

Ziel:

Es soll die Dispersionskurve eines Prismas gemessen werden. Mit dieser Kurve kann dann die Wellenlänge weiterer Spektrallinien bestimmt werden. Als Nebenprodukt wird der Brechungsindex des Prismenmaterials bei bestimmter Wellenlänge berechnet.

Methoden:

Die Messungen werden mit einem Spektrometer vorgenommen. Dabei wird jeweils der minimale Ablenkungswinkel beim Durchgang eines Lichtstrahls durch das Prisma ermittelt.

Erläuterungen:

Das Spektrometer muss vor den Messungen sehr sorgfältig und genau justiert werden. Der Justiervorgang ist zwar etwas langwierig, für genaue Resultate ist er aber unentbehrlich.

Theorie:

Optik

Literatur:

Physikalisches Praktikum: Ilberg S. 375 ff., Walcher S. 152 ff.

Geräte:

- 1 Spektrometer komplett
- 1 Glasprisma
- 1 Quecksilberdampf Lampe
- 1 Ne-Spektrallampe
- 1 Na-Spektrallampe
- 1 Drossel für Quecksilberdampf Lampe und Spektrallampen

Name:	Klasse: Tc 3/4	Datum:
Beurteilung:		
Auswertung	
Genauigkeit	
Fehlerrechnung/Fehlerdiskussion	
Protokollführung	
Summe	

Grundlagen:

Beim Durchgang durch ein Prisma wird ein Lichtstrahl zweimal an den Grenzflächen gebrochen. Wenn der Strahl in einem Hauptschnitt (d.h. senkrecht zur brechenden Kante) verläuft und das Prisma symmetrisch durchsetzt, ist der gesamte Ablenkwinkel δ am kleinsten. Ist α der Einfallswinkel und ϵ der brechende Winkel, so gilt:

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

Aus der Abbildung 1 kann man für die Winkel folgende Zusammenhänge gewinnen:

(2a) $\beta = \frac{\epsilon}{2}$ und

(2b) $\delta = 2\alpha - \epsilon$

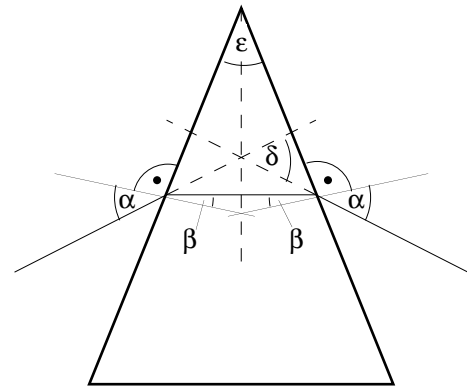


Abb. 1

Da der Brechungsindex von der Wellenlänge abhängt, wird Licht verschiedener Wellenlänge verschieden stark gebrochen und damit auch verschieden stark abgelenkt. Das Licht wird in sein Spektrum zerlegt. Bei Verwendung einer Quecksilberdampfampe erhält man ein Linienspektrum. Wird dabei jeweils der minimale Ablenkwinkel δ gemessen, kann man die sogenannte Dispersionskurve (Abhängigkeit des Brechungsindex von der Wellenlänge) ermitteln. Mit bekannter Dispersionskurve kann andererseits das Prisma zur Wellenlängenmessung benützt werden.

Messmethoden und Messgeräte:

