



AUFGABEN

- Nachweis des Snellius'schen Brechungsgesetzes.
- Bestimmung der Brechzahl und des Grenzwinkels der Totalreflexion für Acrylglas.
- Beobachtung und Messung des parallel versetzten Strahlenverlaufs bei der Brechung an einer planparallelen Platte.
- Beobachtung des Strahlenverlaufs in einem Umlenk- bzw. Umkehrprisma.
- Beobachtung des Strahlenverlaufs in einer Konvex- und einer Konkavlinse und Bestimmung der Brennweiten.

ZIEL

Untersuchung der Lichtbrechung in verschiedenen optischen Elementen

ZUSAMMENFASSUNG

Licht breitet sich in verschiedenen Medien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aus. In einem optisch dünnen Medium ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit größer als in einem optisch dichten Medium. Daher findet eine Brechung der Richtung statt, wenn der Lichtstrahl schräg durch die Grenzfläche zwischen zwei Medien tritt. Sie hängt vom Verhältnis der Brechzahlen dieser Medien ab und wird als das Snellius'sche Brechungsgesetz beschrieben. Dieses Brechungsverhalten wird im Experiment an optischen Elementen aus Acrylglas untersucht.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Optische Bank U, 120 cm	1003039
3	Optikreiter U, 75 mm	1003041
1	Optikreiter U, 30 mm	1003042
1	Optikleuchte mit LED	1020630
1	Irisblende auf Stiel	1003017
1	Objekthalter auf Stiel	1000855
1	Optische Scheibe mit Zubehör	1003036
1	Satz 5 Spalt- und Lochblenden	1000607

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Licht breitet sich in verschiedenen Medien mit unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten c aus. In einem optisch dünnen Medium ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit größer als in einem optisch dichten Medium.

Das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit c_0 im Vakuum zu der im Medium wird als absolute Brechzahl n bezeichnet. Für die Lichtgeschwindigkeit c im Medium gilt also:

$$(1) \quad c = \frac{c_0}{n}$$

Beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Medium mit der Brechzahl n_1 in ein anderes Medium mit der Brechzahl n_2 findet eine Richtungsänderung an der Grenzfläche statt. Sie wird durch das Snellius'sche Brechungsgesetz beschrieben:



1

(2)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{c_2}{c_1}$$

α, n_1, c_1 : Einfallswinkel, Brechzahl und Ausbreitungsgeschwindigkeit in Medium 1
 β, n_2, c_2 : Brechungswinkel, Brechzahl und Ausbreitungsgeschwindigkeit in Medium 2

Also wird der Lichtstrahl beim Übergang von einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium zum Lot hin und beim Übergang in ein optisch dünneres Medium vom Lot weg gebrochen. Im zweiten Fall existiert ein Grenzwinkel α_T , bei dem sich der gebrochene Strahl an der Grenzfläche zwischen den beiden Medien ausbreitet. Bei noch größerem Einfallswinkel findet keine Brechung statt und das einfallende Licht wird total reflektiert. Dieses Brechungsverhalten wird im Experiment an einem Halbkreiskörper, einer planparallelen Platte, einem Prisma, einer Sammellinse und einer Zerstreuungslinse aus Acrylglas untersucht. Der Halbkreiskörper eignet sich besonders zum Nachweis des Brechungsgesetzes, da keine Brechung an der halbkreisförmigen Grenzfläche stattfindet, wenn der Strahl genau durch den Kreismittelpunkt geführt wird. Die Längsseite wird als Grenzfläche unter verschiedenen Winkeln zur optischen Achse ausgerichtet wird (siehe Abb. 1). Durch die Brechung des Lichtstrahls bei Ein- und Austritt in eine planparallele Platte findet insgesamt eine Parallelverschiebung um die Strecke d statt, die vom Einfallswinkel α abhängt. Es gilt (siehe Abb. 1):

$$(3) \quad d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}, \quad h: \text{Plattendicke.}$$

Ein 90°-Prisma dient als Umlenkprisma, wenn die Lichtstrahlen senkrecht durch eine Kathete eintreten. Sie werden an der Hypotenuse reflektiert und verlassen das Prisma um 90° gelenkt. Beim Umkehrprisma treten die Lichtstrahlen senkrecht durch die Hypotenuse und werden an beiden Katheten reflektiert. Sie verlassen das Prisma parallel zum einfallenden Lichtstrahl in der umgekehrten Richtung (siehe Abb. 1). In einer Konvexlinse werden parallele Lichtstrahlen durch die Brechung gebündelt und in einer Konkavlinse zerstreut. (siehe Abb. 1). Sie treffen sich hinter der Linse im Brennpunkt F oder divergieren scheinbar vom virtuellen Brennpunkt F' vor der Linse ausgehend.

