

## 0.3 Aufgaben zur Brechung

### Aufgabe 1

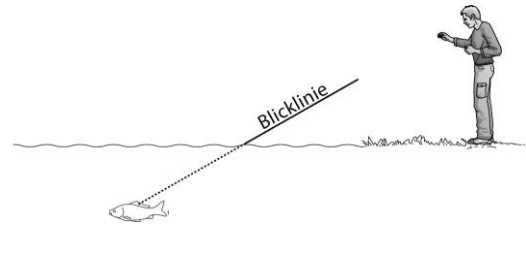
Vervollständige die Tabelle:

| Stoff     | Luft    | Wasser |         |     |         |
|-----------|---------|--------|---------|-----|---------|
| c in km/s | 300 000 |        | 200 000 |     | 125 000 |
| n         | 1       |        |         | 1,8 |         |

### Aufgabe 2

Ein Mann jagt mit einem Speer einen Fisch, der knapp unter der Wasseroberfläche schwimmt. Das vom Auge ohne Berücksichtigung der Brechung wahrgenommene Bild des Fisches ist rechts eingezeichnet.

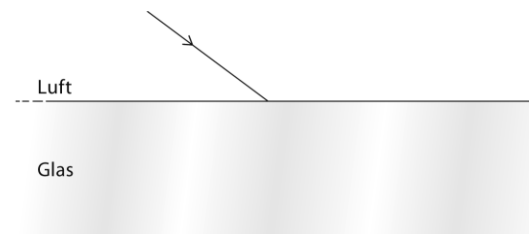
- Wo ist der Fisch in Wirklichkeit? Zeichne den wirklichen Fisch und den gebrochenen Lichtweg ein.
- Zeichne nun die korrekte Zielrichtung für den Speer ein.



### Aufgabe 3

Ein Lichtstrahl fällt von schräg oben auf einen Glastisch.

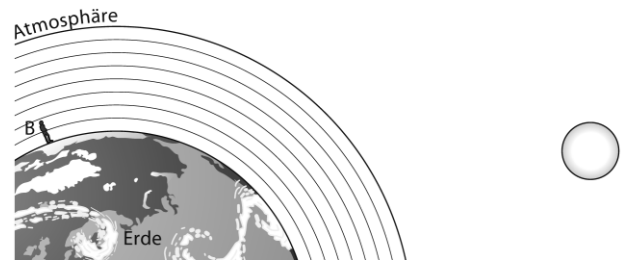
- Fälle das Lot an den Grenzflächen und zeichne den Weg des Strahls von der Luft, durch das Glas bis in die Luft.
- Bezeichne die Einfallswinkel und die Brechungswinkel mit den Symbolen  $\alpha$  und  $\beta$ . Gleiche Winkel erhalten gleiche Symbole. Gib an, was beim Vergleich von ein- und austretendem Strahl auffällt.



### Aufgabe 4

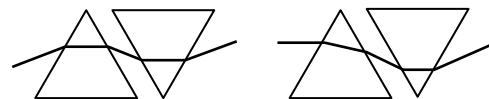
Die Luft nahe dem Erdboden ist dichter als die Luft in großer Höhe. Daher wird das Sonnenlicht in der Erdatmosphäre kontinuierlich gebrochen.

Für den Beobachter scheint die Sonne über dem Horizont zu stehen. Wo steht die Sonne wirklich? Zeichne die Sonne und den Strahlverlauf von ihren Rändern bis zum Beobachter ein.



### Aufgabe 5

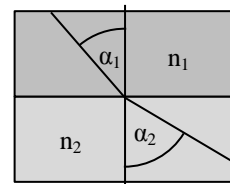
Welche der beiden nebenstehenden Abbildungen eines Lichtstrahls durch zwei gleichseitige Prismen ist richtig und welche ist falsch? Begründe!



