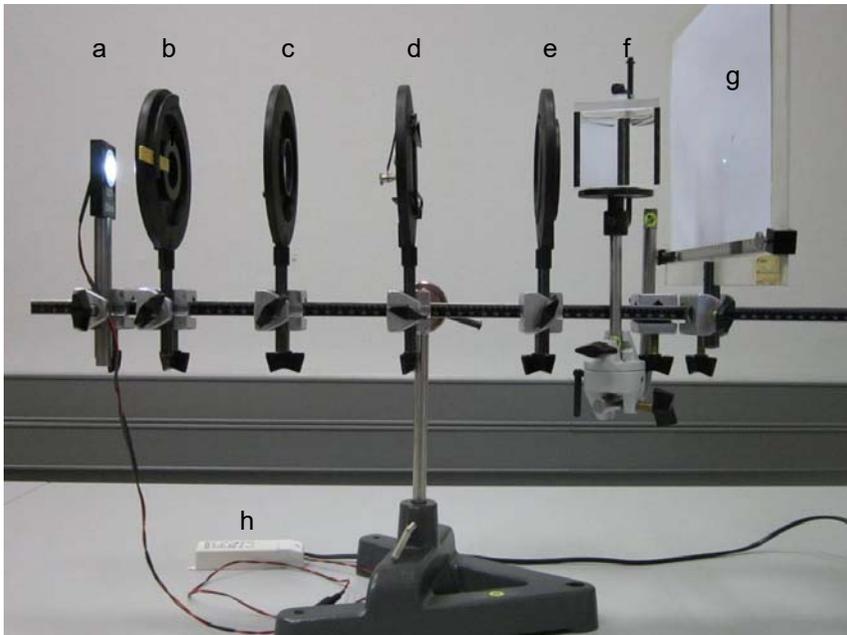


Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

Versuch 16b: Bestimmung der Brechzahl und der Dispersion von Flüssigkeiten



a: LED-Leuchte

b: Irisblende

c: Linse $f = 100 \text{ mm}$

d: Halter mit Federklemme

e: Linse $f = 150 \text{ mm}$

f: Prismentisch mit Prisma

g: Beobachtungsschirm

h: Stromversorgung für LED

1. Versuchsziele

Die Brechzahl eines Prismas wird durch eine Bestimmung des Winkels der minimalen Ablenkung ermittelt. Durch Einfügen von optischen Filterscheiben in den Strahlengang wird die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex analysiert.

2. Theoretische Grundlagen

Als Dispersion bezeichnet man die Tatsache, dass die Brechzahl n für verschiedenfarbiges Licht verschieden ist. Häufig meint Dispersion auch die Größe $dn/d\lambda$, also den Quotient aus der Änderung der Brechzahl und der Änderung der Wellenlänge. Ist dieser Wert negativ, d.h. wächst die Brechzahl mit abnehmender Wellenlänge, so spricht man von normaler Dispersion. Dieses Verhalten beobachtet man bei den meisten transparenten Stoffen im sichtbaren Bereich, daher die Bezeichnung normal. So ist für Glas die Brechzahl vom roten Licht kleiner als die vom kurzwelligeren, blauen Licht. Nimmt die Brechzahl dagegen mit steigender Wellenlänge zu, d.h. $dn/d\lambda$ ist positiv, so spricht man von anomaler Dispersion. Wird $dn/d\lambda$ null, so liegt keine Dispersion vor. In diesem Fall hängt der Brechungsindex nicht von der Wellenlänge ab.

Bei einem Prisma ist die Gesamtablenkung δ eines Lichtstrahls minimal, wenn der Eintrittswinkel α_1 und der Austrittswinkel α_2 gleich sind. In diesem Fall verläuft der Strahl im Prisma parallel zur Grundfläche (symmetrischer Strahlengang).

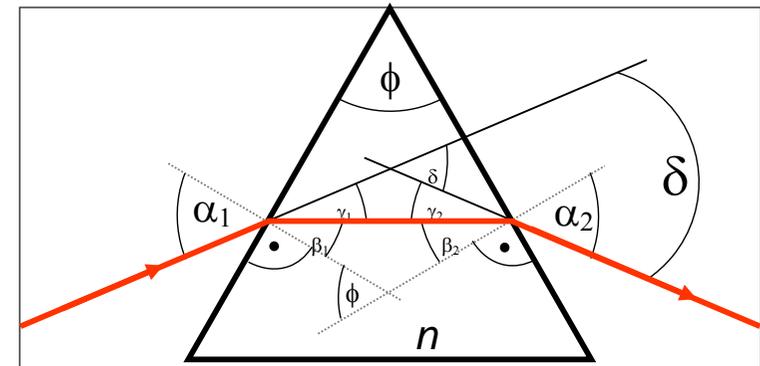


Abb. 1: Strahlengang im Prisma bei symmetrischem Strahlengang.

ϕ : brechender Winkel, δ : Winkel der Gesamtablenkung

Beim symmetrischen Strahlengang gilt:

$$\beta_1 = \beta_2 = \frac{\phi}{2} \quad (1)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{\delta_{\min} + \phi}{2} \quad (2)$$

Das Brechungsgesetz:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n \quad (3)$$

nimmt mit (1) und (2) die Form

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{\min} + \phi}{2}\right)}{\sin\frac{\phi}{2}} \quad (4)$$

an.

Der zur Bestimmung der Brechzahl n erforderlichen Ablenkungswinkel δ_{\min} wird durch zwei Längenmessungen ermittelt, ϕ gehört zu den Kenndaten des Prismas.

