

# Versuch 424

## Pulfrich-Refraktometer

### 1. Aufgaben

Mit dem Pulfrich-Refraktometer ist die Brechzahl von zwei optischen Gläsern für verschiedene Wellenlängen unter voller Ausnutzung der Meßgenauigkeit des Gerätes zu messen. Die Dispersionskurven sind grafisch darzustellen.

Zur Durchführung des Versuchs ist es erforderlich, daß die Gerätebeschreibung des Refraktometers rechtzeitig vor dem Versuch im Praktikum (Assistenteneingang) ausgeliehen wird und daß der Student diese durcharbeitet.

### 2. Grundlagen

#### Stichworte:

Brechungsgesetz, Totalreflexion, Dispersion, Spektrallampen

#### 2.1 Aufbau des Pulfrich-Refraktometers

Das in Bild 1 dargestellte Pulfrich-Refraktometer PR 2 trägt auf seiner Grundplatte drei Hauptgruppen: das Lampenhaus (1), den Prismensockel mit Meßprisma (2) und Beleuchtungssatz (3) und die Meßeinrichtung (4).

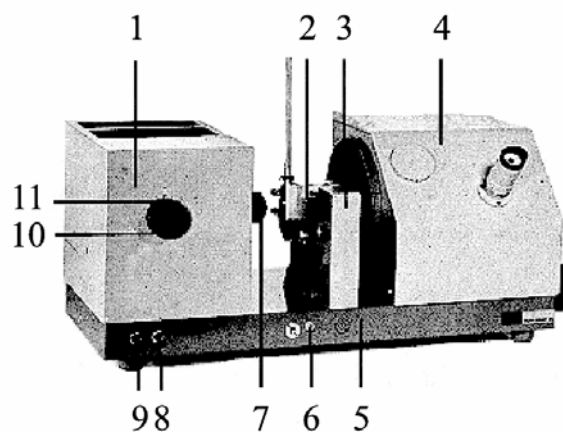


Bild 1: Ansicht des Pulfrich-Refraktometers PR2

#### **Lampenhaus (1)**

Im Lampenhaus sind eingebaut: Spektrallampen, Vorschaltgerät, Sicherungen, Schalter sowie ein Satz Monochromatfilter.

Nach der Empfehlung der International Commission of Optics von 1950 sollen für Brechzahlmessungen die folgenden Wellenlängen im sichtbaren Spektralbereich bevorzugt werden:

c	rote Wasserstofflinie:	656,3 nm
d	gelbe Heliumlinie:	587,6 nm
e	grüne Quecksilberlinie:	546,1 nm
F	blaue Wasserstofflinie:	486,1 nm
g	violette Quecksilberlinie:	435,9 nm
h	tiefviolette Quecksilberlinie:	404,7 nm

Dementsprechend enthält das PR 2 je eine Quecksilber-, Wasserstoff und Heliumlampe. In neuerer Zeit werden statt der lichtschwachen Wasserstofflinien bevorzugt die folgenden Kadmiumlinien benutzt:

C'	rote Kadmiumlinie	643,8 nm
-	grün-blaue Kadmiumlinie	508,6 nm
F'	blaue Kadmiumlinie	480,0 nm
-	blaue Kadmiumlinie	467,8 nm

#### Messeinrichtung (4)

Die Meßeinrichtung enthält als wichtigste Baugruppe das Fernrohr mit Meßmarke und Okular, den Teilkreis mit den dazugehörigen Ableseskalen und die Autokollimations-einrichtung. Eine ausführliche Beschreibung des Meßgerätes ist jeweils einige Tage vor Versuchsdurchführung im Praktikum auszuleihen!

#### 2.2 Meßprinzip des Pulfrich-Refraktometers

Die universelle Auslegung des PR 2 ermöglicht die Anwendung verschiedener refraktometrischer Verfahren. Es kann sowohl der Grenzwinkel der Totalreflexion als auch die Ablenkung des Lichtbündels an einer prismatisch geformten Probe gemessen werden.

#### Messen des Grenzwinkels der Totalreflexion:

Zum Messen des Grenzwinkels der Totalreflexion wird das Meßprisma diffus beleuchtet. In Bild 2 werden die durch einen Punkt der Meßfläche gehenden Lichtstrahlen verfolgt.

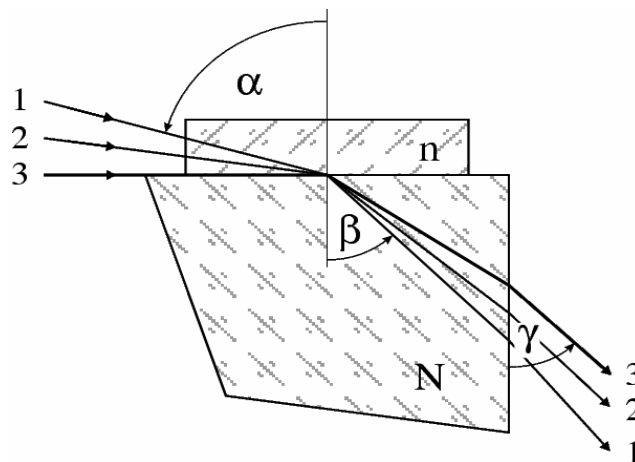


Bild 2: Strahlengang bei Totalreflexionsmessung

Die von oben her kommenden Strahlen 1, 2, 3 werden entsprechend dem Snelliusschen Brechungsgesetz, das die Grundlage aller refraktometrischer Messungen bildet, in das Meßprisma gebrochen:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{N}{n} \quad (1)$$

