

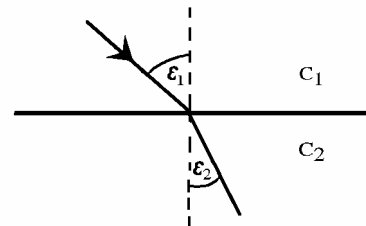
3.2 Brechzahl eines Prismas

1 Theoretische Grundlagen

Ein Lichtstrahl, der auf die Grenzfläche zweier Medien trifft, ändert nach dem Brechungsgesetz seine Richtung.

Das Brechungsgesetz lautet:

$$\frac{\sin \epsilon_1}{\sin \epsilon_2} = \frac{c_1}{c_2}$$



ϵ_1 : Einfallswinkel

ϵ_2 : Brechungswinkel

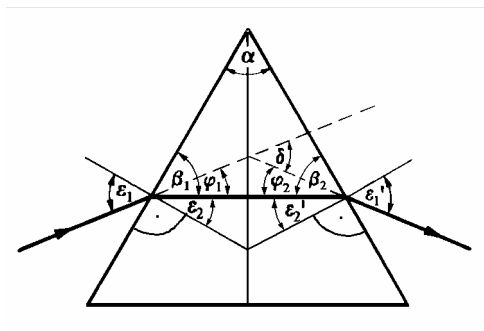
c_1 : Lichtgeschwindigkeit im Medium 1

c_2 : Lichtgeschwindigkeit im Medium 2

Ist das Medium 1 Vakuum (näherungsweise Luft) mit der Lichtgeschwindigkeit c_0 , so gilt:

$$\frac{\sin \epsilon_1}{\sin \epsilon_2} = \frac{c_0}{c_2} = n_2$$

Man nennt n_2 die Brechzahl des Mediums 2 gegenüber Luft. Für den Strahlenverlauf durch ein Prisma mit dem brechenden Winkel α gelten folgende Beziehungen:



$$\beta_1 = 90^\circ - \epsilon_2$$

$$\beta_2 = 90^\circ - \epsilon_2'$$

$$\alpha = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) = \epsilon_2 + \epsilon_2' = \text{const}$$

Daraus folgt:

$$\alpha = \epsilon_2 + \epsilon_2'$$

Weiterhin ist

$$\delta = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_1 = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

$$\varphi_2 = \epsilon_1' - \epsilon_2'$$

Daraus folgt:

$$\delta = (\varepsilon_1 + \varepsilon_1') - \alpha$$

Die kleinste Ablenkung δ erfolgt, wenn der Strahl symmetrisch durch das Prisma hindurchgeht, d. h. wenn $\varepsilon_1 = \varepsilon_1'$ und $\varepsilon_2 = \varepsilon_2'$.

Dann ist

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1' = \frac{\delta + \alpha}{2} \quad \text{und} \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_2' = \frac{\alpha}{2}$$

Es folgt zur Bestimmung von n aus dem Brechungsgesetz:

$$\sin \frac{\delta + \alpha}{2} = n \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

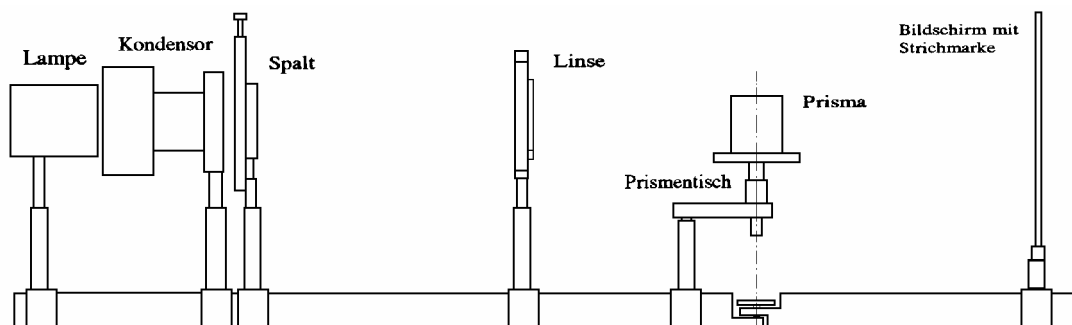
Da die Brechzahl von der Frequenz des Lichtes abhängig ist, entsteht bei Benutzung von weißem Licht nach dem Durchgang durch das Prisma ein kontinuierliches Spektrum. Dabei erfährt der rote Anteil des Lichtes die kleinste und der violette Anteil die größte Ablenkung (normale Dispersion), d. h. die Brechzahl ist für rotes Licht kleiner als für violettes. Der in der Tabelle angegebene Wert für die Brechzahl ist auf die Hg-e-Linie (546,07 nm) bezogen.

2 Aufgabenstellung

Für 3 Prismen (Kronglas, Flintglas und Schwerflint) ist die Brechzahl n für drei Spektrallinien von Quecksilber ($435,8 \pm 0,1\text{nm}$, $546,1 \pm 0,1\text{nm}$, $578,0 \pm 0,1\text{nm}$) zu bestimmen.

