

Beispielsammlung Optik

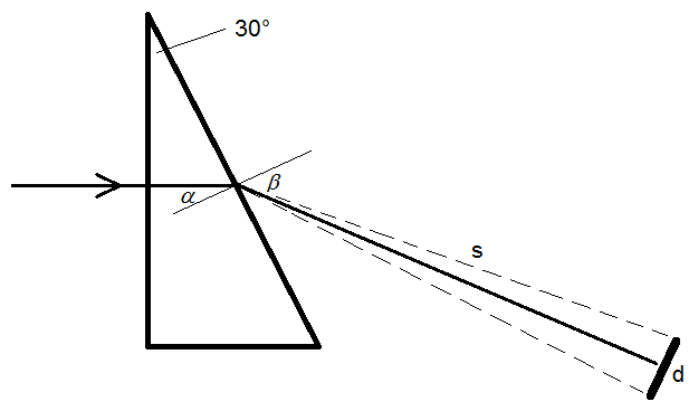
1. Brechungsgesetz

- Um welchen Winkel wird ein roter Lichtstrahl von einem Prisma aus Plexiglas (Brechungsindex 1.51 bei 630 nm), das einen Öffnungswinkel $\gamma = 15^\circ$ hat, in Luft abgelenkt
- Wie groß ist die Ablenkung wenn das Experiment unter Wasser ($n=4/3$) durchgeführt wird?

Verständnisfrage: Wird eine Sammellinse, deren Brechungsindex grösser als der von Wasser ist, unter Wasser eine kleinere oder eine größere Brennweite haben als an Luft?

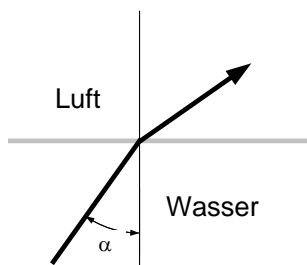
2. Brechungsgesetz und Dispersion

Ein Flintglas-Prisma mit einem Winkel von 30° wird als Spektrometer verwendet wie in der Skizze gezeigt. Der einfallende, sehr dünne, Lichtstrahl fällt senkrecht auf die erste Grenzfläche, sodass es dort zu keiner Ablenkung durch Brechung kommt. Dies geschieht erst beim Austritt. Im Abstand s ist ein Detektor-Chip. Wegen unterschiedlicher Brechung wird der Strahl aufgespalten und die unterschiedlichen Farben treffen auf unterschiedlichen Stellen des Chips auf.



- Wie groß sind die Austrittswinkel für rotes und für blaues Licht? (Siehe Tabelle 04o im Skriptum)
- In welchem Abstand s vom Prisma muss der Detektor-Chip platziert werden, dass das sichtbare Spektrum über eine Breite von $d=1$ cm aufgespalten wird?

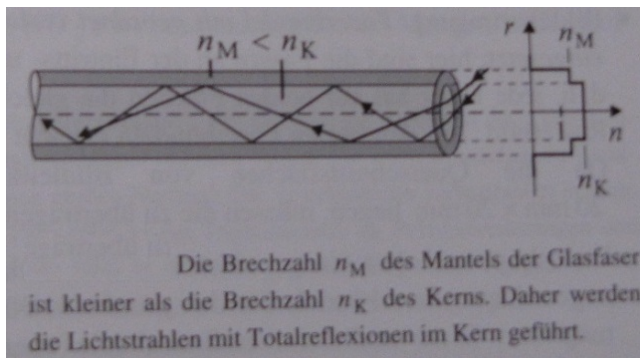
3. Totalreflexion (von Bernardi)



Eine Unterwasserlampe bestehend aus roten Leuchtdioden ($\lambda = 656$ nm) mit annähernd parallelem Strahlengang wird unter Wasser schräg gegen die spiegelglatte Wasseroberfläche geneigt. Bestimmen Sie den größtmöglichen Neigungswinkel, bei dem das Licht der Lampe noch außerhalb des Wassers sichtbar ist.

4. Totalreflexion

Was ist der Totalreflexionswinkel in einer Glasfaser-Datenleitung, deren Kern einen Brechungsindex von 1,61 und deren Mantel einen von 1,46 hat?



5. Abbildung mittels einer Sammellinse

Die Linse hat eine Brennweite f . In welchem Abstand muss ein Gegenstand platziert werden, damit

- Sein reales Bild doppelt so groß erscheint wie der Gegenstand selbst?
- Sein reales Bild kleiner ist als der Gegenstand selbst?
- Sein virtuelles Bild 5 mal so groß ist wie der Gegenstand selbst?

In welchen Abständen zur Linse erscheinen die Bilder jeweils?

Dazu auch die Strahlengänge konstruieren. (Strahl parallel zu Achse, Strahl durch Brennpunkt, evtl. auch Strahl durch Mitte der Linse obwohl letzterer nicht unbedingt nötig ist.)

