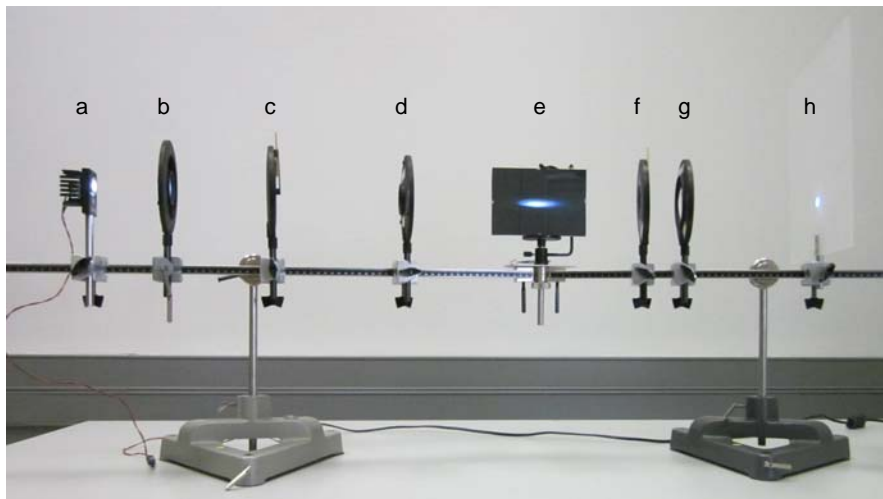


Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

Versuch 18c: Polarisation des Lichts durch Reflexion an einer Glasplatte



- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| a: LED-Leuchte | e: Glasscheibe |
| b: Linse $f = +100$ mm | f: Polarisationsfilter (Analysator) |
| c: Irisblende | g: Linse $f = +150$ mm |
| d: Linse $f = +200$ mm | h: Durchscheinender Schirm |

1. Versuchsziele

Experimentelle Bestimmung des Brewsterwinkels mit Hilfe eines Polarisationsanalysators.

2. Theoretische Grundlagen

Die Polarisierbarkeit des Lichtes ist ein wichtiger Beleg für die transversale Natur der Lichtwellen. Natürliches Licht ist unpolarisiert. Es besteht aus voneinander unabhängigen, ungeordneten Wellenzügen, von denen jeder einzelne einen bestimmten Polarisationszustand hat. Die Auswahl von Wellenzügen mit einem bestimmten Polarisationszustand bezeichnet man als Polarisation des Lichts.

Im Versuch wird unpolarisiertes Licht an einer Glasoberfläche reflektiert. Bei der Betrachtung durch einen Analysator stellt sich heraus, dass das reflektierte Licht zumindest teilweise polarisiert ist. Die Polarisation ist maximal, wenn die Reflexion unter dem Brewsterwinkel $\tan \alpha_p$ erfolgt. Aus der Beziehung

$$\tan \alpha_p = n \quad (1)$$

enthält man die Brechzahl n des Glases.

Erzeugung von polarisiertem Licht:

Natürliches Licht, welches auf eine Glasoberfläche fällt, ist nach der Reflexion teilweise polarisiert und zwar so, dass die E-Vektoren, die senkrecht zur Einfallsebene schwingen, dominieren. Das reflektierte Licht ist vollständig polarisiert, wenn der Einfallswinkel so gewählt wird, dass der reflektierter und der gebrochene Strahl aufeinander senkrecht stehen. Die Schwingungsrichtung ist dabei senkrecht zur Einfallsebene.

