

O3 Polarisation

Grundlagen

Licht als eine transversale elektromagnetische Wellenerscheinung ist durch die untrennbar miteinander verknüpften elektrischen und magnetischen Anteile der jeweiligen Felder charakterisiert. Dabei stehen die beiden Feldanteile senkrecht aufeinander. Die Ebene, in der der Vektor der elektrischen Feldstärke schwingt, wird als Schwingungsebene bezeichnet. Der magnetische Anteil oszilliert ebenfalls in einer dazu senkrechten Ebene, die Polarisationssebene genannt wird. Trifft Licht auf die Atome in dielektrischen Stoffen, werden diese fast ausschließlich durch die elektrische Feldstärke polarisiert und führen selbst Schwingungen in der Richtung des elektrischen Feldes aus. Liegt die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtstrahls in der Einfallsebene, aufgespannt durch die Richtung des Lichtstrahls und das Einfallslot, schwingen die Dipole im Dielektrikum ebenfalls in dieser Ebene. Da sie in ihrer Schwingungsrichtung kein Licht aussenden können, wenn der Winkel zwischen reflektiertem und gebrochenem Strahl 90° beträgt, kein Licht reflektiert werden. Gemäß dem Brechungsgesetz ist das gerade unter der Bedingung

$$\tan \alpha_P = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

der Fall. Der Einfallswinkel α_P ist der Brewsterwinkel für das Medium und n_1 bzw. n_2 die Brechzahlen der beteiligten Medien.

Natürliches Licht besteht aus vielen einzelnen, jeweils in zufälliger Richtung schwingenden Wellenzügen. Alle Schwingungsrichtungen sind im Mittel gleichmäßig vertreten. Jedoch kann jede willkürliche Schwingungsrichtung in eine parallel und eine senkrecht zur Einfallsebene schwingende Komponente zerlegt werden. Trifft ein solcher Lichtstrahl unter dem Brewsterwinkel α_P auf, fehlen im reflektierten Lichtstrahl alle parallel zur Einfallsebene schwingenden Anteile, so dass im reflektierten Licht nur noch senkrecht ausgerichtete Anteile vorhanden sind. Der reflektierte Lichtstrahl ist vollständig polarisiert.

Optisch aktive Stoffe haben die Eigenschaft, die Schwingungsrichtung des durch sie hindurchgehenden Lichtes zu drehen. Je nachdem, ob die Drehung im Uhrzeigersinn oder entgegengesetzt erfolgt¹, spricht man von rechts- bzw. linksdrehenden Substanzen. Entsprechend des spezifischen Drehvermögens Ψ und der Dicke d der durchstrahlten Substanz sowie bei wässrigen Lösungen der Konzentration² c der gelösten Substanz, gilt

$$\varphi = \Psi cd. \quad (2)$$

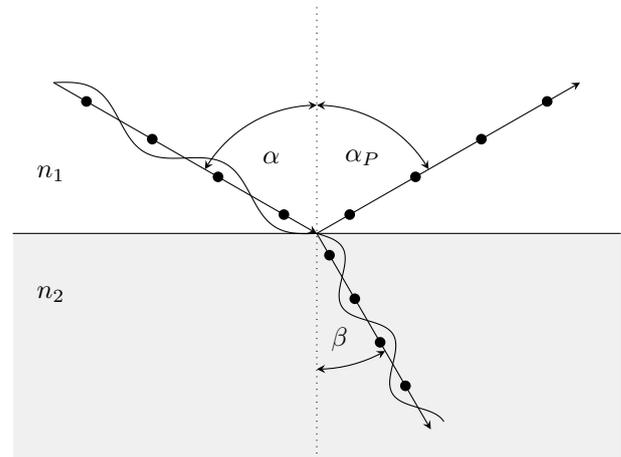


Abbildung 1: Polarisation durch Reflexion. Der Winkel zwischen gebrochenem und reflektiertem Strahl beträgt 90° . Die eingezeichnete, in der Einfallsebene schwingende Lichtwelle kann nicht reflektiert werden, da deren Schwingungsrichtung in Richtung des Reflexionswinkels liegt. Die durch Punkte angedeuteten, senkrecht zur Einfallsebene schwingenden Lichtwellen werden reflektiert.

¹Blickrichtung in den Lichtstrahl

²Masse der gelösten Substanz pro Volumen der Lösung

Versuchsvorbereitung

- Was sind Transversal- bzw. Longitudinalwellen? Geben jeweils ein Beispiel an!
- Skizzieren Sie den Verlauf von elektrischem und magnetischem Feld einer elektromagnetischen Welle. Kennzeichnen Sie die Schwingungsebene bzw. die Schwingungsrichtung!
- Polarisierung durch Doppelbrechung
- Leiten Sie das Brewstergesetz (1) her!
- Anwendungen mit polarisierten elektromagnetischen Wellen

Aufgaben

- Messen Sie mehrfach den Brewsterwinkel von Plexiglas! Berechnen Sie den zufälligen Fehler!
- Berechnen Sie aus dem gemessenen Brewsterwinkel den Brechungsindex des Plexiglasses!
Bestimmen Sie den Fehler des Brechungsindex!
- Bestimmen Sie das spezifische Drehvermögen von Zucker durch Messung der Drehung der Schwingungsrichtung in Zuckerlösungen verschiedener Konzentration und Schichtdicken!
Führen Sie eine Fehlerschätzung durch!