

1. Aufgabe

- a) Beschreibe den Schülerversuchsaufbau zur Dispersion von Licht. Notiere insbesondere die Namen und Aufgaben der einzelnen Objekte.
- b) Vergleiche die Spektren von Prismen verschiedener Materialien anhand folgender

Linie	Wellenlänge /nm	eigene Beobachtung	Flint	Kron	Quarz	Wasser
a violett	405		50,88°	39,97°	34,66°	24,0°
b blau	436		49,97°	39,59°	34,39°	24,19°
c blau-grün	493		48,87°	39,03°	34,04°	23,93°
d grün	546		48,18°	38,75°	33,81°	23,74°
f gelb	578		47,87°	38,60°	33,69°	23,66°

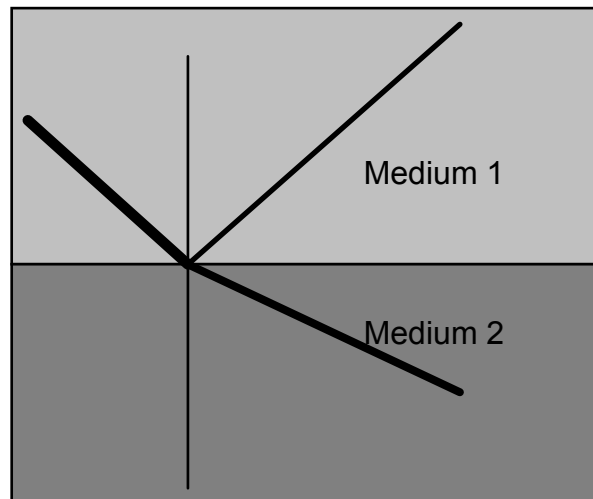
den Versuchsprotokolls:

Berechne dazu anhand der Formel, bei der μ den Winkel der brechenden Kante und α die minimale Ablenkung angeben, (Herleitung gefordert)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{1}{2}(\delta + \varepsilon)\right)}{\sin\frac{1}{2}\varepsilon}$$

den relativen Brechungsindex n in Abhängigkeit von der Wellenlänge bei dem untersuchten Prismenmaterial und bei Quarzglas und zeichne die Dispersionskurven $n(\lambda)$ in zwei geeignete Koordinatensysteme.

- c) Diskutiere am folgenden Beispiel die Reflexion, Brechung, Dispersion und Totalreflexion einer Lichtwelle beim Übergang von einem Medium M1 in ein Medium M2 mit den absoluten Brechungsindizes n_1 und n_2 . Notiere dabei gegebenenfalls auch die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten.