Sie erfahren an der Austrittsfläche nochmals eine Brechung und treten dann in das Fernrohr ein. Für  $\alpha = 90^\circ$  ist  $\beta = \beta_G$  der Grenzwinkel der Totalreflexion beim Eintritt in das Meßprisma. Ihm entspricht der Winkel  $\gamma$  für den austretenden Lichtstrahl. Da größere Einfallswinkel nicht möglich sind, kann kein Licht in den Winkelraum  $> \gamma$  fallen, d.h., im Fernrohr bleibt das gesamte Feld oberhalb  $\gamma$  dunkel, während es unterhalb  $\gamma$  beleuchtet ist. Dadurch ist der Grenzwinkel  $\gamma$  als Kante zwischen Hell- und Dunkelfeld gut meßbar. Für den Grenzwinkel  $\gamma$  gilt die Formel

$$\cos \gamma = \sqrt{N^2 - n^2} \quad (2)$$

Für jede Wellenlänge  $\lambda$ , für die die Brechzahl  $N$  des Meßprismas bekannt ist, kann man hiernach durch Messen von  $\gamma$  die entsprechende Brechzahl  $n_\lambda$  der Probe bestimmen:

$$n_\lambda = \sqrt{N^2 - \cos^2 \gamma} \quad (3)$$

Nach dieser Formel sind die den Prismen beigefügten Tabellen errechnet. Der Winkel  $\gamma$  wurde absichtlich als Winkel zwischen Austrittsfläche und dem Grenzstrahl gewählt, weil man dadurch mit wachsendem Winkel auch steigende Brechzahlen bekommt.

### **Messen der Lichtablenkung**

(wird im vorliegenden Versuch nicht durchgeführt)

Mit dem Messen der Lichtablenkung wird das bekannte spektrometrische Prinzip realisiert. Das vom Kollimator ausgehende parallele Lichtbündel trifft auf das V-Prisma, wird an den schrägen Flächen, zwischen denen die Probe eingebettet ist, gebrochen und tritt schließlich unter einem Winkel  $\gamma$  wieder aus dem Prisma aus (Bild 3). Dieser Winkel  $\gamma$  wird unter Beobachtung des Kollimator-Eintrittsspalt mit dem Fernrohr gemessen. Es gilt die Beziehung

$$\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( \sqrt{1,5 N^2 - n^2} - \sqrt{n^2 - 0,5 N^2} \right) \quad (4)$$

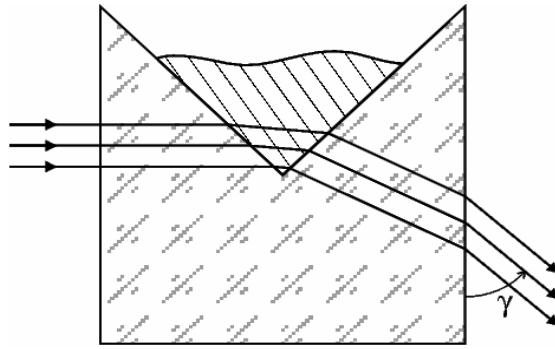


Bild 3: Strahlengang bei Lichtablenkungsmessung

oder zur Bestimmung von  $n_\lambda$ , abhängig von der jeweiligen Wellenlänge,

$$n_\lambda = \sqrt{N_\lambda^2 - \cos^2 \gamma} \sqrt{N^2 - \cos^2 \gamma}$$

Nach dieser Formel wurden die Tabellen zu den V-Prismen errechnet. Der Winkel  $\gamma$  ist gegen die Austrittsfläche des Meßprismas gemessen.

### 3. Versuchsdurchführung

Zur Durchführung des Versuches verwenden Sie bitte die Gerätebeschreibung des Pulfrich-Refraktometers. Die entsprechenden Abschnitte sind nachfolgend angegeben:

- 3.1 Kennenlernen des Meßgerätes PR 2: Abschnitt 4
- 3.2 Inbetriebnahme des Gerätes und Ansetzen des Meßprismas: Abschnitt 5.1
- 3.3 Justieren des Meßprismas: Abschnitt 5.2
- 3.4 Aufbringen der Glasprobe : Abschnitt 5.3.1  
Die Brechzahl der zu untersuchenden Gläser ist kleiner  $n = 1,66$  .
- 3.5 Durchführung der Messung: Abschnitt 5.4
- 3.6 Auswertung: Abschnitt 6 und Anhang (Brechzahltablelle). Bei Vorhandensein eines Rechners ist es zweckmäßig, die Brechzahlen anhand der in Abschnitt 3.1 angegebenen Gleichung direkt zu berechnen. Die Brechzahlen des Meßprismas sind der Gerätebeschreibung zu entnehmen.

#### Literatur :

Pulfrich Refraktometer PR2, Gebrauchsanleitung  
(Druckschriften - Nr. 32 - G 1156 - 1, CZ Jena)