

Aufgabe 1

6/3/5/4 Punkte

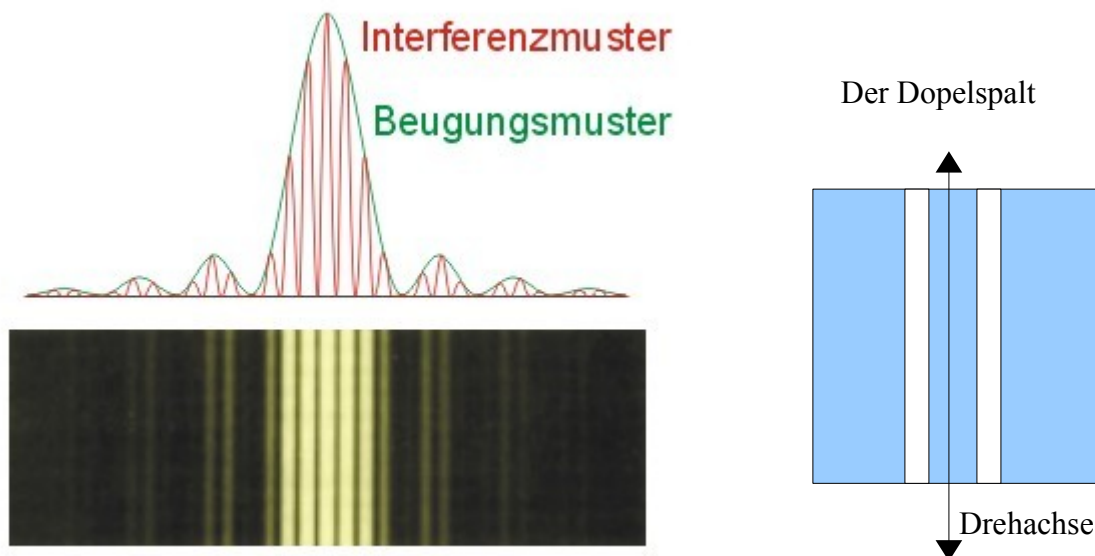
Licht einer Kaliumlampe mit den Spektrallinien 588nm und 766nm wird auf einen Doppelspalt des Spaltmittenabstands 0,1mm gerichtet.

a.) Geben Sie die Winkel der ersten und zehnten Beugungsmaxima und deren Abstände vom Hauptmaximum auf dem 3m entfernten Schirm exakt an.

$$\alpha_1 = 0,34^\circ, \alpha_{10} = 3,37^\circ \quad y_1 = 1,7 \text{ cm} \quad y_{10} = 17,66 \text{ cm}$$

b.) In welcher Entfernung auf dem Schirm treffen zwei Maxima verschiedener Ordnung nahezu zusammen? $4 \cdot 588 \approx 3 \cdot 766$ durch Probieren, daraus folgt in etwa 7cm Entfernung vom Hauptmaximum

c.) Die Helligkeit der äquidistanten Maxima schwankt stark, wie auf der Abbildung deutlich sichtbar. Erklären Sie dieses Phänomen und ermitteln Sie die Einzelspaltbreite. Die Einhüllende der Intensitätsverteilung wird durch den Einzelspalt bedingt, das rote Interferenzmuster kommt durch den Doppelspalt. Da das vierte Nebenmaximum mit dem Minimum des Einzelspalts zusammentrifft kann man schliessen, dass die Spaltbreite ein Viertel des Spaltabstandes beträgt.

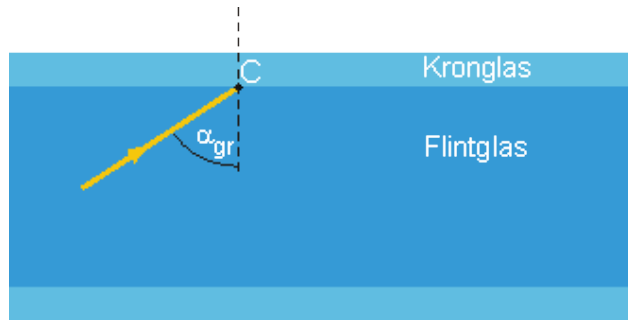


d.) Welche Änderung des Beugungsmusters erwarten Sie, wenn der Doppelspalt um die vertikale zentrale Achse gedreht wird? Wird das Spaltdia gedreht, verkleinert sich die effektive Spaltbreite und die Maxima wandern weiter auseinander.

