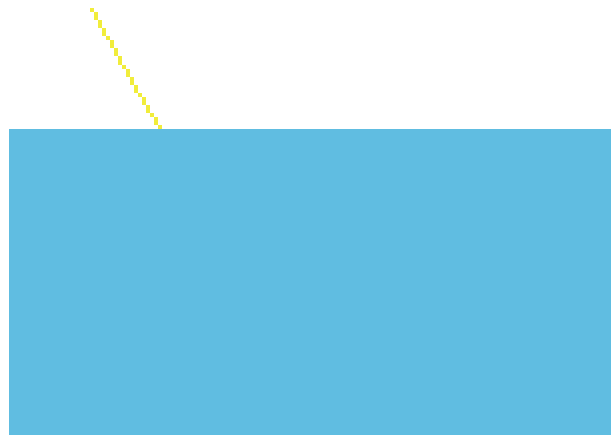


Das Strahlenmodell des Lichtes und die Lichtbrechung



<https://www.leifphysik.de/optik/lichtbrechung/downloads>



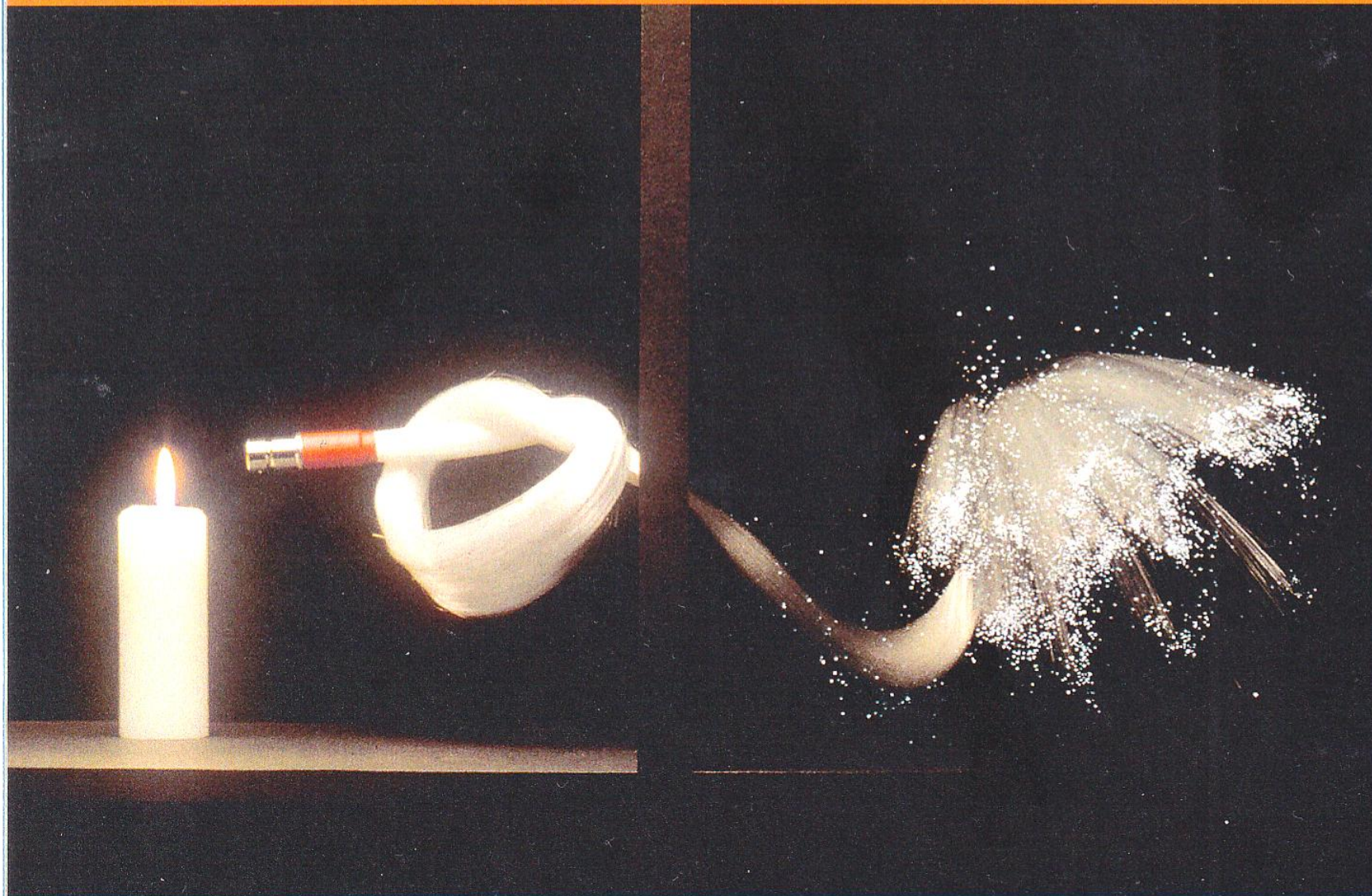
https://phoneky.co.uk/thumbs/screensavers/down/nature/rayoflight_k8xtp37.gif

