

O5 POLARIMETRIE

PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN

Grundbegriffe: *Transversalwelle, Doppelbrechung, lineare und zirkulare Polarisation, Polarisationsapparat, optische Aktivität.*

Elektromagnetische Wellen sind Transversalwellen; es schwingen das elektrische Feld mit der Feldstärke \vec{E} und das magnetische Feld mit der Feldstärke \vec{H} senkrecht zueinander und beide wiederum schwingen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Die durch die Schwingungsrichtung

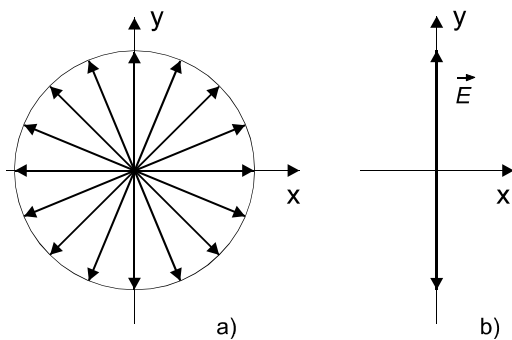


Abb. 1 POLARISATION

der elektrischen Feldstärke \vec{E} und die Ausbreitungsrichtung der Welle aufgespannte Ebene heißt Schwingungsebene. Auch Licht ist eine elektromagnetische Welle. Aufgrund der Emissionsakte vieler einzelner Atome treten im statistischen Mittel im natürlichen Licht (Abb. 1a) alle Schwingungsebenen auf. Licht, das nur eine einzige Schwingungsebene aufweist, bezeichnet man als linear polarisiertes Licht (Abb. 1b). Durch Reflexion (Brewstersches Gesetz), Doppelbrechung (Nicol-

sches Prisma) oder Absorption (dichroitische Kristalle) kann linear polarisiertes Licht erzeugt werden. Optisch aktive Stoffe (z. B. Quarz, Zuckerlösung) besitzen die Eigenschaft, beim Durchgang von linear polarisiertem Licht die Schwingungsebene zu drehen, wobei je nach Stoff bzw. Kristallaufbau die Drehrichtung unterschiedlich sein kann. Bei festen Stoffen ist der Drehwinkel α proportional zur durchstrahlten Schichtdicke d

$$\alpha = \alpha' d, \quad (1)$$

wobei α' spezifisches Drehvermögen heißt, das von der Wellenlänge, der Temperatur und der Schnittlage im Kristall abhängt. Bei Lösungen ist der Drehwinkel α proportional zur Schichtdicke d und zur Konzentration c

$$\alpha = \alpha_0 d c / 100, \quad (2)$$

wobei α_0 spezifische Drehung heißt. Für diese spezifischen Größen sind meist noch vom SI abweichende Einheiten gebräuchlich:

Einheit für α' : Grad/mm

Einheit für α_0 : Grad $\text{cm}^3/\text{g dm}$, weil als Einheit für d „dm“ und für c „ $\frac{\text{g}}{100\text{cm}^3}$ “ gewählt wird.

Das Polarimeter (Abb. 2) ist ein Gerät zur Bestimmung des Drehwinkels optisch aktiver Stoffe. Es besteht aus einer Beleuchtungseinrichtung B (Na-Spektrallampe und Kollimatorlinse), deren paralleles Licht auf den Polarisator trifft, in dem es polarisiert wird.

Es passiert den drehbaren Analysator A, dessen Stellung an einer Winkelskala abgelesen wird. Mit einem Fernrohr F wird das austretende Licht beobachtet. Man beobachtet, wenn die

Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator parallel stehen, maximale Helligkeit, wenn sie senkrecht aufeinander stehen (gekreuzt), minimale Helligkeit. Bringt man zwischen Polari-

