

Integrierter Kurs Physik III Exp.-Teil, Optik und Thermodynamik WS 10/11

Prof. G. Maret, Dr. P. Keim

Übungsblatt Nr. 4,

Ausgabedatum: 15.11.2010

Abgabedatum: Mo 22.11.2010 in der Vorlesung

Besprechung: Mi 24.11.2010 in den Übungsgruppen

Aufgabe 10: Polarisatoren

- a) Suchen und beschreiben Sie die Funktionsweisen folgender Polarisationsfilter, diskutieren Sie insbesondere die Unterschiede.
1. Plastik Polarisationsfolie
 2. Wollstone Prisma
 3. Glan Thompson Prisma
 4. Glan Foucault Prisma
 5. Senarmont Prisma
 6. Rochon Prisma
- b) Welche Rolle spielt die Wellenlänge des Lichts in den Fällen 1) - 6)?

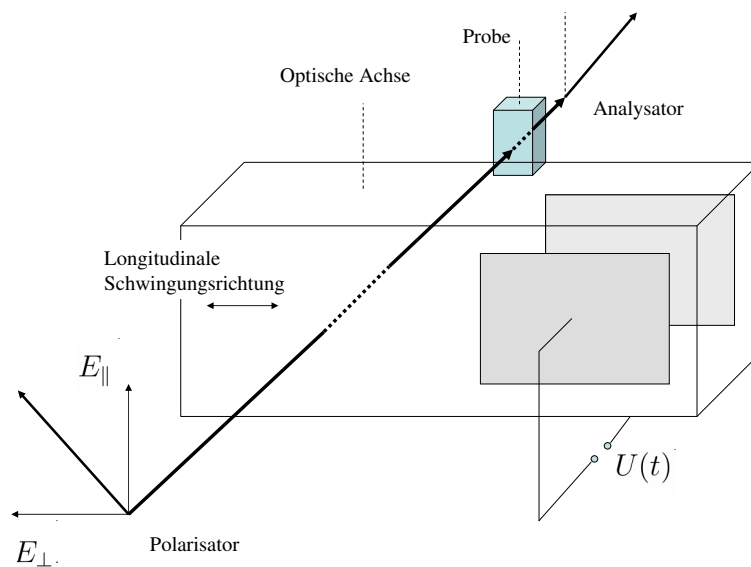
Aufgabe 11: Doppelbrechung

- a) Induzierte Doppelbrechung - Kerr-Effekt
Zwischen zwei gekreuzten und um 45° gegen die optische Achse verkippten Polarisatoren ist eine Kerr-Zelle angebracht. Welche Spannung (senkrecht zur Strahlrichtung) muss an die beiden Elektroden angelegt werden, um mit einem Detektor hinter dem System maximale Intensität messen zu können, wenn das System durchleuchtet wird und die Kerr-Zelle mit Nitrobenzol gefüllt ist? Kerr-Zelle: Länge 5 cm , Höhe (= Abstand der Elektroden) 3 mm . Kerr-Koeffizient Nitrobenzol (bei 546 nm): $2,44 \cdot 10^{12}\text{ m/V}^2$
- b) LCD-Display und optische Diode
Welche Anforderungen sind an Flüssigkristall-Displays zu stellen? Vergleichen Sie die Resultate mit der Schaltspannung aus a). Was ändert sich, wenn hinter dem Polarisationsfilter (an die Stelle des Detektors) ein Spiegel gebracht wird? Ersetzen Sie die Kerr-Zelle durch eine magnetooptische Substanz (Faraday-Effekt) und konstruieren Sie eine optische Diode.
- c) Optische Aktivität (zirkulare Doppelbrechung)
Die Kerr-Zelle aus a) wird nun mit Wasser gefüllt. Darin wird Traubenzucker (D-Glucose) im Verhältnis $1 : 100$ gelöst. Welche Intensität wird bei Durchleuchten des Systems am Detektor

gemessen? D-Glucose in $H_2O(1 : 100)$: $\gamma(20^\circ C; 589 \text{ nm}) = 0,525^\circ/mm$. Mit diesem Verfahren kann der Dextrose-Gehalt z.B. in Wein bestimmt werden.

Aufgabe 12: Empfindliche Messung von Doppelbrechung
(schriftlich abzugeben)

Ein photoelastischer Modulator (PEM) ist ein piezoelektrischer Quarzkristall, bei dem durch Anlegen einer Wechselspannung $U(t)$ bei $\nu = 50 \text{ KHz}$ eine zeitlich modulierte stress-optische Doppelbrechung erzeugt wird. Die optische Achse liegt senkrecht zur Durchstrahlrichtung des monochromatischen Lichts der Wellenlänge λ . Wir bringen diesen Modulator zwischen zwei gekreuzte lineare Polarisatoren, die unter ± 45 Grad zur optischen Achse stehen. Die Transmission dieser Anordnung ist gegeben durch $T = \sin^2(\Delta\phi/2)$, mit der Phasenverschiebung $\Delta\phi = adU(t)/\lambda$ zwischen den Komponenten E_{\parallel} und E_{\perp} zur optischen Achse. d ist die Dicke des Modulators und a eine materialspezifische Konstante, die die Stärke des Piezoeffekts und die Größe des stressoptischen Koeffizienten widerspiegelt.



- Geben Sie den zeitlichen Verlauf $T(t)$ für kleine Modulationsspannung, d.h. Modulationshub $\Delta\phi_{PEM} \ll \pi$ des PEM an. Diskutieren Sie qualitativ (ohne Rechnung) das Frequenzspektrum von $T(t)$ bei höheren $\Delta\phi_{PEM} (\approx \pi)$.
- Wie ändert sich $T(t)$ wenn jetzt eine doppelbrechende Probe der Schichtdicke d_p mit $\Delta\phi_p = 2\pi\Delta n_p d_p/\lambda$ mit der opt. Achse parallel zur o.A. des Modulators eingebracht wird? Geben Sie die Beziehung zwischen $T(t)$ und $\Delta\phi_p$ an. Wieso ist diese Methode prinzipiell empfindlicher als die konventionelle Messung $\Delta\phi_p$ durch Messung von T ohne Modulator?
- Gute gekreuzte Polarisatoren haben ein Extinktionsverhältnis von 10^{-5} und der zur Messung von T verwendete Detektor habe ein Rauschen von 10^{-7} . Schätzen Sie die Messauflösung für $\Delta\phi_p$ und Δn_p für $d_p = 1 \text{ cm}$, $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ zunächst für den Fall ohne Modulator ab. Dann mit Modulator, der bei einer Amplitude $adU_o/\lambda = \pi/2$ betrieben wird.

6 Punkte