Das Strahlenmodell des Lichtes

LB S. 176

- Schattenbildung**
- Reflexion**
- Brechung**
- Strahlenmodell**

Das Strahlenmodell des Lichtes



Daten sollen auf immer weiterreichenden Verbindungen immer schneller und in immer größeren Mengen übertragen werden. Um das zu erreichen, vertraut man diese Informationen dem Medium mit der höchsten Ausbreitungsgeschwindigkeit an – dem Licht. In der modernen Datenkommunikation werden zunehmend Lichtleiter für die Informationsübertragung, eingesetzt. Wie funktioniert ein Lichtleiter?

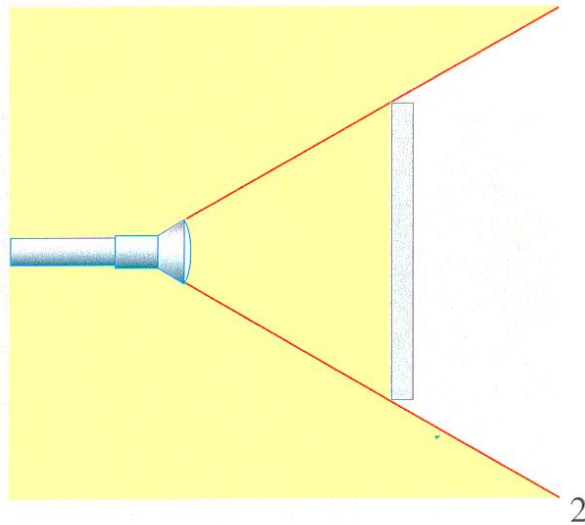
Die Ausbreitung von Licht beschreibt man in der Physik mithilfe einer Modellvorstellung – den Lichtstrahlen.

Lichtstrahlen

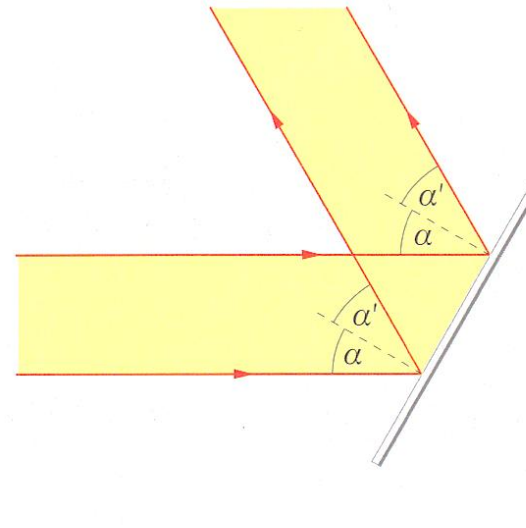
Das Licht von einer Lichtquelle breitet sich nach allen Seiten geradlinig aus. Den Verlauf von Licht kann man vereinfacht durch Strahlen darstellen. Man darf die Lichtstrahlen aber nicht mit dem Licht selbst verwechseln. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass das Licht einer Lampe den Raum vollkommen erfüllt. Die Strahlen sind nur ein Modell, das ausgewählte Lichtbündel kennzeichnet. Mit dem Modell Lichtstrahl lassen sich viele optische Phänomene beschreiben und erklären. Neben der Ausbreitung von Licht und der Schattenbildung sind auch Reflexion, Brechung und die Bildentstehung an einfachen optischen Geräten mit dem Modell Lichtstrahl zu verstehen.