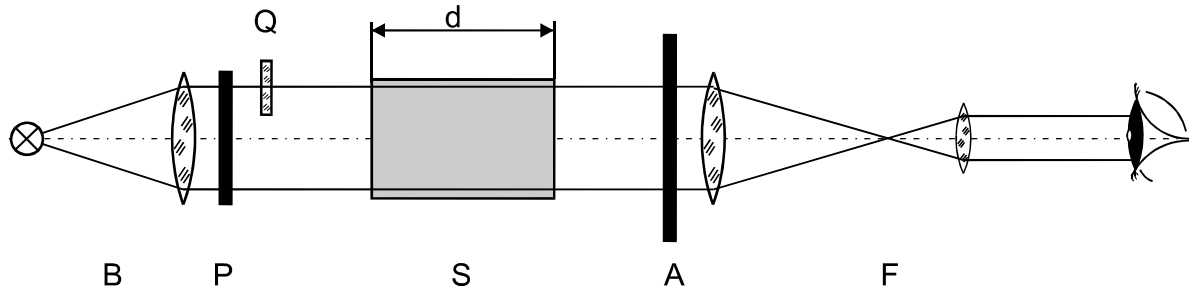


Abb. 2 AUFBAU EINES POLARIMETERS

sator und Analysator einen optisch aktiven Stoff, dann wird die Schwingungsebene gedreht, d. h. auch bei gekreuzter Stellung von Polarisator und Analysator ist die Helligkeit kein Minimum. Erst wenn der Analysator um den Drehwinkel α des optisch aktiven Stoffes gedreht wird, ergibt sich wieder ein Helligkeitsminimum.

AUFGABEN

1. Messung des Drehwinkels an 4 Quarzplatten bekannter Dicke d und Ermittlung des spezifischen Drehvermögens (Gl. (1)) von Quarz aus der grafischen Darstellung α über d .
2. Messung des Drehwinkels für verschiedene Rohrzuckerlösungen bekannter Konzentration und Ermittlung der spezifischen Drehung (Gl. (2)) aus der grafischen Darstellung $\frac{\alpha}{d \cdot c} \cdot 100$ über $d \cdot c$.
3. Abschätzung der Messunsicherheit für den größten und den kleinsten $d \cdot c$ - Wert und Eintragung in die grafische Darstellung aus Aufgabe 2.

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Alle Messungen werden bei Zimmertemperatur mit einer Na-Spektrallampe durchgeführt ($\lambda = 589 \text{ nm}$). Vor Beginn des Versuches wird mit Hilfe der gerändelten Okularhülse auf die Trennlinien im Gesichtsfeld scharf eingestellt. Vor und nach jeder Messung erfolgt die Nullpunktbestimmung (ohne Messprobe). Die Einstellung des Gesichtsfeldes auf minimale Helligkeit ist schwierig, weil das Auge ein schlechtes Erinnerungsvermögen für Leuchtdichten hat. Empfindlicher reagiert das Auge, wenn die Leuchtdichte nebeneinander liegender Flächen verglichen wird. Durch eine Quarzplatte Q wird das Gesichtsfeld in drei Bereiche geteilt, die beiden äußeren Bereiche sind in gleicher Weise polarisiert, während die Schwingungsebene des mittleren Bereiches um einen kleinen Winkel dagegen gedreht ist. Beim Drehen des Analysators zeigen die zwei äußeren Bereiche immer die gleiche Veränderung der Helligkeit, während der mittlere Bereich sich in entgegengesetzter Richtung ändert. Die Einstellung des Analysators

erfolgt stets so, dass alle drei Bereiche gleiche Helligkeit haben, also die Trennlinien zwischen den Bereichen nicht mehr sichtbar sind. Die Einstellung auf gleiche Helligkeit der Bereiche ist in zwei um 90° gegeneinander verschobenen Einstellungen möglich. In der helleren Einstellung ist die Empfindlichkeit sehr gering, in der dunkleren Einstellung ändert sich die Helligkeit der Bereiche rasch in entgegengesetztem Sinne; diese wird für die Messung benutzt.

FRAGEN

1. Man mache sich die Wirkungsweise einer Polarisationsfolie oder eines Nicolschen Prismas klar.
2. Was für polarisiertes Licht entsteht, wenn man zwei senkrecht zueinander linear polarisierte Wellen überlagert? Die Phasendifferenz sei Null.
3. Wie erzeugt man zirkular polarisiertes Licht? Wie unterscheidet man dieses von natürlichem Licht?