Spektrometer

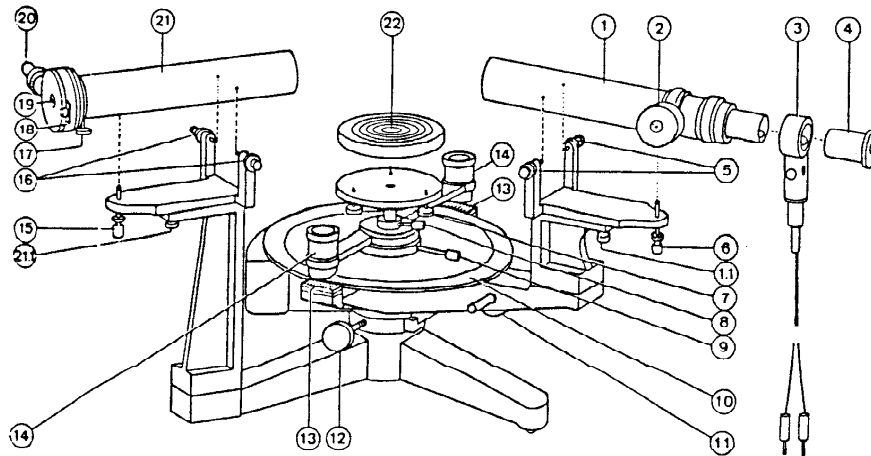


Abb. 2

- | | |
|---|---|
| 1 Fernrohr | 12 Feststellschraube für Fernrohr (1) |
| 1.1 Justierschraube zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern | 13 Nonien |
| 2 Einstellschraube für Schärfe | 14 Ableselupen |
| 3 Beleuchtungseinrichtung | 15 Höhenverstellungsschraube für Spaltrohr |
| 4 Verschiebbares Gauss'sches Okular | 16 Justierschraube zur seitlichen Verschiebung von Spaltrohr (21) |
| 5 Justierschrauben zur seitlichen Verschiebung von Fernrohr (1) | 17 Feststellschraube für Spaltauszug |
| 6 Höhenverstellungsschraube für Fernrohr (1), feststellbar | 18 verstellbare Spaltbegrenzung |
| 7 Nivellierschraube für Prismentisch (22) | 19 verstellbarer Spalt |
| 8 Feststellschraube für Prismentisch (22) | 20 Mikrometerschraube zur Spaltbreitenverstellung |
| 9 Feststellschraube für Teilkreisscheibe | 21 Spaltrohr |
| 10 Teilkreisscheibe | 21.1 Justierschraube zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern |
| 11 Feineinstellung für Fernrohr-Drehung | 22 Prismentisch |

Justierung des Spektrometers**Senkrechtstellung der Sehlinie des Fernrohres zur Drehachse:**

1. Fernrohr (1), Spaltrohr (21) und Prismentisch (22) nach Augemass horizontal ausrichten.
2. Fernrohr (1) und Spaltrohr (21) mit Justierschrauben (5) bzw. (16) mittig ausrichten.
3. Fernrohr (1) auf das Spaltrohr richten und mit Einstellschraube (2) den Spalt (19) scharf einstellen.
4. Mit dem Okular (4) das Fadenkreuz scharf einstellen.
5. Beleuchtungseinrichtung mit Spannung versorgen. (Achtung: max. Spannung 8 V)
6. Okular (4) und Beleuchtungseinrichtung (3) so gegeneinander verdrehen, dass die Innenseite des Spaltes (19) gut ausgeleuchtet wird. Beleuchtungseinrichtung (3) in dieser Stellung festschrauben.
7. Auf die mitte des Prismentisches (22) die Planglasplatte auf Halter unter einem Winkel von 45° bezogen auf die Sehlinie des Fernrohres (1) stellen. Dabei muss die Verbindungslinie zweier Nivellierschrauben (7) des Prismentisches (22) parallel zu den Seitenflächen der Planglasplatte verlaufen (s. Abb. 3)
8. Fernrohr (1) senkrecht zu einer Seitenfläche der Planglasplatte ausrichten. Dabei muss sich das Fadenkreuz in der Seitenfläche spiegeln.
9. Mit einstellerschraube (2) das gespiegelte Fadenkreuz scharf einstellen.
10. Durch wechselweises Drehen der Höhenverstellungsschraube des Fernrohres (6) und der Nivellierschraube A des Prismentisches (22) horizontalen Faden des Fadenkreuzes und sein Spiegelbild zur Deckung bringen.
11. Fernrohr (1) um 180° schwenken. Faden und Bild müssen sich decken. wenn nicht, wie unter Punkt 10 beschrieben korrigieren.
12. Punkt 10 und 11 so lange wiederholen, bis auf beiden Seiten Faden und Bild in Deckung bleiben.
13. Spannung für Beleuchtungseinrichtung (3) abschalten. Planglasplatte zum Ausrichten des Spaltrohres (21) auf dem Prismentisch (22) stehen lassen.

