

Spiegel 1

Eine 1,65 m große Studentin sieht sich in einem Kaufhaus in einem 3 m entfernten Überwachungsspiegel. Die Fokallänge des Spiegels beträgt $-0,25$ m.

- a) Ist das Bild reell oder virtuell?

Virtuell.

- b) Sieht die Studentin sich im Spiegel aufrecht oder auf dem Kopf stehend?

Aufrecht.

Spiegel 2

Eine 1,53 m große Studentin sieht sich in einem Kaufhaus in einem 3 m entfernten Überwachungsspiegel. Die Fokallänge des Spiegels beträgt $-0,27$ m. (beachten Sie auch die Vorzeichen!)

- c) In welcher Entfernung vom Spiegel erscheint ihr Bild? (Bildweite)

Es sei $G = 1,53$ m, $g = 3$ m und $f = -0,27$ m. Wir suchen die Bildweite b . Die Linsengleichung liefert uns das:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$
$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g}$$
$$b = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{g}} = \frac{1}{\frac{1}{-0,27 \text{ m}} - \frac{1}{3 \text{ m}}} \approx -0,2477 \text{ m}$$

- c) Wie groß ist das Bild der Studentin im Spiegel? (Bildgröße)

Die Vergrößerung einer Linse besagt:

$$M = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$
$$B = G \cdot \frac{b}{g} = 1,53 \text{ m} \cdot \frac{-0,2477 \text{ m}}{3 \text{ m}} \approx -0,1263 \text{ m}$$

- c) Wie hoch ist die Vergrößerung?

Wie eben:

$$M = \frac{b}{g} \approx -0,0826$$

Dispersion

Ein Glas hat einen Brechungsindex von $n_{\text{rot}} = 1,561$ für rotes ($\lambda_{\text{rot}} = 650$ nm) und $n_{\text{blau}} = 1,59$ für blaues Licht ($\lambda_{\text{blau}} = 450$ nm).

- (a) Wie hoch ist die Winkelaufspaltung im Glas, wenn beide Farben unter einem Winkel von 36 Grad zur Normalen von Luft her auf die Glasoberfläche treffen?

Erst das rote Licht:

$$n_{\text{rot}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{rot}}}$$

$$\beta = \arcsin \left(\frac{\sin \alpha}{n_{\text{rot}}} \right) \qquad \arcsin = \sin^{-1}$$

$$= \arcsin \left(\frac{\sin 36^\circ}{1,561} \right)$$

$$= 22,1198^\circ$$

Und das blaue Licht genauso:

$$\beta = \arcsin \left(\frac{\sin \alpha}{n_{\text{blau}}} \right) = \arcsin \left(\frac{\sin 36^\circ}{1,59} \right) = 21,6957^\circ$$

Und die Differenz ist:

$$22,1198^\circ - 21,6957^\circ = 0,4241^\circ$$

(b) Wie groß ist der Unterschied in der Ausbreitungsgeschwindigkeit ($v_{\text{rot}} - v_{\text{blau}}$)?

Wieder erst das rote Licht:

$$n_{\text{rot}} = \frac{c_{\text{Luft}}}{c_{\text{Glas}}}$$

$$c_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Luft}}}{n_{\text{rot}}} = \frac{2,99 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,561} \approx 191\,543\,882 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Und dann das blaue Licht:

$$c_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Luft}}}{n_{\text{blau}}} = \frac{2,99 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,59} \approx 188\,050\,314 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Damit ist die Differenz:

$$v_{\text{rot}} - v_{\text{blau}} = 191\,543\,882 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 188\,050\,314 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3\,493\,568 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Totalreflektion

Für die Endoskopie werden Lichtleiter benötigt, die durch das Phänomen Totalreflexion Licht nahezu verlustfrei selbst in schwer zu erreichende Bereiche des Körpers transportieren können. Ein solcher Leiter hat beispielsweise einen Brechungsindex von 1,53. Ab welchem Winkel tritt hier Totalreflexion auf, wenn außerhalb des Leiters Luft ($n = 1$) ist?

Sei $n_{\text{Leiter}} = 1,53$, $n_{\text{Luft}} = 1$. Wir suchen den Winkel α .

Es gilt:

$$\sin \alpha = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Leiter}}}$$
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Leiter}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,53}\right) = 40,81^\circ$$

Wie groß ist dieser Winkel, wenn außerhalb des Leiter Wasser ($n = 1,33$) ist?

Gleiches Prinzip:

$$\sin \alpha = \frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Leiter}}}$$
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Leiter}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1,33}{1,53}\right) = 60,38^\circ$$