

---

# Probeklausur zur Experimentalphysik 3

Prof. Dr. L. Oberauer, Prof. Dr. L. Fabbietti

Wintersemester 2013/2014

9. Dezember 2013

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

## Aufgabe 1 (3 Punkte)

Berechnen Sie die Fouriertransformierte  $E(\omega)$  einer Gaußschen Funktion  $E(t) = e^{(-\frac{t^2}{2\sigma^2})}$ .

*Hinweis:*  $\int_0^\infty e^{-at^2} \cos(xt) dt = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}} e^{-\frac{x^2}{4a}}$

## Aufgabe 2 (4 Punkte)

Eine Lichtwelle hat die Frequenz  $\nu = 4 \cdot 10^{14} \text{Hz}$  und die Wellenlänge  $\lambda = 500 \text{nm}$ .

- Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der Welle?
- Welchen Wert hat der Brechungsindex  $n$  des Mediums, in dem sich die Welle ausbreitet?
- Wie groß wären die Frequenz  $\nu_0$  und die Wellenlänge  $\lambda_0$  im Vakuum?
- Erklären Sie anschaulich den Unterschied zwischen Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit.

## Aufgabe 3 (7 Punkte)

Gelbes Licht hat in Luft die Wellenlänge  $600 \text{nm}$ . Ein Strahl dieses Lichts trifft unter einem Einfallswinkel  $\alpha = 64,15^\circ$  auf eine planparallele Glasplatte der Dicke  $d = 3,0 \text{cm}$ . Der Brechungswinkel im Glas ist  $\beta = 36,87^\circ$ .

- Skizzieren Sie den Verlauf eines Lichtstrahls, der die Glasplatte durchsetzt und auf der anderen Seite austritt. Bezeichnen Sie die auftretenden Winkel.
- Bestimmen Sie die Frequenz und die Wellenlänge des gelben Lichtes in Glas.
- Bestimmen Sie die Ablenkung  $s$ , um die ein Lichtstrahl nach Durchgang durch die Glasplatte gegen seine geradlinige Ausbreitung verschoben ist.

- (d) In einer zweiten Versuchsanordnung soll der Lichtstrahl nach dem Durchgang durch die Glasplatte in das Medium Wasser übertreten (Brechungsindex Wasser  $n_W = 1,3$ ).

Skizzieren Sie in einem zweiten Diagramm den Verlauf eines Lichtstrahls und berechnen Sie den Brechungswinkel  $\gamma$  beim Übergang von Glas nach Wasser.

#### Aufgabe 4 (4 Punkte)

Unpolarisiertes Licht der Intensität  $I_0 = I_{0\parallel} + I_{0\perp}$  fällt unter dem Brewster-Winkel auf eine Grenzfläche. Das Reflexionsvermögen  $R_{\perp}$ , also der Anteil der reflektierten, senkrecht zur Einfallsebene polarisierten Intensität betrage  $R_{\perp} = 0,2$ .

Wie groß sind die Polarisationsgrade des reflektierten ( $P_r$ ) und des gebrochenen Lichts ( $P_t$ ), in Abhängigkeit des Polarisationsgrads des eingestrahnten Lichts ( $P_0$ )?

#### Aufgabe 5 (3 Punkte)

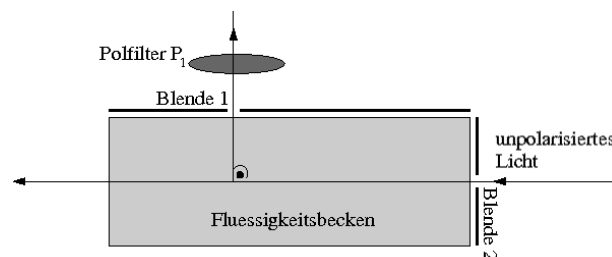
Licht fällt senkrecht auf eine Glasplatte mit dem Brechungsindex  $n = 1,5$ . Der Lichtstrahl wird an beiden Oberflächen gebrochen. Wieviel Prozent der eingestrahnten Energie wird durch die Glasplatte transmittiert? *Hinweis:* Vernachlässigen Sie Mehrfachreflektionen.

