

Reflexion, Brechung und Beugung des Lichtes

Trifft ein Lichtstrahl auf die Grenzfläche zweier verschiedener durchsichtiger Medien, z.B. aus der Luft auf einen Glasblock, so wird ein Teil des Lichtes in das erste Medium zurückgeworfen (reflektiert), der andere Teil dringt in das zweite Medium ein. Er ändert dabei jedoch seine ursprüngliche Ausbreitungsrichtung, er wird gebrochen. Man bezeichnet diese beiden Erscheinungen als Reflexion und Brechung (Refraktion; Abb.1). Der Strahl r wird so reflektiert, daß er mit dem Einfallslot l (der Senkrechten auf der Grenzfläche) den gleichen Winkel α bildet wie der einfallende Strahl e (Einfallswinkel = Reflexionswinkel). Einfallender Strahl e , Einfallslot l , reflektierender Strahl r und gebrochener Strahl g liegen ferner in einer Ebene. – Die mathematische Beziehung, die zwischen dem Einfallswinkel α und dem Brechungswinkel β besteht, beschreibt das Brechungsgesetz: $\sin \alpha / \sin \beta = n$; n ist der (relative) Brechungsindex (die Brechungszahl).

Weißes Licht wird bei der Brechung in verschiedene Farben, die Spektralfarben, zerlegt (Abb.2); es entsteht ein Spektrum. Rot wird am wenigsten, Violett am stärksten gebrochen (Dispersion). Vereinigt man die Lichtstrahlen der verschiedenen Spektralfarben mit einer Linse, so entsteht wiederum weißes Licht. Dies gelingt auch schon bei Verwendung von nur zwei Spektralfarben (in bestimmtem Intensitätsverhältnis), wenn sie zueinander komplementär sind (Komplementärfarben). Jeder Spektralfarbe entspricht eine bestimmte Wellenlänge des Lichtes. Das Spektrum glühender, fester oder flüssiger Stoffe und sehr stark verdichteter Gase ist kontinuierlich, es enthält alle Wellenlängen (die Farben rot bis violett). Daß dennoch einzelne Wellenlängen im Spektrum der Sonne fehlen (es erscheinen einzelne dunkle Linien, die sog. Fraunhofer-Linien), beruht auf der Absorption dieser Wellenlängen im äußeren, gasförmigen Teil der Sonne.

Glühende Gase emittieren unter normalen Bedingungen Licht von einzelnen, ganz bestimmten Wellenlängen; es erscheint ein Linienspektrum, bestehend aus einzelnen Spektrallinien (bei Atomen), oder ein Bandenspektrum (bei Molekülen), das eine Vielzahl eng benachbarter Spektrallinien aufweist. Diese Wellenlängen können ebenso vom Gas absorbiert werden. Jedes chemische Element zeigt im gasförmigen

Zustand ein ganz charakteristisches Spektrum, es lässt sich damit nachweisen (Spektralanalyse; Kirchhoff und Bunsen, 1859).

Bringt man in den Strahlengang des Lichtes einen Gegenstand von hinreichend kleinen Dimensionen, so beobachtet man keinen scharfen geometrischen Schatten (wie er der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes entspricht), sondern eine bestimmte Anordnung heller und dunkler Gebiete (z.B. Streifen). Eine Abweichung vom geradlinigen Strahlengang bezeichnet man als Beugung (Diffraktion). Sie lässt sich nur mit Hilfe der Wellentheorie des Lichtes erklären (Überlagerung von einzelnen Lichtwellen [Interferenz]). Eine regelmäßige Anordnung sehr schmaler, eng benachbarter Spalte oder durchlässiger Streifen ist ein Beugungsgitter. Fällt weißes Licht auf ein Beugungsgitter, so kann man auch hier ein Spektrum beobachten, da die Richtungen, in denen Helligkeit auftritt, von der Wellenlänge abhängen. Im Gegensatz zur Brechung wird jedoch bei der Beugung das rote, längerwellige Licht stärker aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt als das violett, kürzerwellige.

Die ringförmigen Höfe um Sonne und Mond sind Beugungserscheinungen an kleinen Wassertröpfchen der Atmosphäre. Der äußere Rand eines Hofes erscheint daher (schwach) rot gefärbt. Halos hingegen sind Brechungs- und Spiegelungserscheinungen an Eiskristallen (meist in dünnen Zirruswolken). Die Farbfolge der Ringe erscheint, falls sie überhaupt erkennbar ist, in umgekehrter Anordnung (rot innen, violett außen). Am Zustandekommen eines Regenbogens wirken Brechungs-, Reflexions- und Beugungserscheinungen mit. Das Blau des Himmels beruht auf einer Ablenkung (Streuung) des Sonnenlichtes auf seinem Weg durch die Atmosphäre, wobei das kürzerwellige (blaue) Licht stärker aus seiner Richtung abgelenkt wird als das längerwellige (rote).