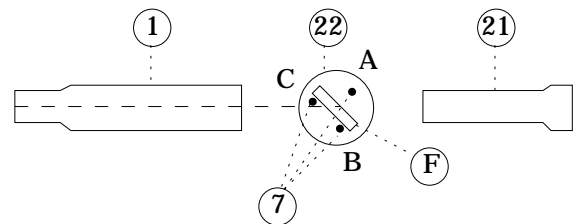


Abb. 3

Ausrichten des Spaltrohres:

1. Fernrohr (1) auf das Spaltrohr (21) richten, den Spalt (19) etwas öffnen und mit Glühlampenlicht beleuchten.
2. Mit der Höhenverstellungsschraube (15) von Spaltrohr (21) den Spalt (19) mittig zum Horizontalfaden ausrichten.
3. Feststellschraube (17) lösen. Spaltauszug so weit verschieben, dass der Spalt (19) scharf abgebildet wird. Dabei wird der Spalt (19) auch parallel zum Vertikalfaden des Fadenkreuzes eingestellt. Eventuell muss Punkt 2 wiederholt werden. Feststellschraube (17) anziehen. Zwischen Spaltbild und Fadenkreuz darf keine Parallaxe entstehen, d.h. bei seitlicher Ortsveränderung des Auges dürfen sich Spaltbild und Fadenkreuz nicht gegeneinander verschieben.
4. Planglasplatte wie im vorhergehenden Justierungsteil (Punkt 7) beschrieben auf dem Prismentisch (22) stellen.
5. Fernrohr (1) so weit schwenken, bis das von der Planglasplatte reflektierte Spaltbild erscheint: Vertikalfaden des Fadenkreuzes und Spaltbild müssen parallel zueinander sein. Trifft das nicht zu, Fadenkreuz und Spalt (19) je um die halbe Abweichung zueinander drehen.
6. Höhenverstellungsschrauben (6) und (15) und Justierschrauben (5) und (16) mittels Gegenmuttern feststellen.

Messung des brechenden Winkels eines Prismas

Den brechenden Winkel ε des Prismas kann man bestimmen, indem man das Fernrohr senkrecht zu einer an ε anliegenden Prismenfläche einstellt (Ablesung φ_1 am Teilkreis) und dann das Prisma dreht, bis die zweite an ε anliegende Prismenfläche senkrecht zum Fernrohr steht (Ablesung φ_2). Der Drehwinkel ist dann $\varphi_1 - \varphi_2 = 180^\circ - \varepsilon$. Die Senkrechtstellung des Fernrohres erfolgt so, dass man das beleuchtete Fadenkreuz im Okular mit seinem Spiegelbild zur Deckung bringt (Autokollimationsverfahren).

Durchführung des Experiments:

1. Justierung des Spektrometers (Glühlampe verwenden)
2. Messung des brechenden Winkels ε
3. Aufnahme der Dispersionskurve mit dem Licht einer Quecksilberdampfampe: $\delta = \delta(\lambda)$
Dazu wird der Spalt mit der Quecksilberdampfampe beleuchtet. Im Fernrohr ist bei hinreichend kleiner Spaltbreite das Hg-Spektrum zu sehen. Zur Bestimmung des minimalen Ablenkwinkels δ_{\min} dreht man den Spektrometertisch mit dem Prisma und verfolgt die zu messende Linie im Fernrohr. Bei einer bestimmten Stellung kehrt sich bei gleichbleibender Drehrichtung des Prismas die Bewegung der Linie um. In dieser Minimumstellung bringt man das Fadenkreuz mit der Spektrallinie zur Deckung und liest den Einstellwinkel ab. Anschliessend dreht man das Prisma so, dass das einfallende Licht nach der anderen Seite abgelenkt wird, und wiederholt das Verfahren. Die Differenz der beiden Einstellwinkel ist dann gleich dem doppelten Ablenkwinkel für die betreffende Wellenlänge. Die Wellenlängen für die Hg-Linien können der folgenden Tabelle entnommen werden:

λ /nm	Farbe	Intensität
623,4	rot	schwach
579,1	gelb	sehr stark
577,0	gelb	sehr stark
546,0	grün	sehr stark
496,0	blaugrün	schwach
491,6	blaugrün	mittel
435,8	blau	stark
434,8	blau	mittel
433,9	blau	schwach
410,8	violett	schwach
407,8	violett	mittel
404,7	violett	stark

4. Für die grüne Hg-Linie ($\lambda = 546,0$ nm) soll der Brechungsindex n des Prismenmaterials gegenüber Luft berechnet werden.
5. Bestimmung der Wellenlängen der Linien im Na- bzw. im Ne-Spektrum. Dazu wird die Quecksilberdampfampe durch eine natrium- bzw. neongefüllte Spektralröhre ersetzt. Man misst wiederum die minimalen Ablenkwinkel wie in Punkt 3 und ermittelt mit der dort aufgenommenen Dispersionskurve die Wellenlängen der einzelnen Linien.

Erklären Sie, wie man mathematisch den minimalen Ablenkwinkel bei gegebenem Brechungsindex n und gegebenem Prismenwinkel ε berechnen könnte.