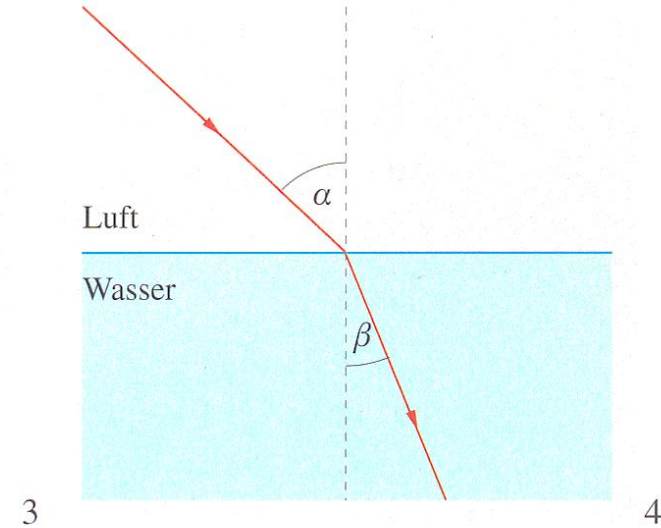
↑ Basiskonzept
Wechselwirkung



Schattenbildung



Reflexion von Licht



Brechung von Licht

► Mithilfe von Lichtstrahlen wird der Verlauf von Lichtbündeln dargestellt. Der Lichtstrahl ist ein Modell für das Licht.

Brechung des Lichtes

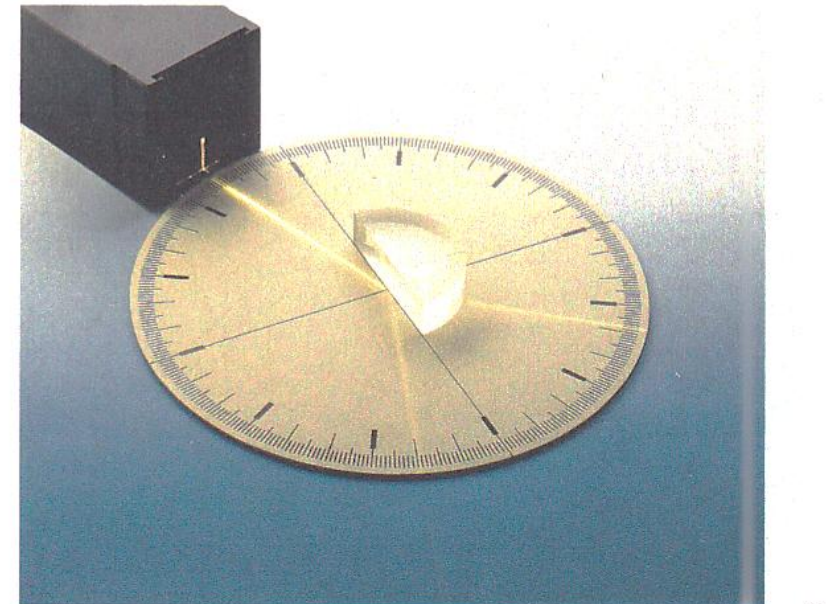
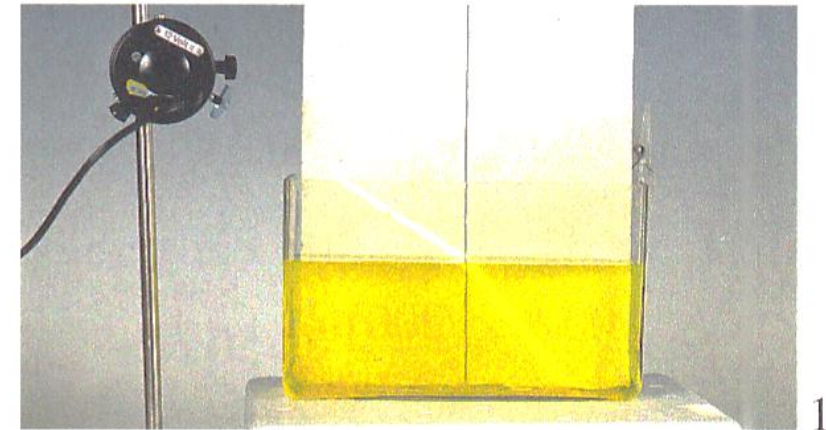
LB S. 177

