

OW_01_02	Optik und Wellen Beugung und Dispersion	GK/LK
----------	--	-------

Unterrichtliche
Voraussetzungen: Grundbegriffe der Strahlenoptik

Literaturangaben: Optik: Versuchsanleitung der Fa. Leybold; Hürth 1986

Verfasser: Peter Bastgen
Gymn. Erfstadt Lechenich
Dr. Jos. Fieger Straße
50374 Erfstadt

LK	Physik	Jgst:	Klausur-Nr.	Datum:
----	--------	-------	-------------	--------

Aufgabe

- Beschreiben Sie den Versuchsaufbau zur Untersuchung der Dispersion von Licht. Notieren Sie insbesondere die Namen und Aufgaben der einzelnen Objekte.
- Vergleichen Sie die Spektren von Prismen verschiedener Materialien anhand folgenden Versuchsprotokolls:

Wellenlänge /nm	Flintglas	Kronglas	Quarzglas	Wasser
405	50,88°	39,97°	34,66°	24,0°
436	49,97°	39,59°	34,39°	24,19°
493	48,87°	39,03°	34,04°	23,93°
546	48,18°	38,75°	33,81°	23,74°
578	47,87°	38,60°	33,69°	23,66°

In der Tabelle sind die minimalen Ablenkwinkel δ bei einem brechenden Winkel $\varepsilon = 60^\circ$ aufgetragen.

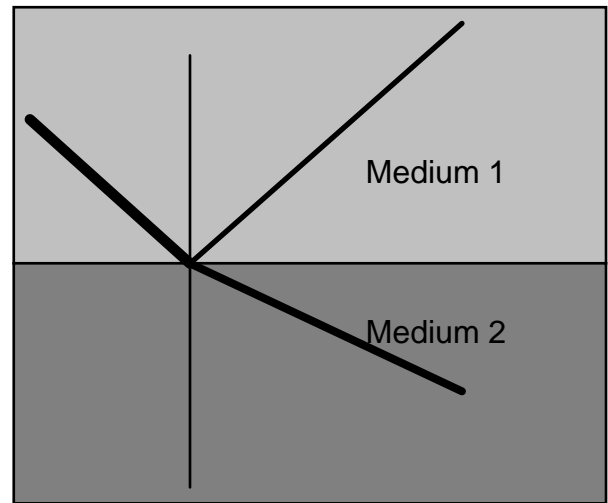
Berechnen Sie dazu anhand der Formel

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

den Brechungsindex n in Abhängigkeit von der Wellenlänge bei den Prismenmaterialien Flintglas und Quarzglas und zeichnen Sie die Dispersionskurven $n(\lambda)$ in zwei geeignete Koordinatensysteme.

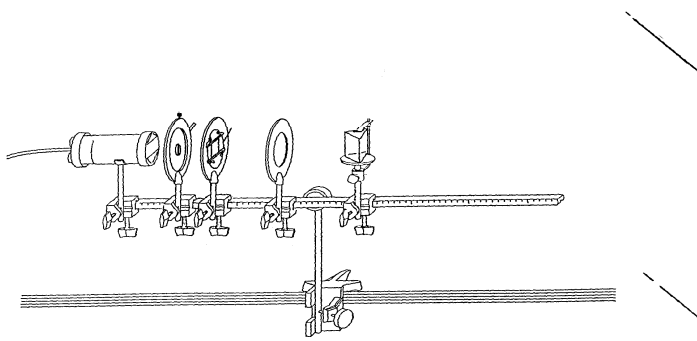
LK	Physik	Jgst:	Klausur-Nr.	Datum:
----	--------	-------	-------------	--------

- c) Diskutieren Sie 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 . Notieren Sie dabei gegebenenfalls auch die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten.



- d) Berechnen Sie für Kronglas den Grenzwinkel der Totalreflexion für weisses Licht.
- e) Berechnen Sie den relativen Brechungsindex für blaues Licht beim Übergang von Flint- zu Kronglas und damit für einen Einfallswinkel von 30° den Brechungswinkel.

Lösung zu a)



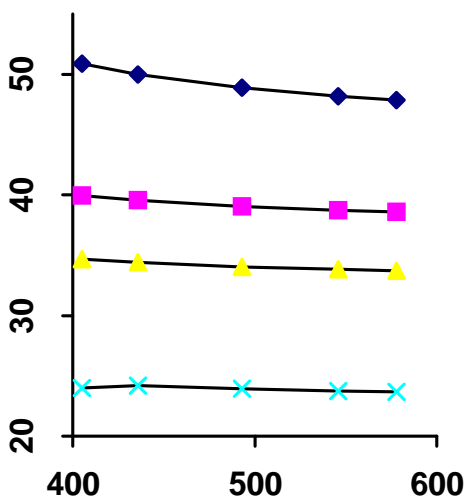
Die Lampe beleuchtet einen Kondensator, der einen Spalt ausleuchtet.

