

$$1. \quad a) \quad n_{\text{Eis}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Eis}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{190'000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \underline{\underline{1.58}}$$

$$b) \quad n_{\text{plexiglass}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{plexiglass}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{201'000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \underline{\underline{1.49}}$$

$$2. \quad a) \quad c_{\text{Salz}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Salz}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{1.54} = 194'670 \frac{\text{km}}{\text{s}} = \underline{\underline{1.94 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$b) \quad c_{\text{Ethanol}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Ethanol}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{1.36} = 220'435 \frac{\text{km}}{\text{s}} = \underline{\underline{2.20 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

3. a) «In einem optisch dichteren Stoff ist die Lichtgeschwindigkeit *kleiner* als in einem optisch dünneren Stoff. Der Brechungsindex im optisch dichteren Stoff ist *grösser* als im optisch dünneren Stoff.»
- b) «Wenn ein Lichtstrahl schräg auf die Grenzfläche zwischen einem optisch dichteren und einem optisch dünneren Stoff auftrifft, ist der Winkel zwischen Lot und Lichtstrahl im optisch dichteren Stoff *kleiner* als im optisch dünneren Stoff.»
- c) «Totalreflexion kann nur auftreten, wenn das Licht vom optisch *dichteren* Stoff herkommt. Dazu muss der Winkel zwischen Lot und Lichtstrahl im optisch dichteren Stoff *grösser* als der Grenzwinkel sein.»
4. Der Winkel zwischen dem Lichtstrahl und dem Lot ist kleiner oberhalb der Grenzfläche. Das heisst, dass sich das Licht oberhalb der Grenzfläche langsamer ausbreitet und der Brechungsindex grösser ist. Das Glas ist oben.

$$5. \quad \frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{\sin(\alpha_{\text{unbekannt}})} = \frac{c_{\text{Luft}}}{c_{\text{unbekannt}}} = \frac{n_{\text{unbekannt}}}{n_{\text{Luft}}} = \frac{n_{\text{unbekannt}}}{1} = n_{\text{unbekannt}}$$

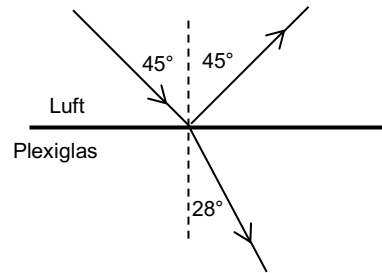
$$n_{\text{unbekannt}} = \frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{\sin(\alpha_{\text{unbekannt}})} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sin(17^\circ)} = \underline{\underline{2.42}}$$

Diamant

$$6. \quad a) \quad \frac{\sin(\alpha_{\text{Plexiglas}})}{\sin(\alpha_{\text{Luft}})} = \frac{c_{\text{Plexiglas}}}{c_{\text{Luft}}} = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Plexiglas}}} = \frac{1}{n_{\text{Plexiglas}}}$$

$$\sin(\alpha_{\text{Plexiglas}}) = \frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{n_{\text{Plexiglas}}}$$

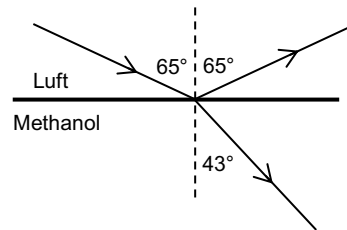
$$\alpha_{\text{Plexiglas}} = \arcsin\left(\frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{n_{\text{Plexiglas}}}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin(45^\circ)}{1.491}\right) = \underline{\underline{28^\circ}}$$



$$b) \quad \frac{\sin(\alpha_{\text{Methanol}})}{\sin(\alpha_{\text{Luft}})} = \frac{c_{\text{Methanol}}}{c_{\text{Luft}}} = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Methanol}}} = \frac{1}{n_{\text{Methanol}}}$$

$$\sin(\alpha_{\text{Methanol}}) = \frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{n_{\text{Methanol}}}$$

$$\alpha_{\text{Methanol}} = \arcsin\left(\frac{\sin(\alpha_{\text{Luft}})}{n_{\text{Methanol}}}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin(65^\circ)}{1.3290}\right) = \underline{\underline{43^\circ}}$$



$$7. \quad a) \quad \alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Fensterglas}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1.52}\right) = \underline{\underline{41.1^\circ}}$$

$$b) \quad \alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Ethanol}}}{n_{\text{Diamant}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1.36}{2.42}\right) = \underline{\underline{34.2^\circ}}$$

$$c) \quad \alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{c_{\text{Eis}}}{c_{\text{Wasser}}}\right) = \arcsin\left(\frac{190'000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{225'000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}\right) = \underline{\underline{57.6^\circ}}$$

8. Totalreflexion tritt immer im optisch dichteren Stoff auf und nur dann, wenn der Lichtstrahl vom optisch dichteren Stoff herkommt. Der Winkel zwischen Lot und Lichtstrahl im optisch dichteren Stoff muss grösser als der Grenzwinkel sein.

- a) Diamant ist optisch dichter als Luft: Totalreflexion kann auftreten.

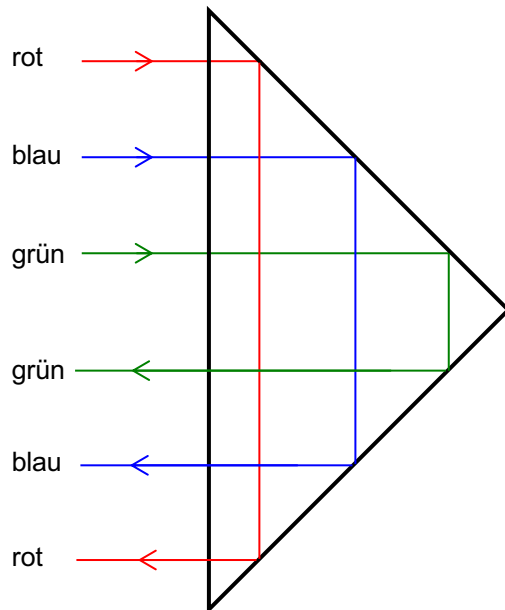
$$\alpha_{\text{Grenz}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Diamant}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{2.42}\right) = \underline{\underline{24.4^\circ}}$$

- b) Luft ist optisch dünner als Wasser: Totalreflexion kann nicht auftreten.

- c) Glas ist optisch dichter als Ethanol: Totalreflexion kann auftreten.

$$\alpha_{\text{Grenz}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Ethanol}}}{n_{\text{Fensterglas}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1.36}{1.52}\right) = \underline{\underline{63.5^\circ}}$$

9.



Die Reihenfolge der Lichtstrahlen wird vertauscht. Aus «rot-blau-grün» wird «grün-blau-rot».

10. Das Licht wird beim Übergang vom Wasser in Luft gebrochen. Da Wasser optisch dichter ist, ist der Winkel zwischen Lot und Lichtstrahl im Wasser kleiner als in der Luft. Die ausgezogene gelbe Linie zeigt den Weg des Lichts, das vom Fisch ins Auge des Fischers gelangt. Das Licht scheint aber von der geraden Rückwärts-Verlängerung des Lichtstrahls, der ins Auge fällt, herzukommen (gestrichelte Linie). Der Fisch scheint sich oberhalb des eigentlichen Fisches zu befinden. Der Fischer muss also auf eine Stelle zielen, die weiter unten liegt als dorthin, wo er den Fisch sieht.