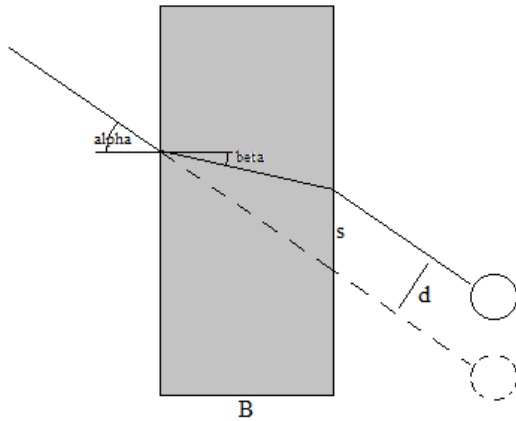
6. Beugung (von Bernardi) Beugungsgitter mit 2000 Linien/cm beugt Licht mit $\lambda=540$ nm.

- Welches ist die maximale Ordnung, die beobachtet wird?
- Bei welchem Winkel liegt dieses Beugungsmaximum?

7. Beugung (von Bernardi) Ein Spalt mit einer Breite von $4 \mu\text{m}$ wird mit Licht einer Wellenlänge von $\lambda = 700$ nm beleuchtet. Wie viele Intensitätsmaxima kann man auf einem Leuchtschirm beobachten? (Annahme der Leuchtschirm ist links und rechts unendlich breit, also dürfen die Beugungswinkel von -90° bis $+90^\circ$ gehen)

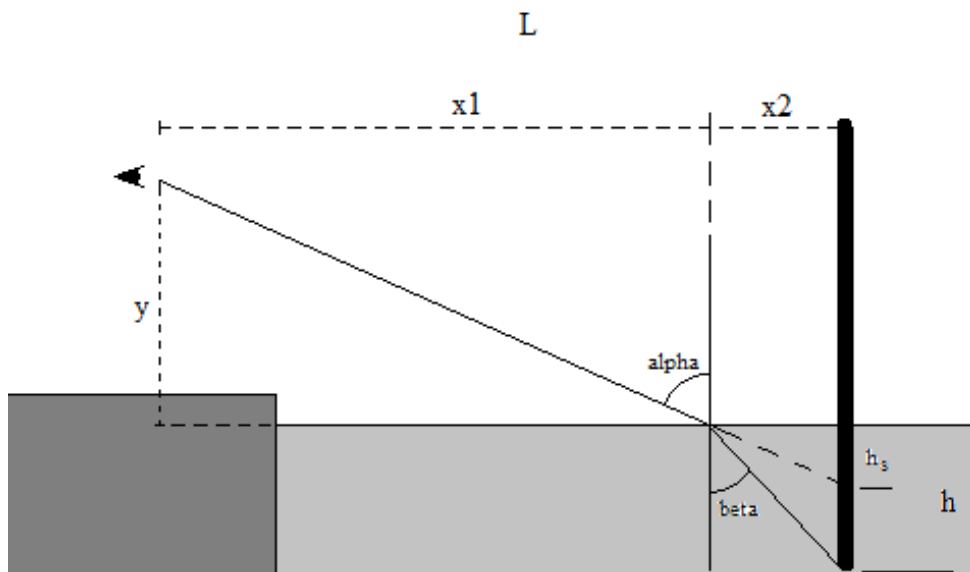
8. Brechungsgesetz

Jemand blickt in einem Winkel von $\alpha = 40^\circ$ auf einen Gegenstand der sich hinter einem $B = 0,5\text{m}$ dicken Aquarium befindet. Um welche Distanz d erscheint der Gegenstand parallel versetzt? (Brechungsindex Wasser=1,333, Glasscheiben des Aquariums vernachlässigen)



9. Brechungsgesetz

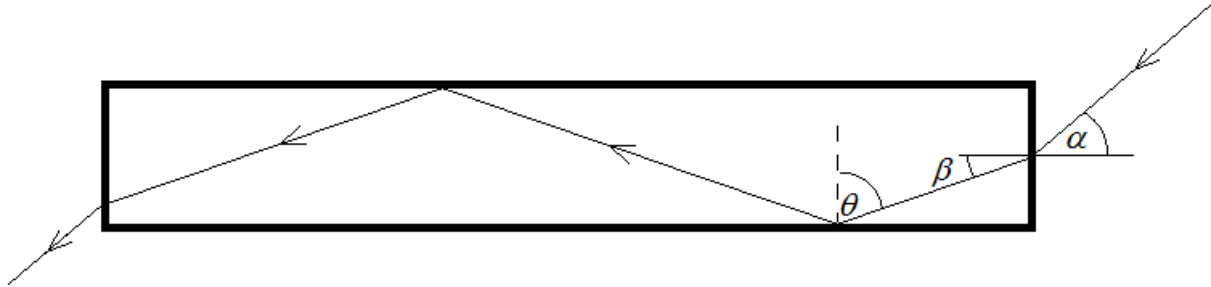
Länge eines Stabes im Wasser. Ein Stab wird eine Tiefe h in ein Schwimmbecken getaucht. Der Beobachter steht $L = 5\text{ m}$ entfernt und seine Augen sind $y = 1,8\text{ m}$ über dem Wasserspiegel. Um das untere Ende des Stabes zu sehen blickt er in einem Winkel $\alpha = 60^\circ$ auf die Wasseroberfläche. Wie groß ist h ? Wie tief eingetaucht (h_s) erscheint der Stab dem Betrachter? (Brechungsindex von Wasser: $4/3$. Von Luft: 1.)