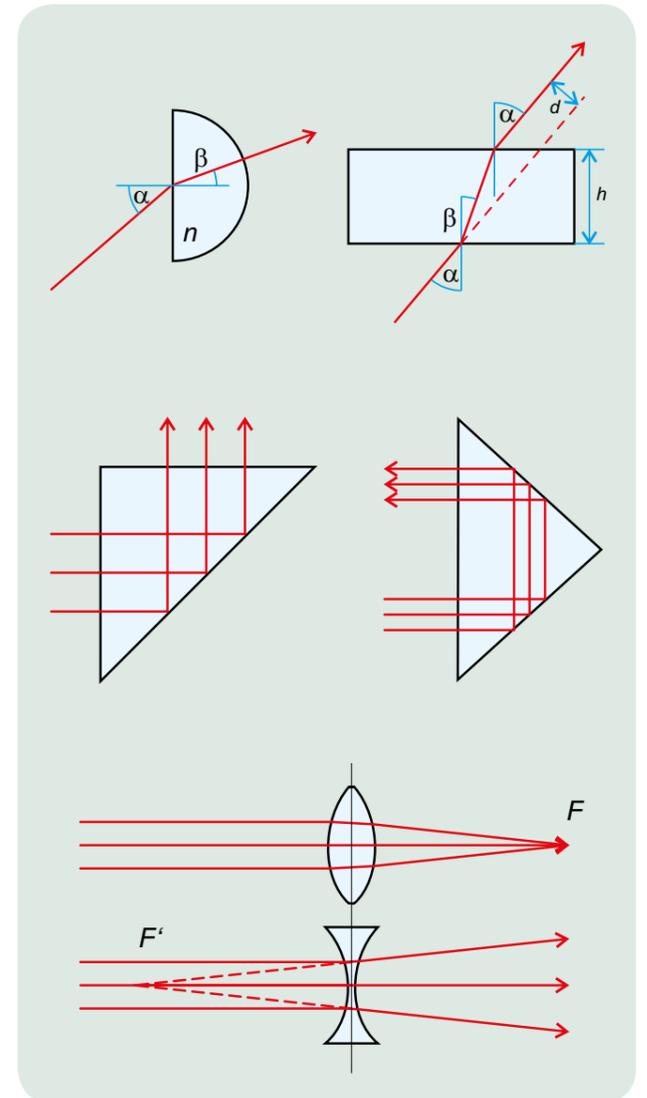


Abb. 1: Brechung am Halbkreiskörper, Strahlenverlauf durch eine planparallele Platte, Umlenk- und Umkehrprisma, Strahlenverläufe durch eine konvexe Linse und durch eine konkave Linse

AUSWERTUNG

Für das Medium Luft kann im Experiment in hinreichender Genauigkeit $n_1 = 1$ gesetzt werden.

Entspricht der Einfallswinkel dem Grenzwinkel α_T der Totalreflexion, ist der Brechungswinkel $\beta = 90^\circ$. Aus (2) folgt daher für die Brechzahl n von Acrylglas.

$$\sin \alpha_T = \frac{1}{n}$$

Für die Brechung an der planparallelen Platte folgt aus (2) und (3)

$$d = h \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \beta) = h \cdot \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$$

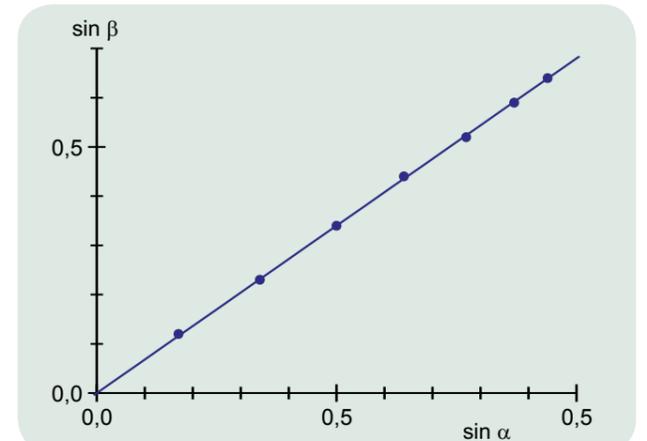


Abb. 2: Diagramm zur Bestimmung der Brechzahl n