



Versuch P2-11: Polarisation und Doppelbrechung

Raum F1-14

Bei diesem Versuch wird verschieden polarisiertes Licht hergestellt und dann untersucht bzw. angewandt. Dabei lernen Sie Interferenzerscheinungen mit polarisiertem Licht und deren Verwendung bei der Untersuchung von Kristalleigenschaften und der Materialbeanspruchung kennen. Das Farbenspiel bei diesen Experimenten zu beobachten, ist faszinierend. Bei quantitativen Untersuchungen ersetzen Sie allerdings das Auge durch einen Halbleiter-Fototransistor. Für den Aufbau eines sinnvollen optischen Systems sind Erinnerungen an die 'Geometrische Optik' erforderlich.

Aufgaben:

0. Gemeinsamer Demonstrationsversuch: Schicken Sie Licht durch ein Wasserglas. Beobachten Sie von der Seite und von oben das Streulicht mit einem Polarisationsfilter. Welche Eigenschaften hat das Licht aus der Halogenlampe? Welche Eigenschaften hat das Streulicht?

1. Stellen Sie Licht mit besonderen Polarisations-eigenschaften her und messen Sie dann die Intensitätsverteilungen hinter einem Analysator in Abhängigkeit von seiner Stellung:

- **linear** polarisiertes Licht (Polarisationsfilter),
- **elliptisch** polarisiertes Licht (Ausnutzung der Doppelbrechung von Glimmerplättchen),
- **zirkular** polarisiertes Licht (passend ausgesuchtes Plättchen).

Für die Auftragung sind Polarkoordinaten besonders geeignet. Glimmer ist optisch zweiachsig. Es gibt zwei außerordentliche Strahlen, deren Phasengeschwindigkeiten unterschiedlich sind und deren Polarisationsrichtungen senkrecht aufeinander stehen.

Frage: Bei welcher der Teilaufgaben ist weißes Licht, bei welcher monochromatisches Licht (Interferenzfilter!) zweckmäßig? Gründe? Überlegen Sie sich ein möglichst günstiges optisches System. Die Amplituden der beiden außerordentlichen Strahlen im Glimmer müssen gleich sein.

Wie verändert sich die Ausgangsintensität, wenn ein Glimmerplättchen zwischen gekreuzten Polarisatoren gedreht wird? Überlegen Sie sich im Voraus ein Verfahren für eine solche Einstellung. Bauen Sie das optische System sorgfältig auf, d.h. die Mitten der Elemente auf einer Achse und die Elemente-Ebenen senkrecht zur Strahlachse. Erläutern Sie das Zustandekommen der elliptischen Polarisation, speziell der zirkularen. (Damit ist nicht ein atomistischer Deutungsversuch für die Materialeigenschaft Doppelbrechung gemeint.) Beachten Sie die relativ große Dicke der Glimmerplättchen, die Phasenunterschiede von mehr als 2π bewirken kann.

2. Bestimmen Sie die Differenz der Brechungsindizes des elliptisch polarisierten Lichts für die beiden außerordentlichen Strahlen.

Verwenden Sie apparative Daten sowie die gemessenen Intensitätsverteilung im Falle elliptisch polarisierten Lichts aus Aufgabe 1.

3. Beobachten Sie die in polarisiertem Licht an Glimmerplättchen und 'Klebefilmbildern' auftretenden Farben und Farbänderungen bei der Drehung des Analysators.

Projizieren Sie dazu das Bild des Gegenstandes auf die Wand. Erläutern Sie das Zustandekommen dieser Effekte eingehend. Stellen Sie selbst 'Klebefilmbilder' aus verschiedenen dicken Schichten von Tesafilm auf einem Diaglas her und untersuchen Sie diese. Welche Eigenschaft von Tesafilm müssen Sie zur Erklärung annehmen?

4. Demonstrieren Sie die Spannungsdoppelbrechung an verschiedenen Plexiglasmodellen und diskutieren Sie Ihre Beobachtungen.

Verspannen Sie die Modelle nicht zu stark, da diese recht leicht zerbrechlich sind.

Stichworte:

Elektromagnetische Welle, Arten von Polarisation, Verfahren zur Erzeugung polarisierten Lichts (Streuung, Reflexion, Dichroismus, Doppelbrechung), optische Achse(n), Hauptschnitt, Arten von Polarisatoren, Spannungsdoppelbrechung, optische Eigenschaften der Kristalle, optische Aktivität, Brechungsgesetz bei Doppelbrechung in Kalkspat und in Glimmer, Phasengeschwindigkeiten, Phasenverschiebungen, Dispersion der Doppelbrechung.

Ist Sonnenlicht polarisiert? Warum benutzen Fotografen manchmal Polfilter?

Zubehör:

Halogen-Glühlampe mit integriertem Kondensor und Spannungsversorgung,
Interferenzfilter $\lambda = (630 \text{ nm; am Versuchsaufbau überprüfen!})$,
zwei Polarisationsfilter (Polarisationsfolien in Fassung, drehbar mit Skala),
ein drehbarer Objekt-Halter mit Winkelskala,
 $\lambda/4$ -plättchen verschiedener - jeweils nicht ganz einheitlicher - Dicke,
'Klebefilmbilder' (Parallelstreifen und Katzenkopf), Tesafilm, Diagonalgläser,
ein Satz Plexiglasmodelle für die Spannungsdoppelbrechung,
Linse $f = 15\text{cm}$ oder 10cm ,
Irisblende,
Fototransistor in Rundfassung mit 5V-Netzteil,
Tischmultimeter (GW-Instek GDM-8245),
Zeiss-Schiene mit Reitern,
Taschenlampe.

Literatur:

Bergmann-Schäfer: Experimentalphysik, Bd.3, Optik
Kleber: Einführung in die Kristallographie
Gerthsen: Physik
Pohl: Optik und Atomphysik
Hecht oder Hecht, Zajac: Optics oder Optik