

---

# Klausur zur Experimentalphysik 3

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

Wintersemester 2013/2014

17. Februar 2014

---

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 (5 Punkte)

Im Folgenden ist die Umgebung jeweils Luft und die optischen Elemente sind aus Glas mit  $n = 1,5$ . Der Radius der Grenzfläche/n ist in allen Fällen 20mm. Berechnen Sie die Lage des gegenstandsseitigen Brennpunkts (gemessen vom Scheitelpunkt der Grenzfläche) für

- eine konvexe sphärische Grenzfläche.
- eine dünne bikonvexe Linse.
- eine dicke bikonvexe Linse ( $d = 30\text{mm}$ ).

Der Gegenstand befinde sich jeweils links von der ersten Grenzfläche.

## Aufgabe 2 (2 Punkte)

Der Abstand Erde-Mond beträgt  $3,844 \cdot 10^5\text{km}$ .

- Bis zu welchen Abstand können Sie zwei Objekte auf der Mondoberfläche mit bloßem Auge unterscheiden (Pupillendurchmesser 4mm,  $\lambda = 550\text{nm}$ )? Nehmen Sie an, dass das Auge mit Luft gefüllt ist.
- Bis zu welchem Abstand können sie zwei Objekte auf der Mondoberfläche mit dem Mt.-Palomar-Teleskop (Spiegeldurchmesser 5m,  $\lambda = 550\text{nm}$ ) unterscheiden?

## Aufgabe 3 (6 Punkte)

Eine punktförmige Lichtquelle beleuchte einen kreisrunden Tisch (Radius 1m). Die Lichtquelle befinde sich direkt über der Tischmitte.

- Bei variabler Höhe der Lampe über dem Tisch, wann wird die Bestrahlungsstärke  $E_e(\text{W/m}^2)$  am Tischrand maximal?
- Wie groß muss bei dieser Anordnung die Leistung  $P$  der Lichtquelle sein, damit die Bestrahlungsstärke an jeder Stelle des Tisches mindestens  $3\text{W/m}^2$  beträgt?

#### Aufgabe 4 (4 Punkte)

Im Folgenden soll ein zylindrischer Plexiglasstab mit polierten Oberflächen umgeben von Luft als Lichtleiter eingesetzt werden. Der Brechungsindex von Plexiglas ist  $n = 1,491$ . Sie wollen den Lichtleiter zur Datenübertragung benutzen. Er soll eine Länge von 1km und einen Durchmesser von 1cm haben. Welche *Baudrate* (Pulse pro Sekunde) können Sie erreichen, wenn Sie annehmen, dass sie Einzelpulse noch identifizieren können, wenn ihr Abstand das Doppelte ihrer Breite ist? Nehmen Sie dazu infinitesimal kurze Pulse am Eingang an.

*Hinweis:* Die Breite der Pulse entsteht durch unterschiedlichen Strahlengänge eines Pulses innerhalb des Lichtleiters.

#### Aufgabe 5 (7 Punkte)

Zwei linear polarisierte elektromagnetische Wellen gleicher Wellenlänge interferieren in einem Punkt  $P$ . Die elektrischen Felder der beiden Wellen sind parallel. Die Wellen haben die Intensitäten  $I_1$  und  $I_2$ . Ihre Phasendifferenz sei  $\theta$ .

- (a) Wie hängt die Gesamtintensität  $I$  von  $I_1$ ,  $I_2$  und  $\theta$  ab?
- (b) Wann wird  $I$  maximal, wann minimal?
- (c) Der Interferenzkontrast ist als

$$K := \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

definiert. Skizzieren Sie den Interferenzkontrast in Abhängigkeit vom Intensitätsverhältnis  $x = I_1/I_2$  der beiden Wellen zwischen 1 und 100.

#### Aufgabe 6 (6 Punkte)

Im Phasenverschiebungs-Plättchen läuft der Lichtstrahl senkrecht zur optischen Achse. Aufgrund der resultierenden Phasenverschiebung zwischen ordentlichem und außerordentlichem Strahl kommt es zur Änderung der Polarisation. Ein monochromatischer Lichtstrahl durchlaufe ein  $\lambda/2$ - bzw. ein  $\lambda/4$ -Plättchen. Wie ist die Polarisation des Lichts nach dem Plättchen, wenn die einfallende Welle

- (a) parallel oder senkrecht zur optischen Achse des Kristalls linear polarisiert ist.
- (b) unter einem Winkel von  $45^\circ$  zur optischen Achse des Kristalls linear polarisiert ist.
- (c) rechtszirkular polarisiert ist.
- (d) unpolarisiert ist.

*Hinweis:* Geben Sie bei linearem Licht den Winkel zur optischen Achse an.

## Aufgabe 7 (4 Punkte)

Zeigen Sie, dass aus dem *Planckschen Strahlungsgesetz* für die spezifische Ausstrahlung eines Lambert Strahlers

$$M_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1}.$$

für kurze Wellenlängen das Wiensche Strahlungsgesetz und für lange Wellenlängen in das Rayleigh-Jeans Strahlungsgesetz folgt.

## Konstanten

Elektrische Feldkonstante:	$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$
Elementarladung:	$e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{C}$
Magnetische Feldkonstante:	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$
Boltzmannkonstante:	$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{JK}^{-1}$
Planck'sche Konstante:	$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{Js}$
Lichtgeschwindigkeit:	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$