

**1. Aufgabe Brechung**

$$a) \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Luft}}} \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Luft}}} \cdot \sin \alpha \Rightarrow \sin \beta = \frac{1,33}{1} \cdot \sin 35^\circ = 0,763 \Rightarrow \beta = 49,72^\circ$$

$$\text{Grenzwinkel: } \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Wasser}}} \Rightarrow \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{1}{1,33} = 0,752 \Rightarrow \alpha_{\text{Gr}} = 48,75^\circ$$

Ist der Einfallswinkel  $\alpha$  größer als  $\alpha_{\text{Gr}}$ , so findet keine Brechung statt, sondern Totalreflexion.

$$b) \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_{\text{Glas}}}{n_{\text{Luft}}} \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_{\text{Glas}}}{n_{\text{Luft}}} \cdot \sin \alpha \Rightarrow \sin \beta = \frac{1,8}{1} \cdot \sin 20^\circ = 0,616 \Rightarrow \beta = 40,0^\circ$$

$$\text{Grenzwinkel: } \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Glas}}} \Rightarrow \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{1}{1,8} = 0,556 \Rightarrow \alpha_{\text{Gr}} = 33,75^\circ$$

$$c) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{Glas}}}{n_{\text{Wasser}}} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{n_{\text{Glas}}}{n_{\text{Wasser}}} \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1,8}{1,33} \cdot \sin 40^\circ = 0,87 \Rightarrow \alpha = 60,5^\circ$$

$$\text{Grenzwinkel: } \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Glas}}} \Rightarrow \sin \alpha_{\text{Grenz}} = \frac{1,33}{1,8} = 0,739 \Rightarrow \alpha_{\text{Gr}} = 47,6^\circ$$

**2. Aufgabe Geschwindigkeiten**

Berechne die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in

a) Wasser ( $n = 1,33$ )

b) der Augenlinse ( $n = 1,42$ )

c) Glas ( $n = 2,1$ )

$$a) n_{\text{Wasser}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Wasser}}} \Rightarrow c_{\text{Wasser}} \cdot n_{\text{Wasser}} = c_{\text{Vakuum}} \Rightarrow c_{\text{Wasser}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Wasser}}} \Rightarrow c_{\text{Wasser}} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,33} = 2,26 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b) n_{\text{Linse}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Linse}}} \Rightarrow c_{\text{Linse}} \cdot n_{\text{Linse}} = c_{\text{Vakuum}} \Rightarrow c_{\text{Linse}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Linse}}} \Rightarrow c_{\text{Linse}} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,42} = 2,11 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c) n_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Glas}}} \Rightarrow c_{\text{Glas}} \cdot n_{\text{Glas}} = c_{\text{Vakuum}} \Rightarrow c_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Glas}}} \Rightarrow c_{\text{Glas}} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,1} = 1,48 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**3. Aufgabe Linsengrößen**

Bei einer scharfen Abbildung durch Linsen sind jeweils die folgenden Größen gegeben.

Berechne die fehlenden.

$$a) \frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{0,2\text{m}} + \frac{1}{0,5\text{m}} = 7 \frac{1}{\text{m}} \Rightarrow f = 0,14 \text{ m} \quad D = \frac{1}{f} \Rightarrow D = 7 \frac{1}{\text{m}} = 7\text{dpt}$$

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} \Rightarrow B = \frac{b}{g} \cdot G \Rightarrow B = \frac{50}{20} \cdot 5\text{cm} = 12,5\text{cm}$$

$$b) \frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{0,2\text{m}} - \frac{1}{0,5\text{m}} = 3 \frac{1}{\text{m}} \Rightarrow b = 0,33 \text{ m} \quad D = \frac{1}{f} \Rightarrow D = 5 \frac{1}{\text{m}} = 5\text{dpt}$$

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} \Rightarrow B = \frac{b}{g} \cdot G \Rightarrow B = \frac{0,33}{20} \cdot 4\text{cm} = 0,067\text{cm}$$

$$c) \frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{g} = \frac{1}{0,5\text{m}} - \frac{1}{0,8\text{m}} = 0,75 \frac{1}{\text{m}} \Rightarrow g = 1,33 \text{ m} \quad D = \frac{1}{f} \Rightarrow D = 2 \frac{1}{\text{m}} = 2\text{dpt}$$