### Aufgabe 6

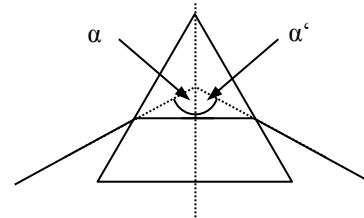
Vervollständige die Tabelle. Berücksichtige auch die Möglichkeit der Totalreflexion. In diesem Fall gibt es keinen Winkel auf der anderen Seite!

| Teil | $\alpha_1$ in Grad | $n_1$ | Material (Beispiel) | $\alpha_2$ in Grad | $n_2$ | Material (Beispiel) |
|------|--------------------|-------|---------------------|--------------------|-------|---------------------|
| a)   | 60                 | 1     |                     |                    | 1,5   |                     |
| b)   | 30                 |       | Luft                |                    |       | Glas                |
| c)   |                    | 1     |                     | 30                 |       | Glas                |
| d)   |                    |       | Luft                | 60                 | 1,5   |                     |
| e)   | 45                 |       | Luft                |                    | 2,4   |                     |
| f)   | 60                 |       | Luft                | 21,2               |       | Diamant             |
| g)   |                    | 1     |                     | 20                 | 2,4   |                     |
| h)   |                    | 1     |                     | 30                 |       | Diamant             |
| i)   | 45                 |       | Wasser              |                    |       | Glas                |
| j)   | 45                 | 1,3   |                     |                    |       | Rubin               |
| k)   | 45                 |       | Wasser              |                    | 2,4   |                     |
| l)   |                    |       | Wasser              | 45                 |       | Diamant             |
| m)   | 60                 | 1,5   |                     |                    | 1,3   |                     |



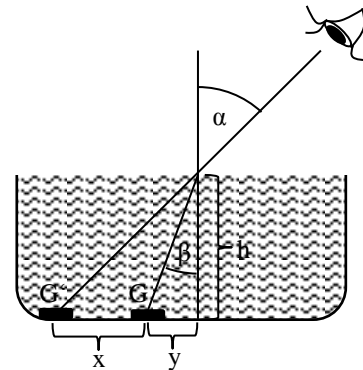
### Aufgabe 7

In welchem Winkel  $\alpha$  zum Lichtstrahl muss das gleichseitige Prisma rechts mit der Brechzahl  $n = 1,6$  gehalten werden, damit der Lichtstrahl symmetrisch zur Symmetrieachse gebrochen wird ( $\alpha = \alpha'$ )? Um welchen Winkel wird der Lichtstrahl dann insgesamt abgelenkt?



### Aufgabe 8

Auf dem Boden eines  $h = 1,5$  m tiefen Wasserbeckens liegt eine Münze G. Um welche Strecke  $x$  erscheint die Münze verschoben, wenn man unter dem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  gegen die Wasseroberfläche blickt? Rechne mit der Brechzahl  $n = \frac{4}{3}$  für Wasser.



### Aufgabe 9

Wie werden Lichtstrahlen gebrochen, die

- parallel zur optischen Achse auf eine Sammellinse fallen
- durch den Brennpunkt auf eine Sammellinse fallen
- durch den Mittelpunkt einer Sammellinse gehen?

### Aufgabe 10

- Mit welchen drei Strahlen kann man die Bildpunkte bei einer Linse konstruieren?
- Warum braucht man in der Regel nur zwei der drei Strahlen aus a)?
- Ergänze die folgende Tabelle zu den Eigenschaften des Bildes in Abhängigkeit von der Entfernung  $g$  des Gegenstandes von einer Sammellinse mit der Brennweite  $f$ :

| Gegenstandsweite | Bild                   |                              |                |
|------------------|------------------------|------------------------------|----------------|
|                  | vergrößert/verkleinert | seitenrichtig/seitenverkehrt | reell/virtuell |
| $g < f$          |                        |                              |                |
| $g = f$          |                        |                              |                |
| $f < g < 2f$     |                        |                              |                |
| $2f < g$         |                        |                              |                |

### Aufgabe 11

Bestimme die Bildweite  $b$  und die Bildgröße  $B$  durch **geometrische Konstruktion** mit Brennpunkt- und Parallelstrahlen. Kontrolliere die gemessenen Größen rechnerisch mit dem **Abbildungsgesetz**. Gib außerdem an, ob es sich um ein virtuelles oder eine reelles Bild bzw. ein seitenverkehrtes oder ein seitenrichtiges Bild handelt. Alle Angaben sind in cm für **Sammel- oder Zerstreuungslinsen**.