#### Aufgabe 6 (4 Punkte)

Ein Lichtstrahl in Flintglas ( $n = 1,655$ ) trifft auf die Glasoberfläche. Außen auf der Glasoberfläche hat eine unbekannte, durchsichtige Flüssigkeit kondensiert. Der Winkel der Totalreflektion an der Glas-Flüssigkeits-Oberfläche beträgt  $53,7^\circ$ .

- Was ist der Brechungsindex der Flüssigkeit?
- Wenn die Flüssigkeit entfernt wird, welchen minimalen Wert hat dann der Winkel der Totalreflektion an der Glas-Luft Fläche?
- Berechnen Sie, ob mit dem Einfallswinkel aus b) in der Konfiguration mit der Flüssigkeit (wie in Aufgabenteil a)) ein Anteil des Strahls transmittiert wird.

#### Aufgabe 7 (6 Punkte)



In einem Experiment wird unpolarisiertes Licht durch eine Blende auf ein mit Flüssigkeit gefülltes Becken geworfen. Senkrecht zu der Einfallsrichtung wird das Streulicht durch einen Polarisationsfilter  $P_1$  beobachtet. Die Durchlassrichtung des Polarisationsfilters  $P_1$  sei  $\theta_1$  (gemessen zur positiven  $z$ -Achse in der  $yz$ -Ebene) und ist veränderbar.

- Bestimmen Sie die Abhängigkeit der beobachteten Intensität vom Winkel  $\theta_1$  nach Durchgang durch den Polarisationsfilter  $P_1$ .
- Nun wird ein weiterer Polarisationsfilter  $P_2$  bei Blende 2 vor das Becken eingebracht. Seine Durchlassrichtung sei zunächst festgehalten bei  $\theta_2 = \pi/2$  (relativ zur positiven  $z$ -Achse in der  $xz$ -Ebene). Bestimmen Sie für diese Anordnung erneut die Abhängigkeit der beobachteten Intensität vom Winkel  $\theta_1$  nach Durchgang durch den Polarisationsfilter  $P_1$ .
- Am Ende wird nun auch der Polarisationsfilter  $P_2$  freigeschaltet, so dass  $\theta_2$  variabel ist. Bestimmen Sie mit den allgemeinen Einstellungen für  $\theta_1$  und  $\theta_2$  die Abhängigkeit der beobachteten Intensität vom Winkel  $\theta_1$  nach Durchgang durch den Polarisationsfilter  $P_1$ .

Geben Sie für alle Ihre Antworten eine kurze, nachvollziehbare Begründung an!

## Aufgabe 8 (5 Punkte)

- Ausgehend von der Gleichung

$$\sin\left(\frac{\alpha + \delta_{min}}{2}\right) = n \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

aus der Vorlesung für die symmetrische Durchstrahlung eines Prismas zeigen Sie, dass für kleine Winkel  $\alpha$  folgt, dass  $\delta \approx (n - 1)\alpha$ .

- Ein Prisma hat einen Brechungsindex von  $n=1.60$  und ist so positioniert, dass einfallendes Licht minimal abgelenkt wird. Finden Sie den minimalen Ablenkwinkel  $\delta_{min}$  für einen Scheitelwinkel  $\alpha = 45^\circ$ .
- Ein Lichtstrahl fällt durch ein Prisma mit Scheitelwinkel  $\alpha = 50^\circ$ . Durch Drehen des Prismas wird der Strahl unterschiedlich stark abgelenkt; das Minimum liegt hier bei  $30^\circ$ . Bestimmen Sie den Brechungsindex des Prismas.
- Ein Lichtstrahl trifft auf einen ebenen Spiegel mit einem Winkel von  $45^\circ$  (siehe Abbildung). Nach der Spiegelung verläuft der Strahl durch ein Prisma mit Brechungsindex  $n=1.50$  und Scheitelwinkel  $\alpha = 4^\circ$ . Um welchen Winkel muss der Spiegel gedreht werden, wenn die Gesamtablenkung  $90^\circ$  betragen soll?