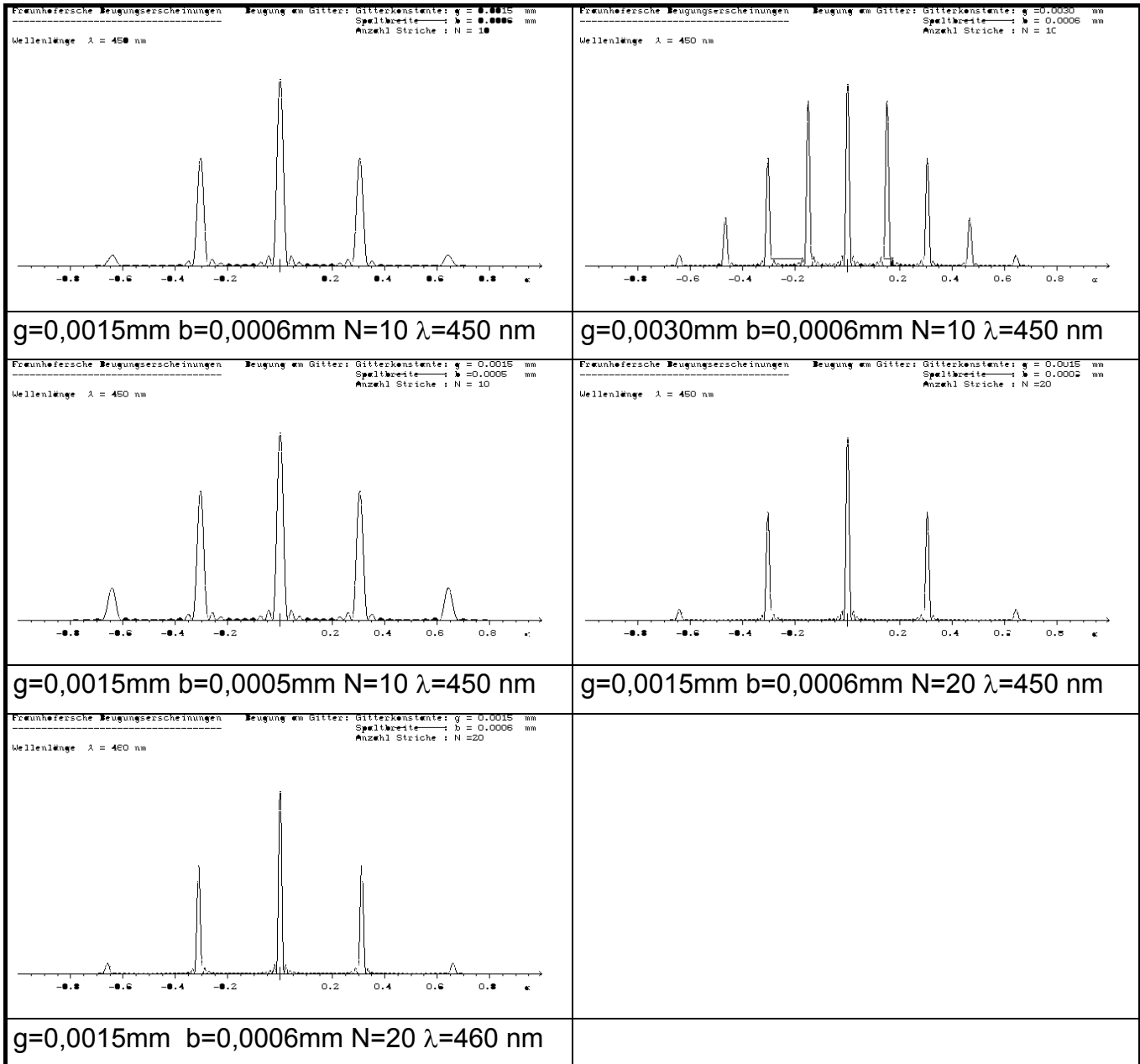


- d) Berechne für Kronglas den Grenzwinkel der Totalreflexion für weisses Licht.
- e) Berechne den relativen Brechungsindex für blaues Licht beim Übergang von Flint- zu Kronglas und damit für einen Einfallswinkel von 30° den Brechungswinkel.
- f) Warum ist es falsch, von „Luftspiegelungen“ zu reden?

2. Aufgabe

Interferenz von Licht

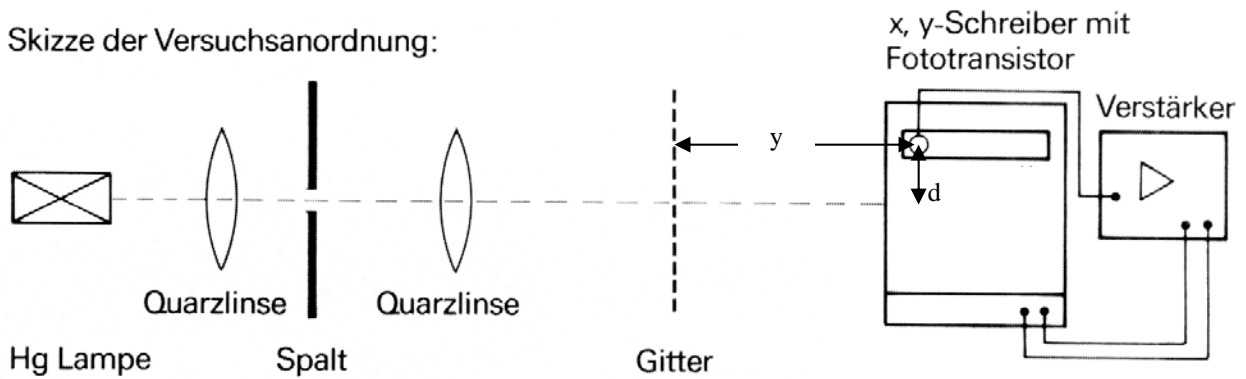
- a) Notiere die Gittergleichung und leite sie her.
 b) Diskutiere den Einfluß der Strichdichte, Strichbreite und Anzahl der Striche auf einem Gitter hinsichtlich Auflösungsvermögen, Lage und Anzahl der Helligkeitsmaxima bei gegebener Wellenlänge