Wenn man mit einem schmalen Lichtbündel schräg von oben in eine Flüssigkeit leuchtet, dann erkennt man, dass das Licht an der Grenzfläche zwischen der Luft und der Flüssigkeit einen Knick macht. Es ändert also beim Übergang von einem Medium in ein anderes Medium seine Ausbreitungsrichtung.

Im folgenden Experiment soll die Richtungsänderung genauer untersucht werden.

EXPERIMENT 1

- 1 Lenke das Lichtbündel für verschiedene Einfallswinkel α auf den Mittelpunkt der Kreisscheibe!
- 2 Miss den jeweils dazugehörigen Brechungswinkel β und trage die Werte in eine Tabelle ein!
- 3 Vergleiche den jeweiligen Betrag von Einfallswinkel und dazugehörigem Brechungswinkel!



1

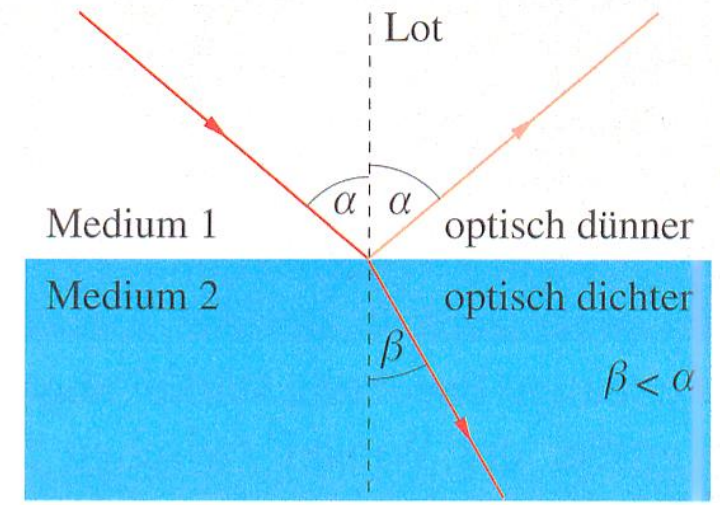
2

Man erkennt, dass beim Übergang eines Lichtbündels von Luft in Glas der Brechungswinkel stets kleiner ist als der Einfallswinkel. Das Licht wird zum Lot hin gebrochen. Ursache für diese Richtungsänderung ist die unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes in beiden Stoffen.

Von zwei Stoffen ist derjenige, in dem sich das Licht schneller ausbreitet, das optisch dünnere Medium. Der Stoff, in dem sich das Licht langsamer ausbreitet, heißt optisch dichteres Medium.

Aus den Messwerten von Experiment 1 erkennt man auch, dass sich das Verhältnis von Einfallswinkel und Brechungswinkel ändert, α und β sind nicht proportional zueinander. Um zu einer Gesetzmäßigkeit zu gelangen, kann man jedoch für jedes Wertepaar das Verhältnis $\sin \alpha : \sin \beta$ berechnen. Man erhält im Mittel 1,50. Auch das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeiten in Luft $c_L = 299\,711\text{ km/s}$ und in Kronglas $c_K = 200\,000\text{ km/s}$ beträgt 1,50.