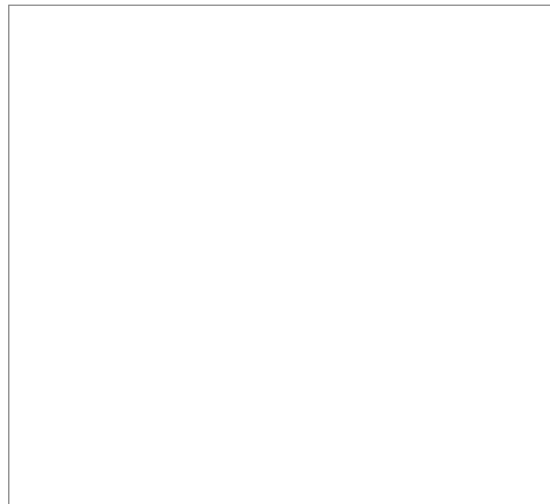
Aufgabe 2

3/5/3 Punkte

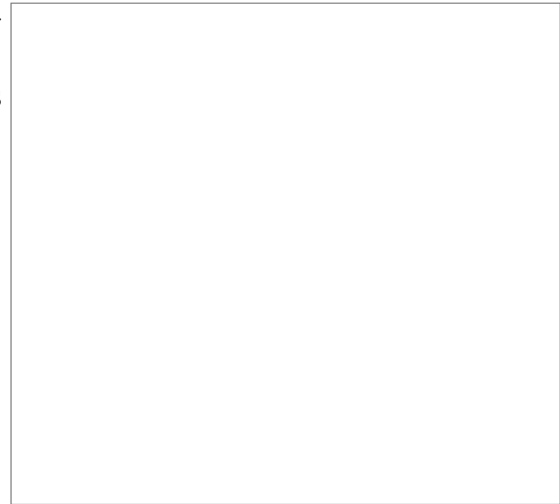
Die Abbildung zeigt einen Lichtleiter, dessen Kern aus Flintglas und dessen Mantel aus Kronglas (optisch dünner als Flintglas) besteht. In dem Diagramm ist der Winkelzusammenhang für den Übergang von Luft nach Flintglas (blau) und für den Übergang von Kronglas nach Flintglas (lila) dargestellt.



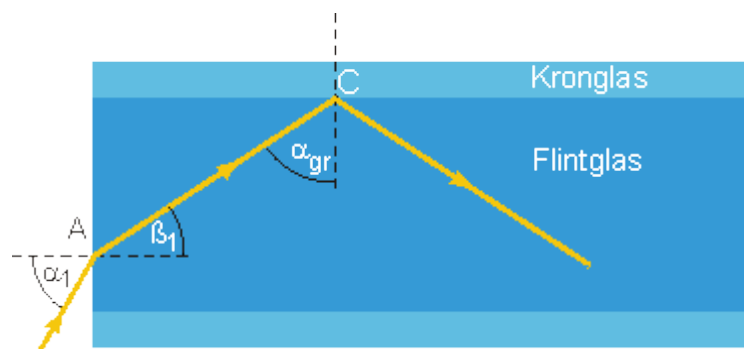
- Der Lichtstrahl soll im Punkt C gerade unter dem Grenzwinkel der Totalreflexion auf die Grenzschicht Flintglas-Kronglas treffen. Überprüfe, ob der Grenzwinkel der Totalreflexion in der Zeichnung den richtigen Wert hat.
- Unter welchem Winkel α_1 und an welchem Punkt A muss dann der Strahl in den Lichtleiter eintreten? Genaue Konstruktion!
- Wird der im Punkt A in den Lichtleiter tretende Strahl an der Grenzfläche Flintglas-Kronglas noch totalreflektiert, wenn der Einfallswinkel in den Lichtleiter kleiner wird?



- a) Aus dem Diagramm (lila) entnimmt man für den Grenzwinkel der Totalreflexion beim Übergang Flintglas-Kronglas etwa 57° . Dies ist in der Zeichnung der Fall.



- b)