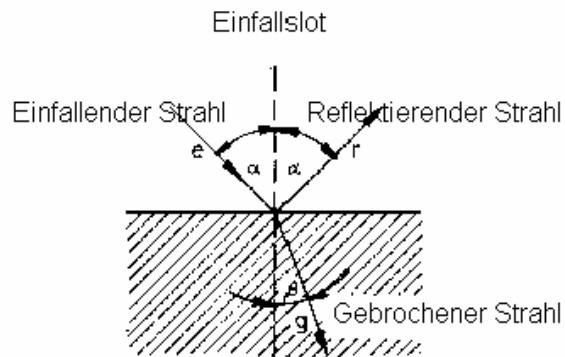


Abb.1 Reflexion und Brechung

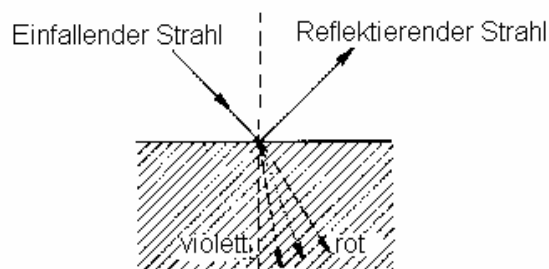


Abb.2 Zerlegung des Lichtes bei der Brechung

Wortschatz

Beugung, -en, f	difracție
Beugungsgitter, -, n	rețea de difracție
Brechung, -en, f	refracție
Brechungsindex, -e, m	indice de refracție
Einfallslot, -e, n	normală
Einfallswinkel, -, m	unghi de incidență
Helligkeit, -en, f	luminozitate
Reflexionswinkel, -, m	unghi de reflexie
Regenbogen, -bögen, m	curcubeu
Sonne- und Mondhof, -öfe, m	halo

Hausaufgaben

Übersetzen Sie ins Rumänische:

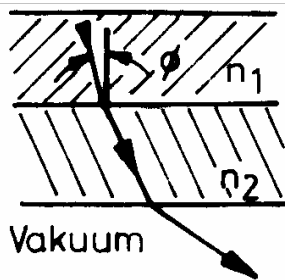
Lichtstrahlen breiten sich geradlinig in Raume aus. Wegen der geradlinigen Ausbreitung der Lichtstrahlen erzeugen undurchsichtige Körper Schatten. Fallen Lichtstrahlen auf der Grenzfläche zweier Stoffe so wird ein Teil reflektiert. Fallen Lichtstrahlen auf die Grenzfläche zweier lichtdurchlässiger Stoffe so dringt ein Teil des Lichtes in den zweiten Stoff ein. Dabei wird der Lichtstrahl gebrochen.

Übersetzen Sie ins Deutsche:

Lumina albă, la trecerea printr-o prismă se descompune în componentele ei spectrale. Prin recompunerea componentelor spectrale, se obține din nou lumină albă. O singură componentă spectrală, la o nouă trecere prin prismă nu se mai descompune în nimic altceva. Diferitele componente spectrale ale luminii albe sunt refractate în mod diferit, și anume radiația violetă este refractată mai puternic decât lumina roșie.

Lösen Sie

1. Durch die Grenzfläche zweier aneinander grenzender Glasplatten fällt Licht. Wenn



der Einfallswinkel ϕ zu groß ist, wird das Licht an der Grenzfläche oder an der Unterseite der untern Platte total reflektiert. Wie groß darf ϕ höchstens sein, damit der Lichtstrahl noch aus der unteren Platte austritt ($n_1 = 2$, $n_2 = 1,41$)

2. Ein Lichtleiter bestehe aus einem zylindrischen Glasstab mit dem Brechungsindex n . Wie groß muss n mindestens gewählt werden, damit alle auf die Stirnfläche des Zylinders auffallenden Strahlen durch Totalreflexion am Zylindermantel stets unterhalb des Glasstabs bleiben?

3. Ein Spalt der Breite d wird von Laserlicht der Wellenlänge $\lambda=514$ nm ausgeleuchtet. Auf einer 10 m entfernten Wand wird ein Hauptmaximum von 5 cm Breite (Abstand der 1. Nebenminima) beobachtet. Wie breit ist der Spalt?

4. Auf ein optisches Strichgitter mit $N = 310$ Strichen/mm fällt ein Bündel parallelen, weißen Lichtes senkrecht ein. Auf einem Schirm hinter dem Gitter erscheint ein farbiges Beugungsbild. Unter dem gleichen Winkel α erscheinen eine grüne Farbe mit $\lambda_1 = 540$ nm und eine violette Farbe $\lambda_2=405$ nm des Spektrums nächsthöherer Ordnung. Man bestimme den Winkel α .

Fragen zur Konversation

- Was verstehen Sie durch Brechung?
- Was verstehen Sie durch Beugung?
- Wie kann man das Spektrum des weissen Lichtes erhalten?
- Wie erscheinen die ringförmigen Höfe um Sonne und Mond?
- Was bezeichnet die Brechungszahl?