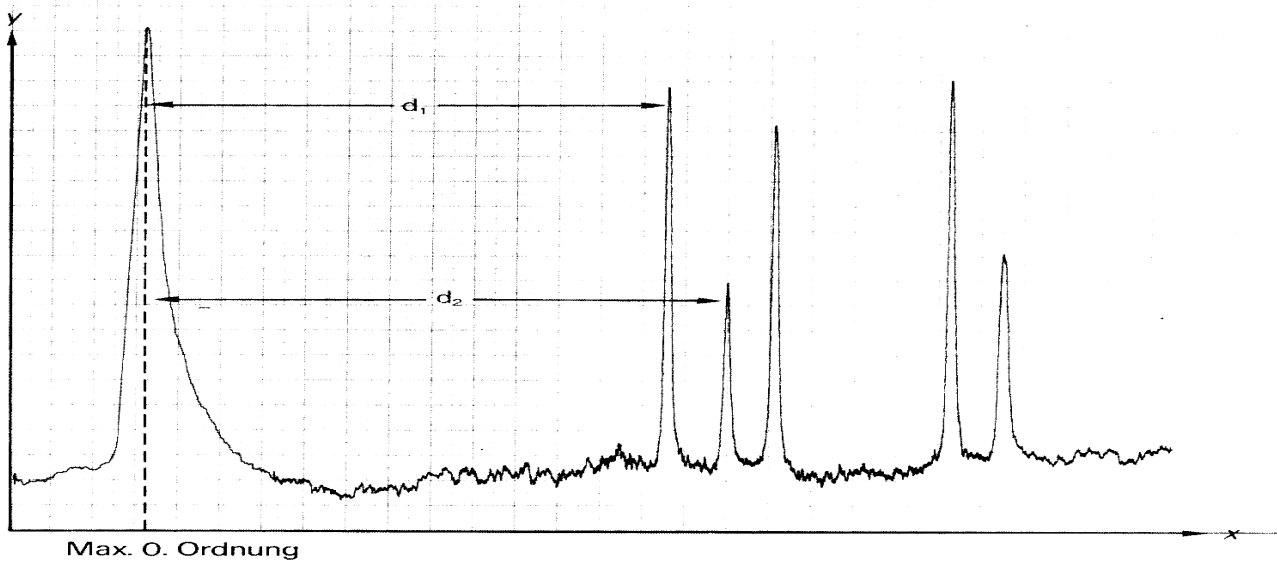
- c) Auf ein Strichgitter mit 500 Strichen/cm fällt Licht der Wellenlänge 633 nm.
- Welche Ordnung z fällt noch in den Beobachtungsbereich bis 60° ?
 - Beantworte Frage i) für ein Rowland Gitter mit 5700 Spalten pro cm.
 - Kann man bei gleichzeitiger Betrachtung obiger Wellenlänge und der Wellenlänge von 634 nm diese noch voneinander unterscheiden, falls beim Rowlandgitter die Halbwertsbreite der Linien im 2. Maximum $0,5^\circ$ beträgt?