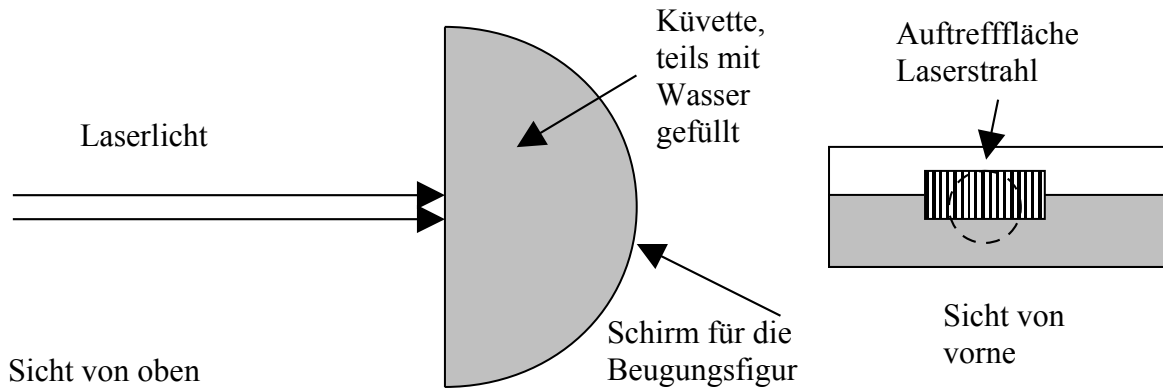


Aus der Zeichnung sieht man, dass $\beta_1 = 90^\circ - \alpha_{gr} = 33^\circ$ ist. Aus dem (blauen) Diagramm kann man dann den Einfallswinkel $\alpha_1 = 60^\circ$ ermitteln.

- c) Wird der Einfallswinkel kleiner, so trifft der Strahl auf die Grenzfläche Flintglas-Kronglas unter einem größeren Winkel als dem Grenzwinkel der Totalreflexion. Dies bedeutet, dass Totalreflexion gewährleistet ist.

Aufgabe 3

3/5/4/4/3/5 Punkte



Auf der Frontseite einer kleinen, halbkreisförmigen ($R=20\text{cm}$), teils mit Wasser gefüllten Küvette wird ein Gitter mit 500 Strichen pro mm eingraviert (siehe Bild). Rotes Laserlicht mit 632nm Wellenlänge wird durch eine Optik auf den Radius 1cm aufgeweitet. Das Licht fällt derart auf das Gitter, dass unter und über dem Wasser auf der Rückseite der Küvette eine Beugungsfigur beobachtbar ist.

- Erklären Sie, warum die Beugungsmuster im und oberhalb des Wassers verschieden aussehen. Beschreiben Sie das unterschiedliche Aussehen qualitativ!
Das Beugungsmuster im Wasser ist enger zusammengerückt, da die Wellenlängen des Lichtes im Wasser geringer sind.
- Berechnen Sie die Ablenkwinkel des ersten Nebenmaximums im Wasser und in Luft. Wie weit sind diese auf der Rückseite der Küvette vom Hauptmaximum entfernt?

$$g = \frac{1}{500} 10^{-3} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2 \mu\text{m} \quad \alpha_{\text{Luft}} = 18,42^\circ \quad \alpha_{H_{20}} = 13,74^\circ$$

$$r_{\text{Luft}} = 6,43 \text{ cm} \quad r_{H_{20}} = 4,8 \text{ cm}$$

- Bestimmen Sie die maximal sichtbare Ordnung der Interferenzstreifen im und über dem Wasser. $\sin(\alpha) = 1 = \frac{n \cdot \lambda}{g} \quad n_{\text{Luft}} = 3 \quad n_{H_{20}} = 4$

Der Laser wird jetzt durch eine Glühlampe mit einem „vorgeschalteten“ Spalt und einem Grünfilter ersetzt, der Licht nur im Bereich von $490\text{-}575\text{nm}$ durchlässt.

- Warum muss zur erfolgreichen Durchführung eines Interferenzexperimentes aus dem Glühlampenlicht ein schmales Lichtbündel ausgeschnitten werden?
Das Licht muss kohärent sein, damit man Interferenzexperimente machen kann, durch das Ausfiltern eines dünnen Strahls kann man aus Tageslicht kohärentes Licht machen.
- Untersuchen Sie, ob es auf dem Schirm zu einer Überlagerung der Spektren verschiedener Ordnung kommt (ohne Wasser).
Man untersucht, ob sich die Vielfachen von 490 und 575 bis zum Punkt 2000 überschneiden, dass tun sie nicht also kommt es nicht zur Überlagerung der Spektren.

Aufgabe 4

8 Punkte

Mit einem Laser der Wellenlänge 632nm soll in einem geeigneten experimentellen Aufbau die Spurbreite einer Blue-Ray-Disc bestimmt werden (Spurabstand $0,32$ Mikrometer). Beschreiben Sie einen möglichen experimentellen Aufbau und zeigen Sie, dass der Versuch mit dem zur Verfügung stehenden Laser nicht erfolgreich ausgeführt kann. Damit eine Interferenz zwischen zwei Strahlen, die auf benachbarten Stegen auftreffen zustande kommen kann, muss der Wegunterschied eine Wellenlänge betragen. Da der

Spurabstand 320nm beträgt müsste man den Strahl streifend auf die BlueRay auftreffen lassen. Da 640nm Wegunterschied etwas über 632nm liegen, könnte das Experiment sogar eben so klappen (es klappt ich hab's probiert).