Nach Abb.1a sowie Abb.1b ist der erforderliche Einfallswinkel α_p , welcher als Polarisationswinkel oder Brewsterwinkel bezeichnet wird, ableitbar:

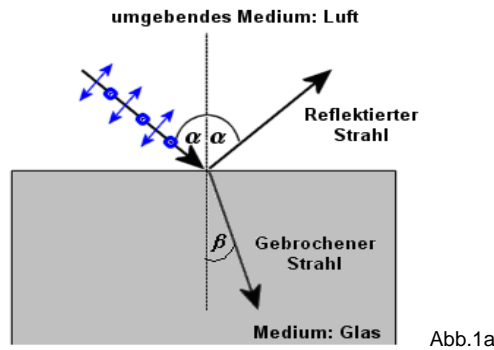


Abb.1a

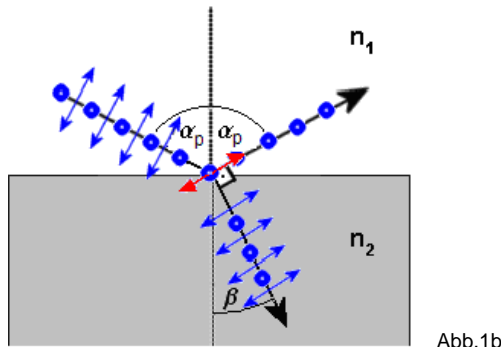


Abb.1b

Zur Erklärung des Brewsterschen Gesetzes wird in Abb.1 ein beliebiger E-Vektor des einfallenden natürlichen Lichtes in zwei Komponenten zerlegt, wobei E_{\perp} senkrecht zur Einfallsebene, E_{\parallel} parallel zur Einfallsebene schwingt. Die ins Glas eindringende elektromagnetische Welle regt die Elektronen des Glases zu erzwungenen Schwingungen an, die dann ihrerseits nach den Maxwell'schen Gleichungen elektromagnetische Wellen abstrahlen. Die Abstrahlcharakteristik ist wie bei einer linearen Antenne so geartet, dass in der Schwingungsrichtung nichts abgestrahlt wird (siehe Abb.1b), während senkrecht zur Schwingungsrichtung die Abstrahlung maximal ist (siehe Abb.1a). Der gebrochene Strahl enthält vorwiegend Feldvektoren, die in der Einfallsebene schwingen. Lässt man ihn durch einen Stapel von Glasplatten fallen, dann ist das durchgehende Licht praktisch vollständig parallel zur Einfallsebene polarisiert.

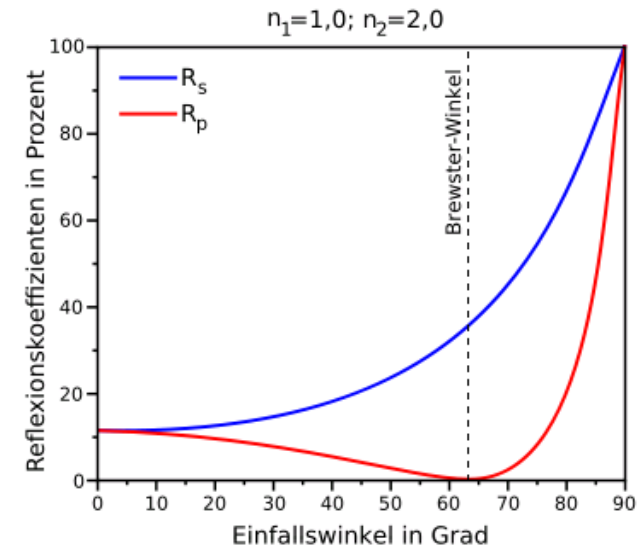


Abb. 2: Reflexionskoeffizient in Abhängigkeit des Einfallswinkels

3. Versuchsaufbau

Geräteliste

2	kleine Optische Bank	460 43
2	Großer Stativfuß, V-förmig	300 01
7	Leybold-Muffen	301 01
1	Drehgelenk mit Winkelskala	460 40
1	Prismentisch	460 25
1	LED-Leuchte mit Stromquelle	
1	Irisblende	460 26
1	Linse in Fassung, $f = 100$ mm	460 03
1	Linse in Fassung, $f = 150$ mm	460 08
1	Linse in Fassung, $f = 200$ mm	460 04
2	Polarisationsfilter	472 40
1	Durchscheinender Schirm	441 53
1	Glasscheibe mit schwarzem Hintergrund oder 90° Prisma	

