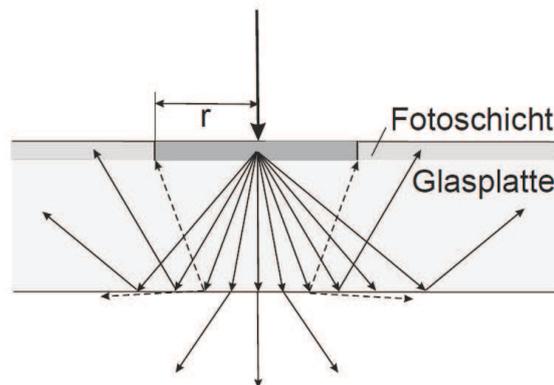


Übungen zu Physik II (MNF-phys-201), SS 2020
 Dr. J. Stettner / Prof. Dr. R. Berndt / Prof. Dr. H. Kersten
Blatt 9
 zu bearbeiten bis: 22.06.2020

1. Brechungsgesetz, Prinzip von Fermat

- a) Ein Rettungsschwimmer, der sich in der Entfernung a vom Ufer eines Flusses der Breite $2b$ befindet, bemerkt eine um Hilfe schreiende Person, die sich die Strecke s flussabwärts und in der Mitte des Flusses befindet. Der Rettungsschwimmer legt einen geraden Weg an Land mit der Geschwindigkeit c_1 zurück, stürzt sich in das Wasser und schwimmt auf direktem Weg mit der Geschwindigkeit c_2 zum Verunglückten. Die Fließgeschwindigkeit soll vernachlässigbar und die Lauf- sowie die Schwimgeschwindigkeit sollen jeweils konstant sein.
- (i) Berechnen Sie die Zeit, die der Rettungsschwimmer zum Erreichen der Person in Abhängigkeit vom Punkt am Ufer, an dem er ins Wasser geht, benötigt!
 - (ii) Der Rettungsschwimmer will die gefährdete Person auf die oben beschriebene Weise möglichst schnell erreichen. Welchen Weg muss er wählen?
 - (iii) Das Fermat'sche Prinzip besagt, dass das Licht zwischen zwei Punkten P_1 und P_2 so verläuft, dass der optische Lichtweg $\int_{P_1}^{P_2} n(s) ds$ einen Extremwert annimmt. Leiten Sie das Brechungsgesetz auf der Grundlage von (i) und (ii) her!
- b) Ein Mikroskop ist auf einen Fleck fokussiert. Wenn über den Fleck eine planparallele Glasplatte der Dicke $d = 4,5$ mm gelegt wird, muss das Mikroskop um $x = 1,5$ mm höher eingestellt werden, um erneut zu fokussieren. Bestimmen Sie den Brechungsindex n_G der Glasplatte! Betrachten Sie nur Strahlen, deren Winkel α zur Oberflächennormalen der Glasplatte klein sind, so dass $\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha)$ gilt.

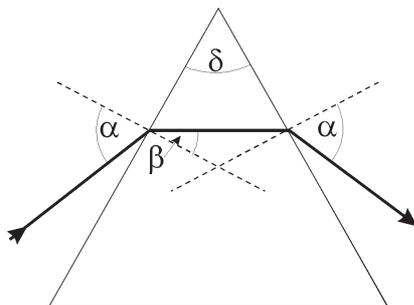
2. Totalreflexion:



Bei einer fotografischen Platte befindet sich die lichtempfindliche Schicht auf einer 1,5 mm dicken Glasplatte ($n = 1,46$). Das auftreffende Licht wird in der Fotoschicht teils absorbiert, teils diffus gestreut. Vom gestreuten Licht tritt ein Teil in die Glasplatte ein und trifft auf die Rückseite. In einem kreisförmigen Bereich um den Strahl des eintreffenden Lichts wird nur wenig Licht reflektiert. Von einer Stelle an tritt jedoch Totalreflexion auf, so dass bei höherer Intensität des einfallenden Lichts das reflektierte Licht in der Fotoschicht einen kreisförmigen Lichthof erzeugt. Berechnen Sie dessen Innenradius r .

3. Brechung und Dispersion::

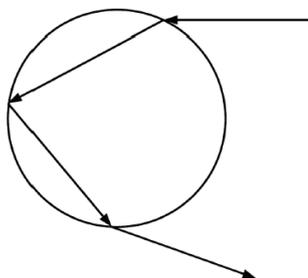
a) Prisma



- (i) Zeigen Sie, dass ein symmetrischer Strahlengang durch ein Prisma auftritt, wenn die Beziehung $\sin \alpha = n \sin(\delta/2)$ für den Einfallswinkel α gilt. Dabei ist n der Brechungsindex des Materials. (Möglicher Lösungsweg: Zeigen Sie zunächst, dass aus geometrischen Gründen $\delta = 2\beta$ ist.)
- (ii) Bestimmen Sie die Winkel α_1, α_2 und die Winkeldifferenz $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ für blaues ($\lambda_1 = 400 \text{ nm}$) und rotes ($\lambda_2 = 700 \text{ nm}$) Licht. Dabei sei der Prismenwinkel $\delta = 60^\circ$. Der Brechungsindex ist $n_1 = 1.42$ für blaues Licht und nimmt mit zunehmender Wellenlänge um $10^{-4} / \text{nm}$ ab.

b) *Regenbogen* :

Descartes Theorie von der Bildung eines Regenbogens besagt, dass ein Sonnenstrahl beim Eintritt in einen kugelförmigen Regentropfen gebrochen wird. Danach wird der Strahl (beim Hauptregenbogen) einmal intern reflektiert und beim Verlassen des Regentropfens wieder gebrochen.



Der Regenbogen wird von denjenigen Strahlen gebildet, deren Ablenkung von der ursprünglichen Richtung entweder ein Minimum oder ein Maximum darstellt. Zeigen Sie,

- (i) dass der Hauptregenbogen unter einem Winkel von 42° gegenüber der Einfallsrichtung, also bei einem Ablenkwinkel von $180^\circ - 42^\circ$ beobachtet wird
- (ii) und dass seine Breite ca. $1,6^\circ$ beträgt, wobei der rote Teil auf der Außenseite des Regenbogens zu finden ist.

Der Brechungsindex für Wasser im roten Bereich ist 1,330 und 1,341 für violettes Licht.