Führt man das Experiment mit anderen Stoffpaaren durch, dann stehen immer die Sinuswerte von Einfallswinkel und Brechungswinkel in demselben Verhältnis zueinander wie die Lichtgeschwindigkeiten vom optisch dünneren Medium (c_1) und vom optisch dichteren Medium (c_2). Es gilt das Brechungsgesetz:



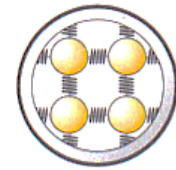
Messwertetabelle für den Übergang von Luft in Kronglas

α_{Luft}	β_{Kronglas}	$\frac{\alpha}{\beta}$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
10°	6,6°	1,51	1,54
20°	13,4°	1,49	1,48
30°	19,6°	1,53	1,43
40°	25,1°	1,59	1,52
50°	30,7°	1,63	1,51
60°	35,0°	1,71	1,52
70°	38,9°	1,80	1,49
80°	41,4°	1,93	1,49

Tritt Licht von einem optisch dünneren Medium in ein optisch dichteres Medium ein, so erfolgt eine Brechung zum Einfallslot hin.

Tritt Licht unter einem Einfallswinkel α (verschieden von 0°) von einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium ein, so erfolgt eine Brechung mit dem Winkel β .

Es gilt:
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}.$$



↑ Basiskonzept
Materie

LB S. 178

Der Knick an der Grenze der beiden Medien lässt sich mithilfe eines Gedankenexperiments veranschaulichen: Ein Radfahrer will von A nach Z. Er kann auf Asphalt mit einer Geschwindigkeit von $v_A = 10 \text{ m/s}$ und auf einer Wiese mit einer Geschwindigkeit von $v_W = 5 \text{ m/s}$ fahren. Welches ist der schnellste Weg (Bild 1)?

Berechnung der Zeit für einige Strecken:

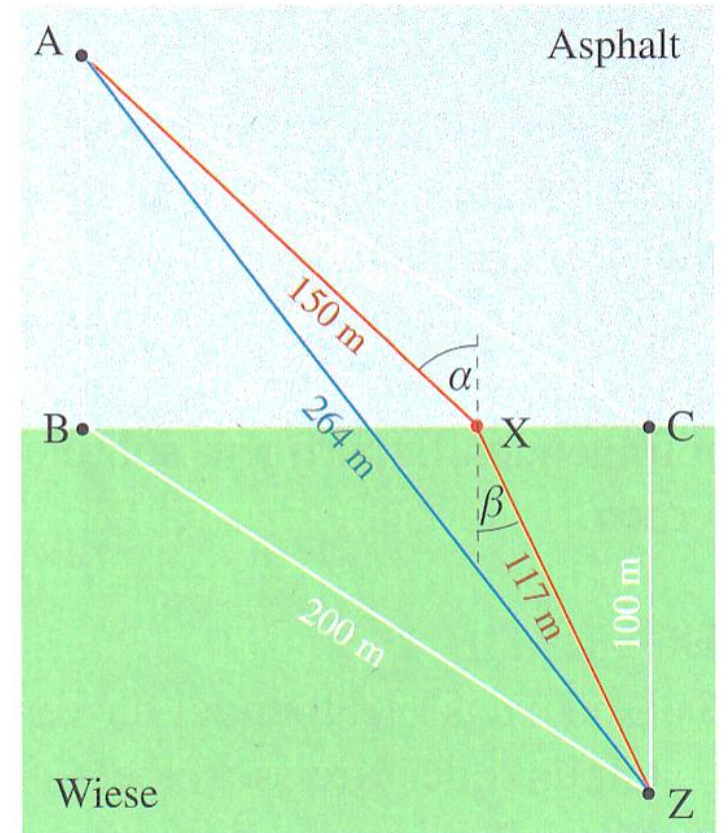
$$t_{ABZ} = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} + \frac{200 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 50 \text{ s} \quad t_{ACZ} = \frac{200 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} + \frac{100 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 40 \text{ s}$$

$$t_{AZ} = \frac{132 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} + \frac{132 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 39,6 \text{ s}$$

Der gerade Weg ist jedoch nicht der schnellste Weg. Der Radfahrer ist schneller, wenn er eine etwas längere Strecke auf dem Asphalt zurücklegt und eine kürzere auf der Wiese, z. B. den Weg über den Punkt X:

$$t_{AXZ} = \frac{150 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} + \frac{117 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 38,4 \text{ s}$$