Den Versuch entsprechend der Abbildung auf der Titelseite dieser Versuchsanleitung aufbauen:

- Die Optischen Bänke auf Standfüße montieren, waagrecht auf gleiche Höhe ausrichten und mit Hilfe des Drehgelenkes mit aufgesetztem Winkelmesser verbinden. Den Prismentisch in das Drehgelenk stecken.
- Die LED-Leuchte 10 cm vom linken Ende der Optischen Bank befestigen und mit der Stromversorgung für LED verbinden.
- Die Linse ($f = 100$ mm) in einem Abstand von ca. 10 cm vor der LED-Leuchte positionieren.
- Die Irisblende in einem Abstand von ca. 15 cm hinter der Linse positionieren.
- Die Linse ($f = 200$ mm) in einem Abstand von ca. 20 cm hinter der Irisblende befestigen.
- Die Linse ($f = +150$ mm) in einem Abstand von ca. 20 cm hinter dem Drehgelenk positionieren.
- Das Polarisationsfilter in einem Abstand von ca. 6 cm vor der Linse montieren. Das Polarisationsfilter enthält einen Winkelmesser und übernimmt die Funktion eines Analysators.
- Den durchscheinenden Schirm in einem Abstand von ca. 15 – 20 cm hinter der Linse auf der Optischen Bank montieren.

4. Versuchsdurchführung

- Zunächst ohne Prisma oder Glasscheibe die beiden optischen Bänke in einer Linie aufstellen und die optischen Komponenten in Höhe und Position so ausrichten, dass auf dem durchscheinenden Schirm ein Lichtpunkt von ca. 1 - 2 cm Durchmesser abgebildet wird.
- Nun die beiden optischen Bänke in einem Winkel von 90° gegeneinander ausrichten.
- Das 90° Prisma (oder die Glasscheibe) so auf dem Prismentisch befestigen, dass der Lichtstrahl wieder durch den Analysator auf den Schirm trifft. In dieser Position die Pfeile auf 45° bzw. 90° auf der Winkelskala des Drehgelenks entsprechend Abb. 2 drehen.

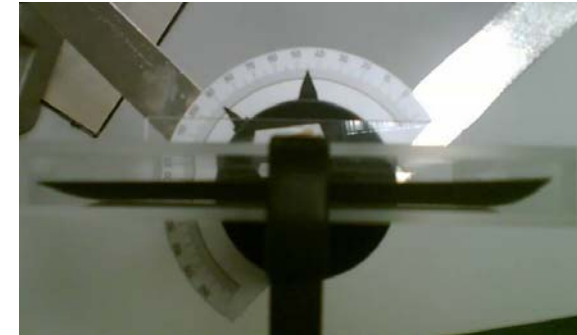


Abb. 3: Drehgelenks mit Winkelskala

- Bestimmen sie den Brewsterwinkel indem sie den Einfallswinkel des Lichts auf die Glasfläche variieren. Hierzu schrittweise den Winkel zwischen den optischen Bänken verändern und jeweils die auf den durchscheinenden Schirm treffende Lichtintensität für Analysatorstellungen von 0° und 90° beobachten.

Hierbei muß nach jeder Winkelverstellung der Prismentisch mit der Glasfläche so gedreht werden, dass der Lichtstrahl wieder durch den Analysator auf den Schirm trifft.

Diesen Vorgang so lange wiederholen, bis die Lichtintensität bei einer Analysatorstellung von 90° minimal wird. Dieser Winkel wird als Brewsterwinkel bezeichnet.

5. Auswertung

- Leiten Sie die Beziehung $\tan \alpha_p = n$ anhand des Brechungsgesetzes her.
- Berechnen Sie den Brechungsindex des verwendeten Glaskörpers.

Literatur

- [1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch
- [2] Eichler, Kronfeld, Sahn: Das Neue Physikalische Grundpraktikum, Springer-Lehrbuch
- [3] Geschke: Physikalisches Praktikum, Teubner