Badezimmerspiegel ist virtuell.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Ein Wölbspiegel kann sowohl reelle als auch virtuelle Bilder eines Gegenstandes erzeugen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Lösungen**

4.1 ...

4.2 ...

4.3 (siehe Aufgabe 4.4)

4.4 ...

4.5

<b>Hohlspiegel</b> $r > 0, f > 0$					b	B	V
g	Bild						
$g < f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	vergrössert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  > 1$
$g = f$	kein Bild						
$f < g < 2f$	reell	vor dem Spiegel	verkehrt	vergrössert	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0,  V  > 1$
$g = 2f$	reell	vor dem Spiegel	verkehrt	gleich gross	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0,  V  = 1$
$g > 2f$	reell	vor dem Spiegel	verkehrt	verkleinert	$b > 0$	$B < 0$	$V < 0,  V  < 1$

<b>Wölbspiegel</b> $r < 0, f < 0$					b	B	V
g	Bild						
$g < f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  < 1$
$g = f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  < 1$
$f < g < 2f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  < 1$
$g = 2f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  < 1$
$g > 2f$	virtuell	hinter dem Spiegel	aufrecht	verkleinert	$b < 0$	$B > 0$	$V > 0,  V  < 1$

Bemerkung (vgl. Aufgabe 3.6):

- 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  $r > 0$
- Da wir mit dem Lehrbuch Tipler/Mosca arbeiten, verwenden wir in diesem Kurs die Vorzeichen-Konvention Tipler/Mosca.

4.6 ...

- 4.7
- a) wahr
  - b) falsch
  - c) wahr
  - d) wahr
  - e) falsch