

4. Strahlenoptik (Zeichnungen werden nicht eingefügt, bitte bei Kommilitonen danach fragen)

4.1 Spiegeltypen

Definition:

- 1) ebener Spiegel
 - spiegelnde Fläche ist eben
 - Krümmungsradius $R \rightarrow \infty$
- 2) Sphärischer Spiegel
 - spiegelnde Fläche ist Teil einer Kugeloberfläche/Sphäre
- 3) Parabolspiegel
 - spiegelnde Fläche ist Teil eines Paraboloids

Definition:

- 1) Hohlspiegel \rightarrow konkav
- 2) Wölbspiegel \rightarrow konvex

4.2 Abbildung durch ebene Spiegel

4.2.1 Konstruktion des Spiegelbildes einer Punkt-Lichtquelle

Ergebnis:

- Gegenstandsgröße $G =$ Bildgröße B
- Gegenstandsweite $g =$ Bildweite $|b|$

(s. auch: www.schulphysik.de/java/physlet/applets/optik1.html)

Ausgedehnte Lichtquelle:

Der ebene Spiegel vertauscht:

- links/rechts
- vorne/hinten
- aber NICHT oben/unten

PA: Spiegelbild auf Spiegel (wird hier nicht ausgeführt, weil keine Zeichnungen eingefügt werden)

4.2.2 Vorzeichenregeln (DIN 10110)

Definition:

1) G und $B > 0$, falls der Gegenstand oder die Person und das jeweilige Bild aufrecht steht.

G und $B < 0$, falls sie auf dem Kopf stehen

2) $g > 0$, $b > 0$, falls Bild bei den reflektierten Strahlen (bzgl. Spiegel)

Beispiel (ebener Spiegel): $G, B > 0$; $b = -g$

4.2.3 Anwendungen

1) Retroreflektoren

2) Kaleidoskop

4.3 Abbildung durch Hohlspiegel konkav

Ziel: Verkleinerte oder vergrößerte Abbildungen wo $B \neq G$

4.3.1 Abbildungsgleichung, Brennpunkt, Brennweite

Ziel: $B = ?$ und $b = ?$

Erinnerung an Geometrie/Mathematik \rightarrow Sinussatz

$$1) \frac{\overline{PA}}{\sin(180^\circ - \beta)} = \frac{\overline{PM}}{\sin(\theta)} = \frac{R}{\sin(\alpha)} \quad R = \text{Radius}$$

$$2) \frac{\overline{P'A}}{\sin(\beta)} = \frac{\overline{P'M}}{\sin(\theta)} = \frac{R}{\sin(180^\circ - \gamma)}$$

Erinnerung \rightarrow Mathe: $\sin(180^\circ - \beta) = \sin(\beta)$

Näherung: Paraxiale Näherung (nur achsennahe Strahlen, keine Randstrahlen)

$l \ll g, b, B, G, R$ (\ll heißt sehr klein gegenüber)

$$\Rightarrow \overline{PA} = g, \quad \overline{PM} = g - R, \quad \overline{P'A} = b, \quad \overline{P'M} = R - b$$

Folgerung:

$$1) \frac{g}{\sin(\beta)} = \frac{g-R}{\sin(\theta)} = \frac{R}{\sin(\alpha)} \Rightarrow \frac{\sin(\theta)}{\sin(\beta)} = \frac{g-R}{g}$$

$$2) \frac{b}{\sin(\beta)} = \frac{R-b}{\sin(\theta)} = \frac{R}{\sin(\gamma)} \Rightarrow \frac{\sin(\theta)}{\sin(\beta)} = \frac{R-b}{b}$$

$$\Rightarrow \frac{R-b}{b} = \frac{g-R}{g} \Rightarrow \frac{R}{b} - 1 = 1 - \frac{R}{g} \Rightarrow 2 = \frac{R}{b} + \frac{R}{g} \Rightarrow \frac{2}{R} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Definition:

$$\text{Brennweite } f = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

→ Brennpunkt F (Fokus)

4.3.2 Abbildungsmaßstab

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

Beispiel (ebener Spiegel):

$$R \rightarrow \infty$$

$$\text{Abbildungsgleichung: } 0 = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{g} = -\frac{1}{b} \Rightarrow b = -g$$

$$\text{Abbildungsmaßstab: } \beta_{eb} = -\frac{b}{g} = -\frac{-g}{g} = 1$$

Vorzeichenregel für R,f:

R,f > 0, falls M auf der Seite des Spiegels liegt, wo Licht einfällt/reflektiert wird

- konkaver Spiegel: R,f > 0
- konvexer Spiegel R,f < 0

4.3.3 Lichtstrahlen:

- Radiusstrahl
- Scheitelstrahl
- Parallelstrahl
- Brennpunktstrahl