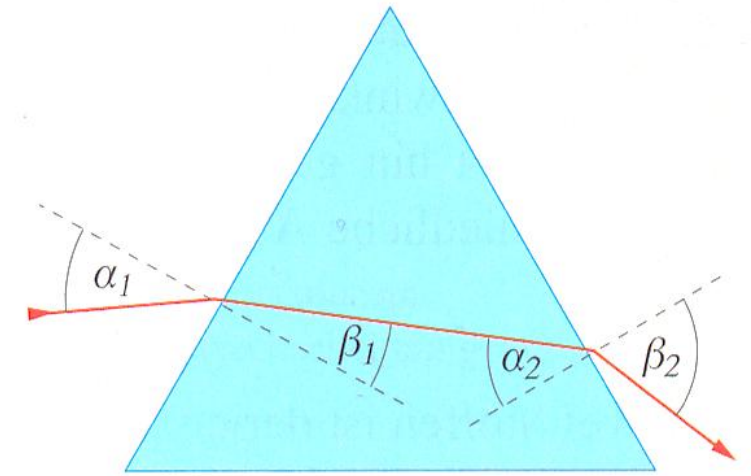
Der Weg, für den der Radfahrer die kürzeste Zeit braucht, lässt sich mit besonderen mathematischen Hilfsmitteln berechnen. Man erhält: $\alpha = 52^\circ$ und $\beta = 23^\circ$. Die benötigte Zeit beträgt dann 38,2 s.



Auch Licht „nimmt den schnellsten Weg“.

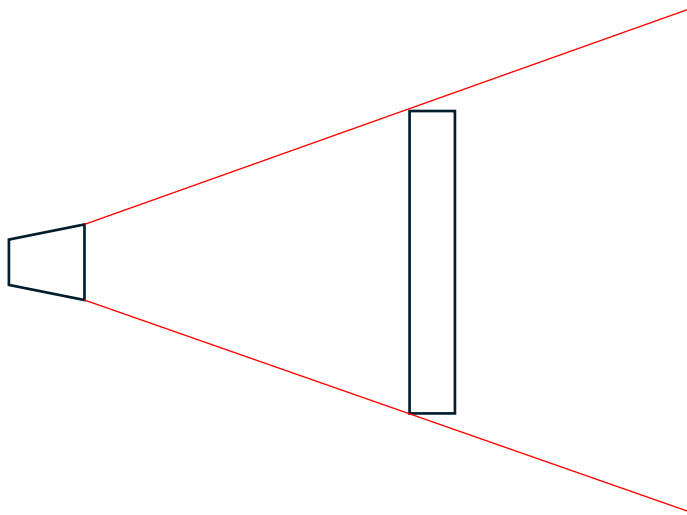
LB S. 178

Brechung am Prisma. Hat ein durchsichtiger Körper zwei nicht parallele Grenzflächen, so nennt man ihn Prisma. Ein einfallendes Lichtbündel wird zweimal gebrochen (Bild 2). Beide Male gilt das Brechungsgesetz. Beim Übergang vom optisch dünneren in das optisch dichtere Medium wird das Lichtbündel zum Lot hin gebrochen. Beim Übergang vom optisch dichteren in das optisch dünnere Medium wird das Lichtbündel vom Lot weg gebrochen. Insgesamt wird das Licht in seiner Richtung durch die zweimalige Brechung stärker abgelenkt als bei einmaliger Brechung. Und je größer der Winkel zwischen Eintrittsfläche und Austrittsfläche beim Prisma ist, desto stärker wird das Licht abgelenkt.