10. Brechungsgesetz und Totalreflexion

In welchem Winkelbereich kann man seitlich mit einem Laser eine transparente Kunststoffplatte ($n=1,3$) anleuchten, damit das eingekoppelte Licht in der Platte mittels Totalreflexionen weitergeleitet wird?

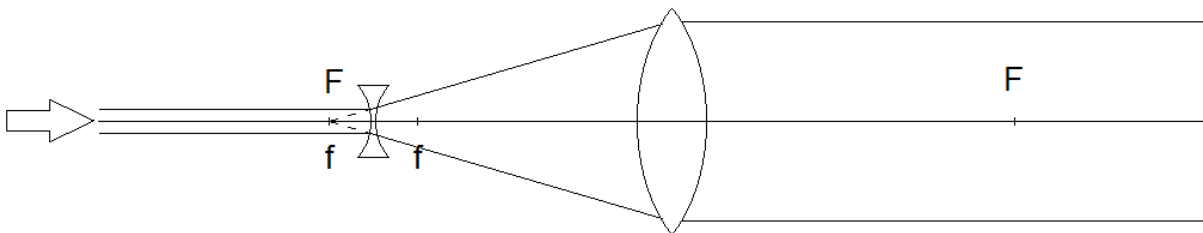
Zusatzfrage: Welchen Brechungsindex muss das Material mindestens haben, damit für ALLE Werte von α (also von -90° bis $+90^\circ$) Licht eingekoppelt und weitergeleitet wird?



11. Beam Expander: Zerstreuungslinse und Sammellinse

Um einen Laserstrahl (der als Bündel paralleler Einzelstrahlen gedacht werden kann) zu verbreitern, kann man z.B. eine Kombination von Zerstreuungslinse und Sammellinse verwenden. Dazu müssen ihre Brennpunkte der einen Seite in einem Punkt zusammenfallen. (In der Skizze sind es die Brennpunkte der jeweils linken Seite.) Die Zerstreuungslinse habe eine Brennweite von 1 cm.

- Wie groß muss die Brennweite der Sammellinse sein, um den Strahl 20-fach zu verbreitern?
- Welchen Abstand müssen die zwei Linsen voneinander haben?



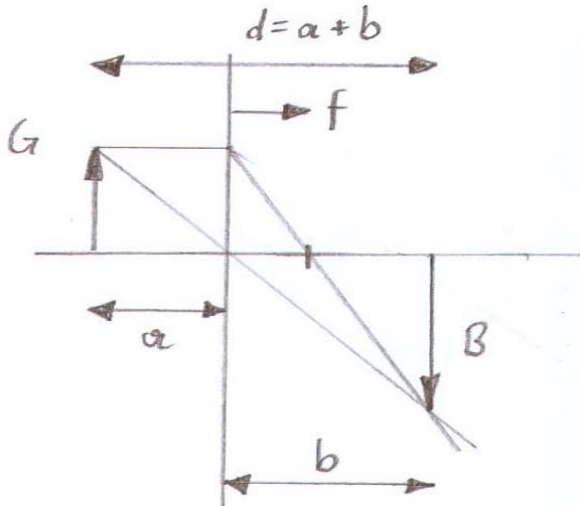
12. Handy-Kamera (Sammellinse)

Die Sammellinse einer Handykamera habe eine Brennweite von 4 mm. Es wird eine Foto von einer 1,8 m großen Person gemacht, die 4 m entfernt ist.

- Wie groß ist das Bild auf dem CCD-chip?
- Wie weit hinter dem Brennpunkt der Linse muss der Chip sein, damit das Bild scharf erscheint?
- Ist das Bild aufrecht oder verkehrt?

Beispiel 13: Projektor

Die bilderzeugende Pixelmatrix eines Projektors habe eine Höhe von 3 cm. Auf einer $d = 20$ m entfernten Leinwand ($d = a + b$) soll ein Bild der Höhe $B = 2,7$ m erhalten werden. Welche Brennweite f muss die abbildende Sammellinse (bzw. Optik) aufweisen?



Beispiel 14: Beugung an einer CD

Um den Spurbstand einer CD zu messen leuchtet man mit einem Laserpointer der eine Wellenlänge von 630 nm hat (rot) senkrecht auf die CD. Man findet, dass der 1. und -1. gebeugt-reflektierte Strahl mit dem einfallenden Strahl je einen Winkel von 10° einschließen. a) Wie groß ist der Spurbstand? b) Wie viele Beugungsordnungen sind möglich?