Der Spalt wird durch das Objektiv auf dem Schirm abgebildet.

Das Prisma zwischen Objektiv und Schirm führt zur Dispersion.

Lösung zu b)

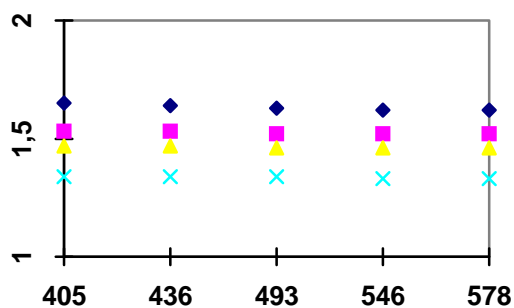
Wellenlänge /nm	Flint-glas	Kron-glas	Quarz-glas	Wasser
405	50,88	39,97	34,66	24,0
436	49,97	39,59	34,39	24,19
493	48,87	39,03	34,04	23,93
546	48,18	38,75	33,81	23,74
578	47,87	38,60	33,69	23,66



Im nebenstehenden Diagramm sind die minimalen Ablenkwinkel gegen die Wellenlänge des Lichtes aufgetragen

Gemäß oben angegebener Formel erhält man für den Brechungsindex n

Wellenlänge /nm	Flintglas	Kronglas	Quarzglas	Wasser
405	1,65	1,53	1,47	1,34
436	1,64	1,53	1,47	1,34
493	1,63	1,52	1,46	1,34
546	1,62	1,52	1,46	1,33
578	1,62	1,52	1,46	1,33



Lösung zu c)

Reflexion:

Es gilt: Einfallswinkel und Reflexionswinkel sind gleich und einfallender Strahl und reflektierter Strahl liegen mit dem Lot in einer Ebene. Der Grad der Reflexion hängt von den Medien und dem Einfallswinkel ab.

Brechung:

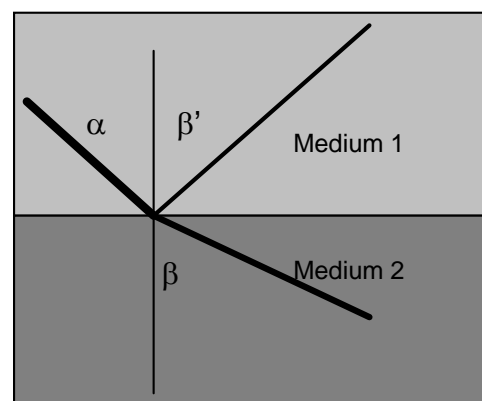
Der einfallende Strahl wird vom Lot weggebrochen, das zweite Medium ist also optisch dünner als das erste Medium.

Es gilt: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12} = \frac{c_1}{c_2}$, wobei auch

einfallender und gebrochener Strahl mit dem Lot zusammen in einer Ebene liegen. Die Größe der Transmission hängt ebenfalls von Einfallswinkel und den Medien ab.

Die Größe des relativen Brechungsindex wird durch den Quotienten aus den Geschwindigkeiten des Lichtes in den beiden Medien gegeben.

Der absolute Brechungsindex wird durch den Quotienten aus Vakuumlichtgeschwindigkeit und Lichtgeschwindigkeit im Medium gegeben.



Dispersion

Obiger Wert n ist eine Funktion von der Wellenlänge $n=n(\lambda)$. Das Maß der Brechung hängt von der Wellenlänge ab, wodurch unterschiedliche Farbkomponenten des weißen Lichtes unterschiedlich stark gebrochen werden. Dies führt zu der Aufspaltung eines weißen Lichtstrahls in die Regenbogenfarben.

Totalreflexion

Ab einem bestimmten Einfallswinkel tritt der gebrochene Strahl nicht mehr heraus. Für diesen und alle größeren Winkel tritt Totalreflexion ein, d.h. es wird nur noch reflektiert. Den Grenzwinkel der Totalreflexion erhält man gemäß

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Anmerkung

Die genauen Intensitätsverteilungen werden durch die Fresnelschen Formeln geliefert.

Lösung zu d)

Gemäß obiger Formel erhält man mit $n=1,52$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{1,52}\right) = 41,1^\circ$$

Lösung zu e)

Für den Brechungswinkel erhält man gemäß

$$n_{12} = \frac{1,53}{1,65} = 0,93 \text{ für kurzwelliges Licht}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{12} \Rightarrow$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n_{12}}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 30^\circ}{0,93}\right) = 32,5^\circ$$