3. Aufgabe

Skizze der Versuchsanordnung:



Mit obenstehendem Versuchsaufbau wird das nachfolgende Spektrum einer Hg-Lampe aufgenommen:



- Der Abstand der zweiten Linie vom Maximum 0. Ordnung beträgt 137,5 mm. Wie man der Literatur entnehmen kann, gehört diese Linie zur Wellenlänge von 405nm. Bestimmen Sie die Gitterkonstante.
- Bestimmen Sie die Wellenlängen der anderen Linien.
- Welche Linien liegen im unsichtbaren Bereich?

Lösung zu a)

Nach der Gittergleichung $g \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda$ und mit $\tan \alpha = d/y$ erhält man

Abstand Peak / 0.Max. = d	0,1375 m
Wellenlänge 2.Peak = λ	4,01E-07 m
Abstand Gitter / Schreiber = y	0,645 m
Winkel	0,210034 RAD
Gitterkonstante	1,92E-06 m
Gitterstriche	520 1/mm

Lösung zu b)

Gemäß obigen Formeln erhält man die gesuchten Wellenlängen.

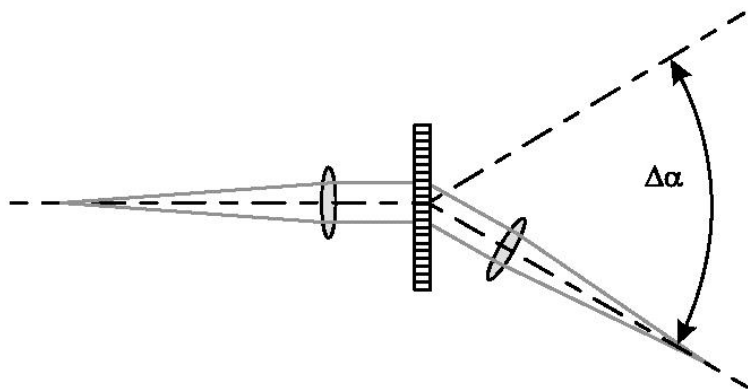
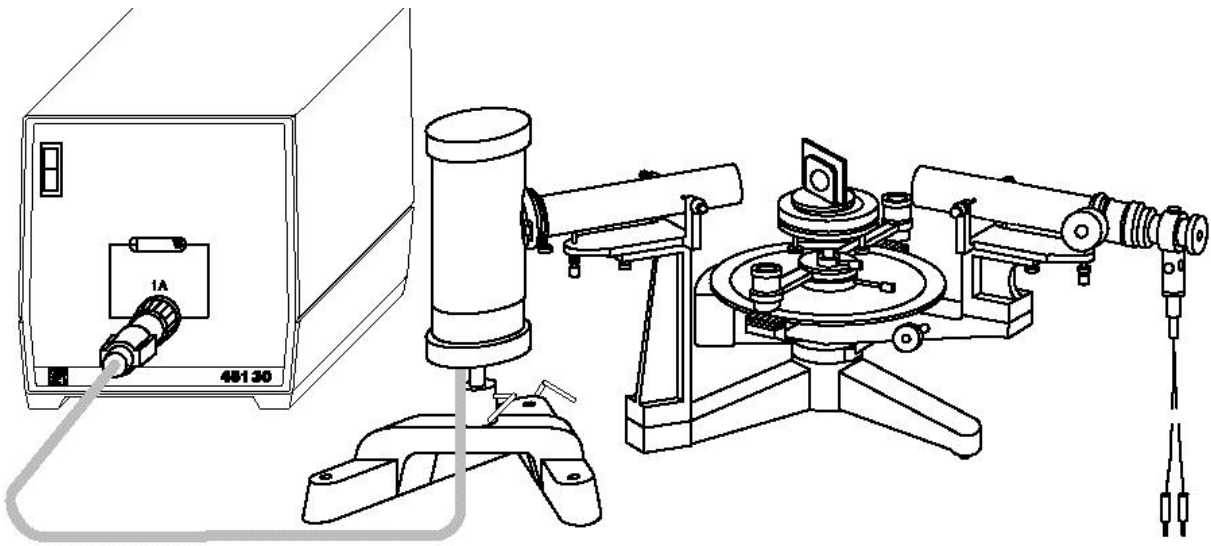
Den Umrechnungsfaktor kann man aus der bekannten Linie erhalten:
13,75 mm entsprechen 6,1 cm (abgelesen).