Ferner soll die Stärke der Dispersion an allen 3 Prismen berechnet werden.

3 Erforderliche Geräte und Material



1 optische Bank, bestehend aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Schienen
1 verstellbarer Spalt
1 Prismentisch

1 Hg-Lampe mit Kondensator
1 Sammellinse
1 Bildschirm mit Strichmarke
3 Prismen

4 Versuchsdurchführung

4.1 Abbildung des Spaltes auf dem Schirm

Der von der Lampe beleuchtete Spalt wird ohne Benutzung eines Prismas durch Verschieben der Sammellinse scharf auf dem Schirm abgebildet. Dabei ist die den Schirm tragende kleinere Schiene in gleiche Richtung mit der größeren Schiene zu bringen.

4.2 Messung des kleinsten Ablenkwinkels δ eines Prismas

Das zu untersuchende Prisma wird auf den Prismentisch gesetzt, der sich mit seiner Achse genau über dem Drehgelenk befinden muss. Durch Drehen des Prismentisches erreicht man, daß das vom Prisma erzeugte Spektrum nach der einen bzw. anderen Seite die kleinste Ablenkung zeigt. Die den Bildschirm tragende Schiene ist so zu drehen, dass die Spektrallinie mit der Strichmarke des Schirmes zur Deckung kommt. Der dabei auftretende Ablenkwinkel δ wird mit Hilfe eines am Gelenk angebrachten Winkelmessers bestimmt.

Da die Ablenkung sowohl nach der einen Seite wie nach der anderen Seite erfolgt, sind die beiden Winkel zu bestimmen. Um die Standardabweichung für zufällige Fehler zu berechnen, messe man den Ablenkwinkel δ für die o.a. 3 Hg-Spektrallinien bei einem der 3 Prismen 5mal rechts und 5mal links. (30 Meßwerte)

Für die anderen zwei Prismen ist jeweils eine Messung rechts und links durchzuführen. (12 Meßwerte)

4.3 Brechungsindex

Für alle drei Prismen ist der Brechungsindex $n(f)$ als Funktion der Frequenz f des Lichtes anzugeben (Fehler!) und grafisch darzustellen.

4.4 Bestimmung der Stärke der Dispersion

Die Stärke der Dispersion ist gegeben durch:

$$\frac{n_1 - n_2}{f_1 - f_2} = \frac{\Delta n}{\Delta f}$$

Die Differenz Δn ist direkt zu bestimmen (s.o.) und aus dem Ausdruck

$$\Delta n = \cos\left(\frac{\bar{\delta} + 60^\circ}{2}\right) \Delta\delta \quad \text{mit } \bar{\delta} = \frac{(\delta_1 + \delta_2)}{2} \quad \text{und } \Delta\delta = \frac{S}{r}$$

den man aus der Formel unter Punkt 5 durch differenzieren erhält.

r : Abstand Prisma - Schirm = 70 cm

S : Abstand der Spektrallinien auf dem Schirm

Kontrolle!

$\Delta\delta$: Winkelabstand im Bogenmaß

Man bestimme die Stärke der Dispersion für drei Spektrallinienpaare und vergleiche die 3 Prismen unter Beachtung von 4.3.

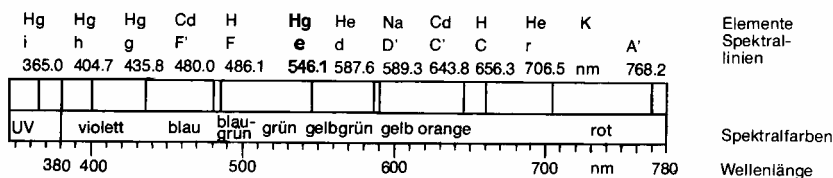
5 Hinweis für die Auswertung

Die zu untersuchenden Prismen haben dreieckigen, gleichseitigen Querschnitt; damit beträgt der brechende Winkel $\alpha = (60 \pm 0,25)^\circ$

$$n = \frac{\sin \frac{\delta + \alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{\delta + 60^\circ}{2}}{\sin 30^\circ} = 2 \cdot \sin \frac{\delta + 60^\circ}{2}$$

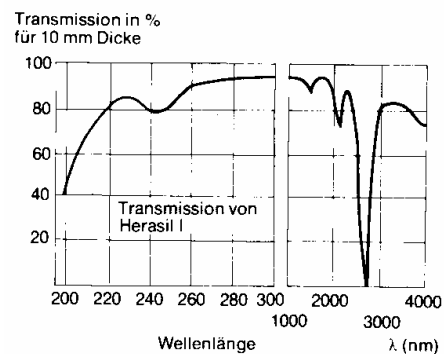
6 Sonstiges

Spektrallinien einiger Elemente



60°-Prismen (gleichseitig)

	Kron BK 7	Flint F 2	SF 10 Schwerflint	UV-durchlässiges Quarzglas Herasil 1
Transmissions- bereich	290 – 2700 nm	310 – 2750 nm	360 – 2750 nm	siehe Kurve
Brechungsindex n_e	1,5187	1,6241	1,7343	1,4601



Toleranzen: $(60,00 \pm 0,25)^\circ$