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b} \Rightarrow G = \frac{g}{b} \cdot B \Rightarrow G = \frac{1,33}{0,8} \cdot 6\text{cm} = 10\text{cm}$$

$$d) D = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{D} \Rightarrow f = \frac{1}{2 \text{dpt}} = 0,5 \text{m}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{0,5 \text{m}} - \frac{1}{0,2 \text{m}} = -3 \frac{1}{\text{m}} \Rightarrow b = -0,33 \text{ m (virtuelles Bild)}$$

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b} \Rightarrow G = \frac{g}{b} \cdot B \Rightarrow G = \frac{0,2}{0,33} \cdot 5 \text{cm} = 3,0 \text{cm}$$

$$e) D = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{D} \Rightarrow f = \frac{1}{0,5 \text{dpt}} = 2 \text{m}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{2 \text{m}} - \frac{1}{5 \text{m}} = 0,3 \frac{1}{\text{m}} \Rightarrow b = 3,33 \text{ m}$$

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b} \Rightarrow G = \frac{g}{b} \cdot B \Rightarrow G = \frac{5}{3,33} \cdot 10 \text{cm} = 15 \text{cm}$$

#### 4. Aufgabe Linsenfehler

- a) Welche Ursache haben Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit (Skizze)?  
 b) Erkläre die Begriffe chromatische Aberration und Astigmatismus.

#### 5. Aufgabe Abstände

$$a) \frac{e}{f} = \frac{d}{D} \Rightarrow e = \frac{d}{D} \cdot f$$

$$e = \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{m}}{0,025 \text{m}} \cdot 10 \text{m} = 0,002 \text{m} = 2 \text{mm}$$

$$b) \frac{f}{e} = \frac{D}{d} \Rightarrow f = \frac{D}{d} \cdot e$$

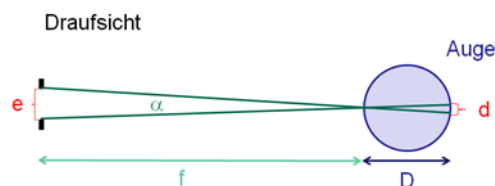
$$\frac{e}{f} = \frac{d}{D} \Rightarrow e = \frac{0,025 \text{m}}{5 \cdot 10^{-6} \text{m}} \cdot 0,01 \text{m} = 50 \text{m}$$

$$c) \frac{e}{f} = \frac{d}{D} \Rightarrow e = \frac{d}{D} \cdot f$$

$$e = \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{m}}{0,025 \text{m}} \cdot 40 \text{m} = 0,008 \text{m} = 8 \text{mm}$$

$$d) \frac{f}{e} = \frac{D}{d} \Rightarrow f = \frac{D}{d} \cdot e$$

$$\frac{e}{f} = \frac{d}{D} \Rightarrow e = \frac{0,025 \text{m}}{5 \cdot 10^{-6} \text{m}} \cdot 1,8 \text{m} = 9,0 \text{km}$$



#### 6. Aufgabe Sehschärfe

$$a) \tan \alpha = \frac{e}{f} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{0,0043 \text{m}}{20 \text{m}} = 2,15 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 0,0123^\circ = 0,0123 \cdot 60' = 0,739'$$

$$\Rightarrow \text{visus} = \frac{1'}{0,739'} = 1,35$$

$$\text{b) } \tan \alpha = \frac{e}{f} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{0,002\text{m}}{5,9\text{m}} = 3,39 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 0,0194^\circ = 1,17'$$
$$\Rightarrow \text{visus} = \frac{1'}{1,17'} = 0,85 \text{ Er hat ihn bestanden.}$$

$$\text{c) } \tan \alpha = \frac{e}{f} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{0,0116\text{m}}{100\text{m}} = 1,16 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 0,00665^\circ = 0,399'$$
$$\Rightarrow \text{visus} = \frac{1'}{0,399'} = 2,5$$

$$\text{d) } \text{visus} = \frac{1'}{\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{1'}{\text{visus}} \Rightarrow \alpha = \frac{1'}{0,1} = 10' = 0,166^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{e}{f} \Rightarrow f = \frac{e}{\tan \alpha} \quad f = \frac{0,06\text{m}}{\tan 0,166^\circ} = 20,6\text{m}$$