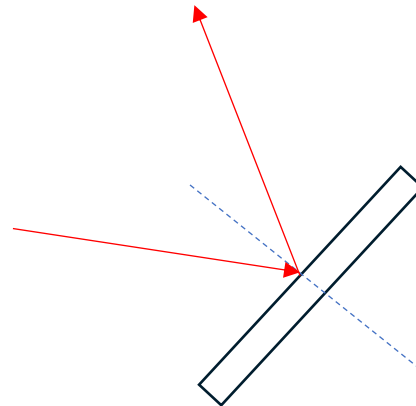


Zweimalige Brechung am Prisma

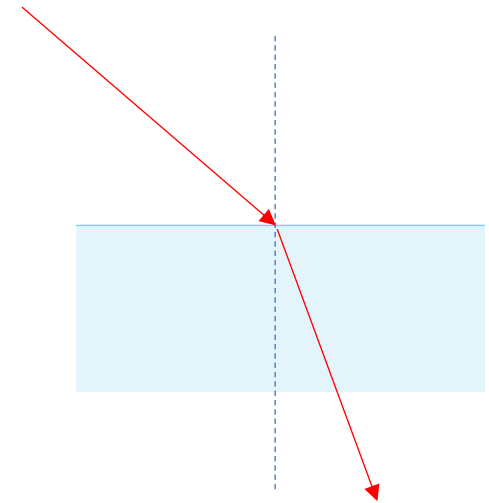
**Mithilfe von Lichtstrahlen wird der Verlauf von Lichtbündeln dargestellt.
Der Lichtstrahl ist ein Modell für das Licht.**



Schattenbildung



Reflexion von Licht



Brechung von Licht

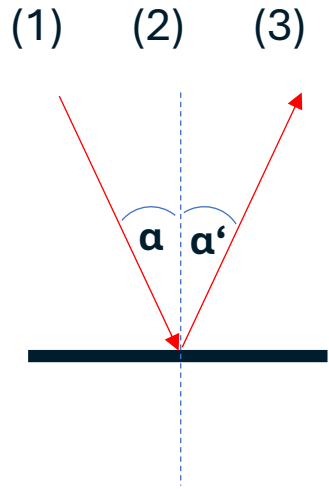
Die Brechung des Lichtes - das Brechungsgesetz

Video: 1_1_Lichtbrechung und Inlineskating	2,5 min
Video: 1_2_Lichtbrechung - Übergang Glas zu Luft	3 min
Video: 1_3_Lichtbrechung - Übergang Luft Glas	2,5 min

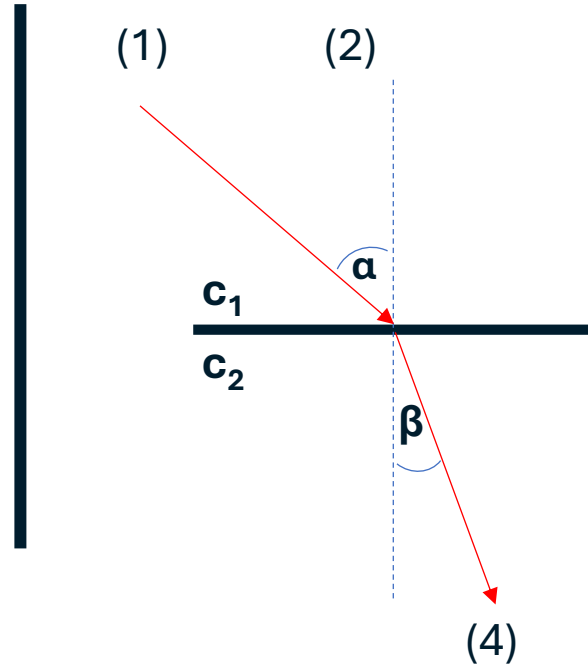
Wie lässt sich der erzielte Winkel bestimmen?

Reflexion und Brechung des Lichtes

MH



$$\alpha = \alpha'$$



dünneres Medium \rightarrow
dichteres Medium:

$$\alpha > \beta$$

dichteres Medium \rightarrow
dünneres Medium:

$$\alpha < \beta$$

Einfallender Strahl (1), Einfallslot (2) und reflektierter Strahl (3)/ gebrochener Strahl (4) liegen in der gleichen Ebene.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

Zusammenfassung

Video: 1_4_Brechungsgesetze – Wie kann Licht brechen_ 4 min