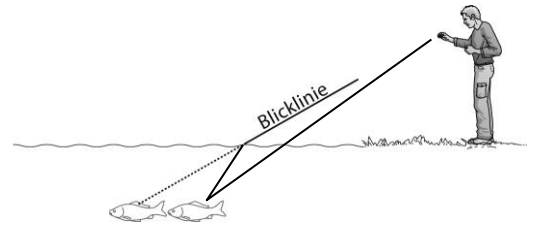
| Teil | f  | g | G | b | B | virtuell/<br>reell? | seitenrichtig/<br>seitenverkehrt? |
|------|----|---|---|---|---|---------------------|-----------------------------------|
| a)   | 2  | 1 | 2 |   |   |                     |                                   |
| b)   | 3  | 3 | 3 |   |   |                     |                                   |
| c)   | 3  | 4 | 4 |   |   |                     |                                   |
| d)   | 3  | 6 | 4 |   |   |                     |                                   |
| d)   | 1  | 3 | 4 |   |   |                     |                                   |
| e)   | 1  | 5 | 4 |   |   |                     |                                   |
| f)   | -2 | 1 | 6 |   |   |                     |                                   |
| g)   | -2 | 3 | 6 |   |   |                     |                                   |

## 0.3 Lösungen zu den Aufgaben zur Brechung

### Aufgabe 1

Vervollständige die Tabelle:

| Stoff     | Luft    | Wasser  | Glas    | Rubin   | Diamant |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| c in km/s | 300 000 | 231 769 | 200 000 | 166 666 | 125 000 |
| n         | 1       | 1,3     | 1,5     | 1,8     | 2,4     |



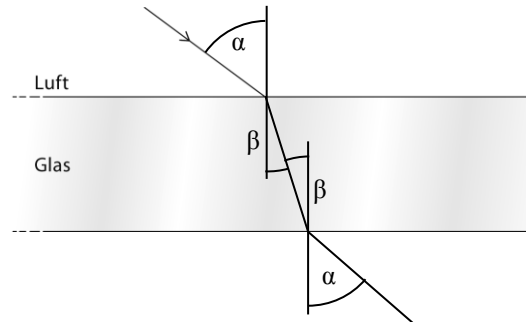
### Aufgabe 2

a) und b) siehe rechts

### Aufgabe 3

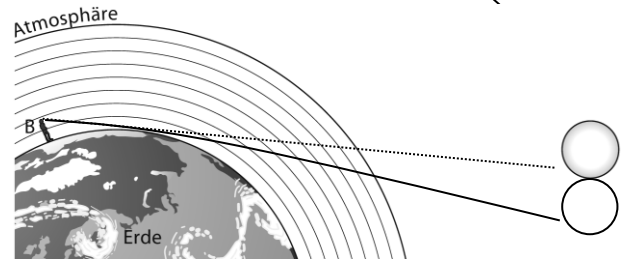
a) siehe rechts

b) Der Lichtstrahl wird parallel versetzt.



### Aufgabe 4

siehe rechts



### Aufgabe 5

Der rechte Strahlengang ist falsch, denn nach dem Brechungsgesetz bzw. der Umkehrbarkeit des Lichtweges muss der Lichtstrahl nach bzw. vor Brechung an den beiden parallelen inneren Seiten der Prismen auch in den beiden Prismen parallel verlaufen.

### Aufgabe 6

| Teil | $\alpha_1$ in Grad | $n_1$ | Material (Beispiel) | $\alpha_2$ in Grad | $n_2$ | Material (Beispiel) |
|------|--------------------|-------|---------------------|--------------------|-------|---------------------|
| a)   | 60                 | 1     | Luft                | 35,3               | 1,5   | Glas                |
| b)   | 30                 | 1     | Luft                | 19,4               | 1,5   | Glas                |
| c)   | 48,6               | 1     | Luft                | 30                 | 1,5   | Glas                |
| d)   | T                  | 1     | Luft                | 60                 | 1,5   | Glas                |
| e)   | 45                 | 1     | Luft                | 17,1               | 2,4   | Diamant             |
| f)   | 60                 | 1     | Luft                | 21,2               | 2,4   | Diamant             |
| g)   | 55,2               | 1     | Luft                | 20                 | 2,4   | Diamant             |
| h)   | T                  | 1     | Luft                | 30                 | 2,4   | Diamant             |
| i)   | 45                 | 1,3   | Wasser              | 37,8               | 1,5   | Glas                |
| j)   | 45                 | 1,3   | Wasser              | 30,7               | 1,8   | Rubin               |
| k)   | 45                 | 1,3   | Wasser              | 22,5               | 2,4   | Diamant             |
| l)   | T                  | 1,3   | Wasser              | 45                 | 2,4   | Diamant             |
| m)   | 60                 | 1,5   | Glas                | 87,8               | 1,3   | Wasser              |

