

Aufgabe 1

Die benötigten Ableitungen lauten

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx}y(x, t) &= 2 \cdot 2(x + ct) \cdot 1 = 4(x + ct) \\ \frac{d^2}{dx^2}y(x, t) &= \frac{d}{dx}4(x + ct) = 4 \\ \frac{d}{dt}y(x, t) &= 2 \cdot 2(x + ct) \cdot c = 4c(x + ct) \\ \frac{d^2}{dt^2}y(x, t) &= \frac{d}{dt}4c(x + ct) = 4c^2\end{aligned}$$

Eingesetzt in die Differentialgleichung:

$$\frac{d^2}{dx^2}y(x, t) - \frac{1}{c^2} \frac{d^2}{dt^2}y(x, t) = 4 - \frac{1}{c^2}4c^2 = 4 - 4 = 0$$

Die Funktion $y(x, t)$ ist Lösung der Wellengleichung.

Aufgabe 2

(20 Punkte)

a) Konstruktion der Abbildung:

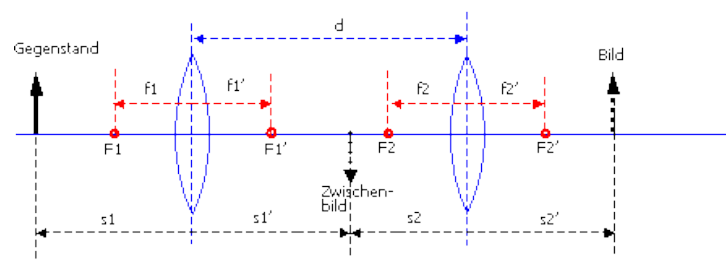


Abbildung 1: Konstruktion der Abbildung für ein Linsensystem.

b) Mit der Abbildungsgleichung

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{fg}{g-f}$$
$$b_1 = \frac{10\text{cm} \cdot 20\text{cm}}{20\text{cm} - 10\text{cm}} = 20\text{cm}$$
$$g_2 = 35\text{cm} - 20\text{cm} = 15\text{cm}$$
$$b = \frac{f \cdot g_2}{g_2 - f} = \frac{15\text{cm} \cdot 10\text{cm}}{15\text{cm} - 10\text{cm}} = 30\text{cm}.$$

Das Endbild liegt 30cm hinter der zweiten Linse.

c) Das Endbild ist reell (das Zwischenbild ebenfalls), es steht aufrecht.

d) Vergrößerung:

$$V = \frac{B}{G} = (-1) \frac{b}{g}$$
$$V_1 = \frac{b_1}{g} = (-1) \frac{20\text{cm}}{20\text{cm}} = -1$$
$$V_2 = \frac{b}{g_2} = (-1) \frac{15\text{cm}}{15\text{cm}} = -2$$

Die erste Abbildung spielt keine Rolle, die Vergrößerung ist $(-1) \cdot (-2) = 2$.

Aufgabe 3

Das Licht, das von Sternen zur Erde gelangt, trifft auf seinem Weg durch das Weltall kein Hindernis; es breitet sich daher geradlinig und ohne Verluste durch Streuung über beliebig lange Strecken aus. Nachts können wir dieses Licht auch auf der Erde beobachten, sofern der Himmel nicht zu bewölkt oder neblig ist. Die besten Beobachtungen werden allerdings von Satelliten aus gemacht, denn entlang des Weges durch die Atmosphäre trifft einfallendes Licht auf kleine Wassertröpfchen und wird von diesen in alle Richtungen reflektiert (gestreut). Diese Streuung findet vor allem in den erdnahen Atmosphärenschichten statt, da dort eine höhere Gas- und Feuchtigkeitsdichte vorherrscht.

Aus dem gleichen Grund können wir auch Lichtquellen auf der Erde nur bedingt weit sehen, bei nebligem Wetter wird die Sichtweite nochmals erheblich verkürzt.

Aufgabe 4

a) Konstruktion der Abbildung:

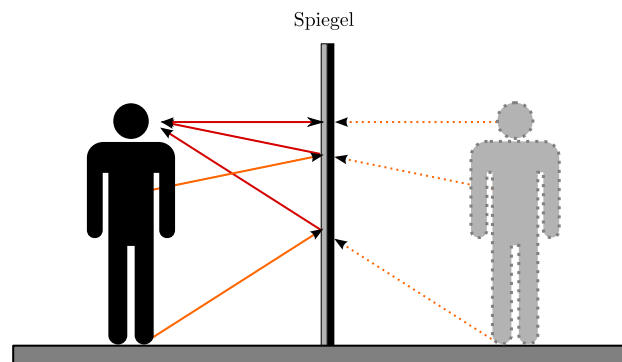


Abbildung 2: Konstruktion der Abbildung am Spiegel.

Nimmt man an, dass sich die Augen der Person an der höchsten Stelle befinden, muss der Spiegel die halbe Höhe der Person besitzen, also 92cm. In diesem Fall wird ein Lichtstrahl vom oberen Ende am Spiegel senkrecht reflektiert, ein Strahl vom tiefsten Punkt aber genau auf halber Höhe der Person reflektiert.

- b) Der Spiegel muss natürlich noch immer die Höhe 92cm besitzen, der senkrecht reflektierte Strahl befindet sich aber auf Höhe der Augen (170cm). Ein Lichtstrahl aus einer Höhe von 0cm wird jetzt bei 85cm Höhe reflektiert. Ein Lichtstrahl aus dem höchsten Punkt (184cm) wird auf halber Höhe zwischen Auge und Scheitel reflektiert, bei 177cm. Der Spiegel muss folglich auf einer Höhe von 85cm angebracht sein, die Höhe für eine vollständige Abbildung ist wieder $85\text{cm} + 7\text{cm} = 92$.
- c) Da bei der Reflexion an einer ebenen Fläche der Einfallswinkel immer gleich dem Ausfallswinkel ist, schneidet der Lichtstrahl von einem beliebigen Punkt des Bildes zum Auge stets exakt in der Mitte (auf halber Höhe zwischen Bildpunkt und Auge). Die Entfernung vom Spiegel ist völlig unerheblich.
- d) Es handelt sich um ein virtuelles Bild, es entsteht durch die gedachte Verlängerung der Lichtstrahlen, die ins Auge fallen. Das Bild lässt sich nicht auf einem Schirm einfangen.

Aufgabe 5

Die Lichtgeschwindigkeit c im optischen Medium lässt sich berechnen, indem man die Lichtgeschwindigkeit $c_0 = 3,0 \cdot 10^8$ m/s im Vakuum durch die Brechzahl $n = 1,48$ des optischen Mediums teilt:

$$c = \frac{c_0}{n} = \frac{[3,0 \cdot 10^8]m/s}{1,48} \approx [2,03 \cdot 10^8]m/s$$

Die Lichtgeschwindigkeit in dem optischen Medium beträgt somit rund $[2,003 \cdot 10^8]m/s$.