3. Versuchsaufbau

Geräteliste:

1	kleine Optische Bank	346 03
1	Großer Stativfuß, V-förmig	300 01
5	Leybold Muffe	301 01
1	Prismentisch	460 25
1	LED-Leuchte mit Stromquelle	
1	Irisblende	460 26
1	Halter mit Federklemme	460 22
1	Linse $f = 100$ mm	460 06
1	Linse $f = 150$ mm	460 08
1	Beobachtungsschirm	
1	Lichtfilter, rot, > 635 nm	468 03
1	Lichtfilter, gelb grün, 510 nm bis 570 nm	468 07
1	Lichtfilter, blau mit violett, 405 nm bis 470 nm	468 11
1	Hohlprisma mit destilliertem Wasser	465 51
1	Hohlprisma mit Zimtsäureethylester	465 51
1	Hohlprisma mit Toluol	465 51

Bauen Sie den Versuch entsprechend der Bemaßung in Abbildung 2 auf:

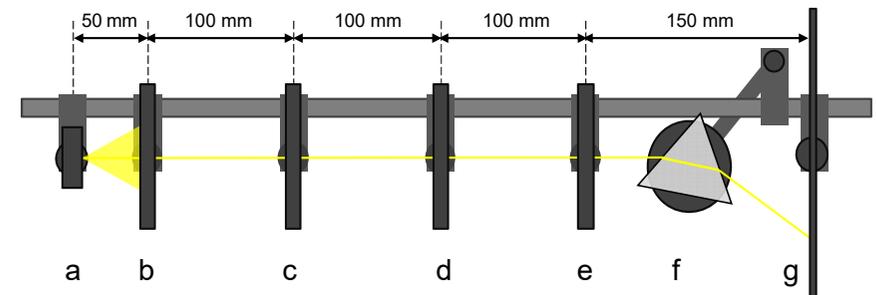


Abb. 2: Versuchsaufbau (a: LED-Leuchte, b: Irisblende, c: Linse $f = 100$ mm, d: Halter mit Federklemme, e: Linse $f = 150$ mm, f: Prismentisch mit Prisma, g: Beobachtungsschirm)

- Verbinden Sie die LED-Leuchte mit der mit Stromquelle (350 mA).
- Befestigen Sie ein Blatt Papier auf den Beobachtungsschirm.

- Richten Sie die Apparatur so aus, dass ein scharfer Lichtpunkt auf dem Schirm projiziert wird. Die Größe des Lichtpunktes kann durch Verstellen der Irisblende variiert werden.
- Das Lichtfilter wird später in den Halter mit der Federklemme gestellt und mit einer Klemme fixiert.

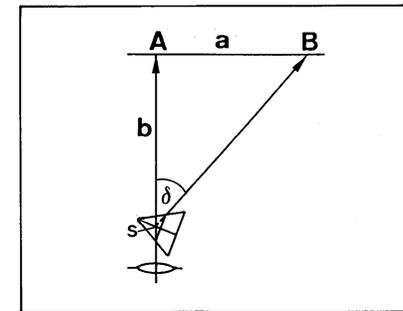


Abb. 3: Detail zur Halterung des Prismentisches

4. Versuchsdurchführung

- Markieren Sie zunächst die Strahlachse auf dem Papier, d. h. die Position des Lichtpunktes ohne Prisma.
- Stellen Sie das Hohl-Prisma mit dem destillierten Wasser mittig auf dem Prismentisch und sichern es mit der Klemmfeder. Der Scheitelpunkt s des Prismas muss in der Strahlachse liegen. Drehen Sie das Prisma mit Hilfe des Drehtellers und beobachten Sie den abgelenkten Strahl auf dem Schirm.
- Ermitteln Sie den Winkel der minimalen Ablenkung δ_{\min} für das Hohl-Prisma mit dem destillierten Wasser durch Drehen des Prismas und markieren ihn auf dem Papier.

- Ermitteln Sie den Winkel der minimalen Ablenkung δ_{\min} für drei verschiedene Farben unter Verwendung der Lichtfilter.
- Messen Sie gemäß Abb. 3 den Abstand b vom Scheitelpunkt s des Prismas zum nicht abgelenkten Strahlpunkt A auf dem Beobachtungsschirm.
- Untersuchen Sie ebenfalls die Winkel der minimalen Ablenkung δ_{\min} in Abhängigkeit der Wellenlänge für die mit Zimtsäureethylester und Toluol gefüllten Hohlprismen.
- Führen Sie die gleiche Messung auch für ein nicht gefülltes Hohlprisma durch.

Abb. 4: Zur Bestimmung des minimalen Ablenkungswinkels δ_{\min}

A: Lichtpunkt ohne Prisma, B: Lichtpunkt mit Prisma

5. Auswertung

- Bestimmen Sie für alle Messungen gemäß Abb. 3 die Entfernung a des abgelenkten Strahlpunktes B vom nicht abgelenkten Strahlpunkt A auf dem Beobachtungsschirm.
- Berechnen Sie die jeweiligen Brechungsindizes.
- Schildern Sie den Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Brechungsindex und der Wellenlänge des verwendeten Lichtes.
- Diskutieren Sie, um welche Art der Dispersion es sich handelt.

Literatur

- [1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch
- [2] Eichler, Kronfeld, Sahn: Das Neue Physikalische Grundpraktikum, Springer-Lehrbuch
- [3] Geschke: Physikalisches Praktikum, Teubner