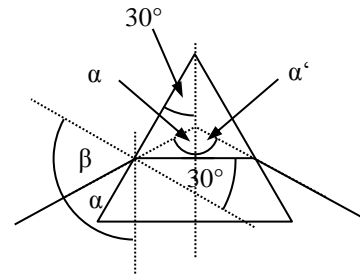


### Aufgabe 7

Wenn  $\alpha = \alpha'$  erfüllt sein soll, muss der Lichtstrahl waagrecht durch das Prisma laufen. Da die Grundfläche des Prismas ein gleichseitiges Dreieck mit den Eckwinkeln  $60^\circ$  ist, muss der Lichtstrahl dann im Winkel  $30^\circ$  zum Einfallslot hin gebrochen werden (siehe Zeichnung).

Nach dem Brechungsgesetz ergibt sich  $\frac{\sin(\beta)}{\sin(30^\circ)} = \frac{n}{1} \Leftrightarrow \frac{\sin(\beta)}{0,5} =$

$1,6 \Leftrightarrow \beta = \sin^{-1}(0,8) \approx 53,13^\circ$ . und  $\alpha = 120^\circ - \beta \approx 66,87^\circ$ . Der Lichtstrahl wird um den Winkel  $\gamma = 180^\circ - 2\alpha = 2\beta - 60^\circ \approx 46,26^\circ$  abgelenkt.



### Aufgabe 8

Aus dem Brechungsgesetz  $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow \sin(\beta) = \frac{3}{4} \sin(\alpha)$  und  $\sin(\beta) = \frac{y}{h} = \frac{h-x}{h} = 1 - \frac{x}{h}$  erhält man durch Gleichsetzen

$$\frac{3}{4} \sin(\alpha) = 1 - \frac{x}{h} \Leftrightarrow x = h \cdot \left(1 - \frac{3}{4} \sin(\alpha)\right) \approx 56,3 \text{ cm.}$$

### Aufgabe 9

siehe Theorie

### Aufgabe 10

- Brennpunkt-, Parallel- und Mittelpunktstrahlen
- Am Schnittpunkt zweier beliebiger Strahlen schneiden sich auch alle anderen Strahlen?
- 

| Gegenstandsweite | Bild                   |                              |                |
|------------------|------------------------|------------------------------|----------------|
|                  | vergrößert/verkleinert | seitenrichtig/seitenverkehrt | reell/virtuell |
| $g < f$          | vergrößert             | seitenrichtig                | virtuell       |
| $g = f$          | -                      | -                            | -              |
| $f < g < 2f$     | vergrößert             | seitenverkehrt               | reell          |
| $2f < g$         | verkleinert            | seitenverkehrt               | reell          |

### Aufgabe 11

| Teil | f  | g | G | b     | B    | virtuell/<br>reell? | seitenrichtig/<br>seitenverkehrt? |
|------|----|---|---|-------|------|---------------------|-----------------------------------|
| a)   | 2  | 1 | 2 | -2    | -4   | virtuell            | seitenrichtig                     |
| b)   | 2  | 3 | 3 | 6     | 6    | reell               | seitenverkehrt                    |
| c)   | 2  | 4 | 4 | 4     | 4    | reell               | seitenverkehrt                    |
| d)   | 2  | 6 | 4 | 3     | 2    | reell               | seitenverkehrt                    |
| e)   | 1  | 3 | 4 | 1,5   | 2    | reell               | seitenverkehrt                    |
| f)   | 1  | 5 | 4 | 1,2   | 0,96 | reell               | seitenverkehrt                    |
| g)   | -3 | 1 | 6 | -0,75 | -4,5 | virtuell            | seitenrichtig                     |
| h)   | -3 | 3 | 6 | -1,5  | -2   | virtuell            | seitenrichtig                     |