Gitterkonstante g	1,92E-06 m				
y	0,645 m				
Umrechnungsfaktor	2,25				
abgelesen: d* / cm	5,5	6,1	6,6	8,45	9,05
d / cm	12,40	13,75	14,88	19,05	20,40
α	0,19	0,21	0,23	0,29	0,31
λ / nm	362	400	432	544	579

Lösung zu c)

Die Linie mit 362 nm liegt im UV Bereich und kann nur durch Aufheller (z.B. Schreibmaschinenpapier) sichtbar gemacht werden.

Aufgabe



$\Delta\alpha$: Winkeldifferenz zwischen rechter und linker Spektrallinie in n-ter Ordnung

$$N = 5700 \text{ 1/cm}$$

$$n = 1 \text{ und}$$

$$n = 2$$

Mit obenstehendem Versuchsaufbau (Gitterspektroskop) wird das Spektrum einer Natrium-Lampe aufgenommen:

Protokoll für Intensitätsmaxima:

D1 Linie	n=1	$\varphi =$	39,300
	n=2	$\varphi =$	84,542
D2 Linie	n=1	$\varphi =$	39,250
	n=2	$\varphi =$	84,425
N=5700/cm			

Berechnen Sie die Wellenlängen für das Natriumlicht und bestimmen Sie den Abstand der beiden Linien.

Literaturwert für Wellenlängen in Luft bei Normalbedingungen:

$$l(D 1) - l(D 2) = 589,418 \text{ nm} - 588,821 \text{ nm} = 0,597 \text{ nm}$$

Wägen Sie dieses Experiment gegen ein entsprechend anderes mit einem Prisma statt des Gitters ab.

-

Lösung zu a)

Nach der Gittergleichung

$$g \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda \quad \Leftrightarrow \quad 1/N \cdot \sin(\vartheta) = n \cdot \lambda$$

erhält man in den ersten beiden Maxima:

N / 1/cm	5700
g / cm	0,000175439
g / m	1,75439E-06

ϑ	n	λ / nm	Mittelwert	Literaturwert	Abweichung
39,3	1	589,67			
84,542	2	589,79	589,73	589,418	0,053%
39,25	1	588,95	589,04	588,821	0,037%
84,425	2	589,13			
Differenz /nm			0,69	0,597	15,878%

Der Vergleich mit dem **Literaturwert** für die Wellenlängen in Luft bei Normalbedingungen ergibt eine geringe Abweichung nach oben bei den Einzelwerten, die bei der Differenzbildung jedoch zu einer großen Abweichung führt.

Es könnte ein systematischer Fehler vorliegen, der auf einer Ungenauigkeit bei der Angabe der Linien/cm liegen könnte.

Das Spektrometer und Goniometer ist auch als Prismenspektrometer einsetzbar. Weil die Ablenkung nicht linear von der Wellenlänge abhängt, wird zur Bestimmung der Wellenlängen der Spektrallinien noch eine Eichkurve benötigt, die mit einer Spektrallampe bekannten Spektrums erstellt wird. Außerdem ist das Auflösungsvermögen nicht so hoch wie das eines guten Gitterspektrometers.

Allerdings haben die Prismenspektren mehr Intensität, denn beim Gitterspektrometer geht ein erheblicher Teil der Strahlung in der ungebeugten nullten Ordnung verloren, und der Rest verteilt sich auf mehrere Beugungsordnungen beiderseits der nullten Ordnung. Das hat zur Folge, dass weniger intensive Spektrallinien mit dem Gitterspektrometer kaum noch oder gar nicht mehr beobachtet werden können.