

---

# Probeklausur zur Experimentalphysik 3

Prof. Dr. S. Schönert  
Wintersemester 2014/2015  
19. Januar 2015

---

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 A (8 Punkte)

- Mit welchen zwei Konstanten der Elektrostatik bzw. Magnetostatik hängt die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit zusammen? Wie lautet der Zusammenhang?
- Ist der über die Zeit gemittelte Poynting-Vektor abhängig von der Frequenz der EM Welle?
- Nennen Sie ein Phänomen in der Natur, der durch den Strahlungsdruck des Lichts verursacht wird?
- Warum ist die untergehende Sonne rot?
- Was versteht man unter anormaler Dispersion?
- Nennen Sie zwei Methoden um polarisiertes Licht zu erzeugen?
- Nennen Sie zwei Methoden mit denen man die Polarisationsebene drehen kann
- Geben Sie die Farbreihenfolge (rot/blau) des Regenbogens für einen Regenbogen einen Doppelregenbogen an.
- Was für eine Linse benötigt die Brille eines Kurzsichtigen?
- Bei einem verdunstenden Ölfilm auf Wasser wandern die Interferenzringe nach....?
- Nennen Sie zwei Effekte, die sich nicht mit klassischer Optik erklären lassen.

### Aufgabe 1 (5 Punkte)

Ein optisches Glasfaserkabel besteht aus einer dünnen zylindrischen Faser mit dem Radius  $r_f = 1\text{mm}$  und dem Brechungsindex  $n_f = 1,66$ , die von einem dünnen **äußeren** Mantel mit dem Brechungsindex  $n_c = 1,52$  ummantelt ist. Das Kabel befindet sich in Luft mit dem Brechungsindex  $n_0 = 1$ .

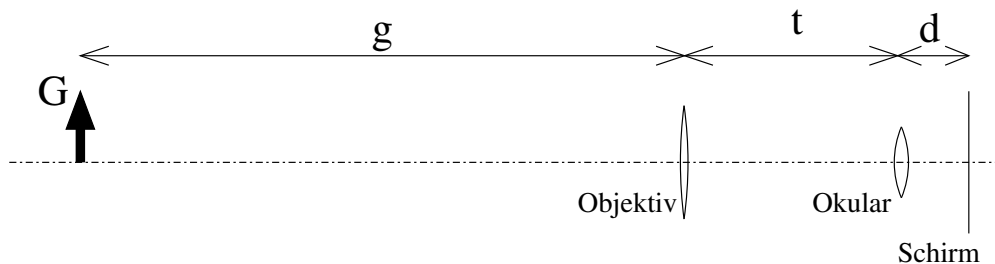
- (a) Berechnen Sie den Einfallswinkel  $\theta_{\max}$ , den das eingekoppelte Licht am Eingang der Faser höchstens haben darf, damit das einmal eingefangene Licht die gesamte innere Faser durchläuft.
- (b) Wie groß ist der minimale Krümmungsradius, bei parallelem Einfall, mit dem man das Kabel biegen darf, ohne dass nennenswerte Lichtverluste in der Faser auftreten?

### Aufgabe 2 (4 Punkte)

Ein linear polarisierte elektromagnetische Welle mit der Vakuumwellenlänge  $\lambda = 589,6\text{nm}$  falle senkrecht auf einen Halbleiter mit dem komplexen Brechungsindex  $\tilde{n} = 1,5 - 0,15i$ .

- (a) Nach welcher Strecke ist die Intensität der eingedrungenen Strahlung auf den  $e^{-1}$ -ten Teil abgesunken?
- (b) Bestimmen Sie die Phasenverschiebung zwischen dem  $\vec{E}$ - und  $\vec{B}$ -Feld im Halbleiter.

### Aufgabe 3 (5 Punkte)

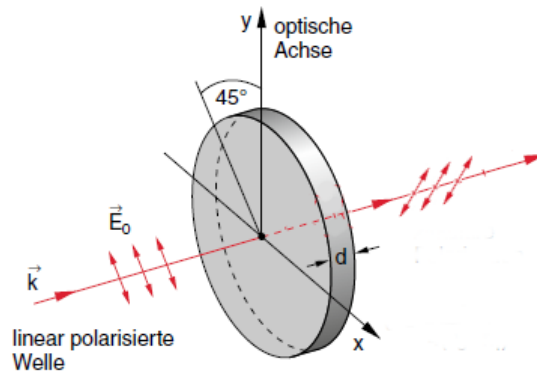


Ein einfaches Fernrohr besteht aus dem Objektiv mit der Brennweite  $f_{\text{Objektiv}} = 400\text{mm}$  und dem Okular mit der Brennweite  $f_{\text{Okular}} = 50\text{mm}$ . Der Abstand zwischen den beiden Linsen beträgt  $t = 450\text{mm}$ .

- (a) Mit dem Fernrohr soll ein Gegenstand **G** betrachtet werden, der sich im Abstand  $g = 50\text{m}$  vor dem Objektiv befindet. An welcher Position befindet sich das Zwischenbild des Objektivs? Ist es reell oder virtuell?
- (b) Wohin bildet das Okular dieses Zwischenbild ab? Ist das resultierende Bild reell oder virtuell?
- (c) Im Abstand von  $d = 25\text{cm}$  hinter dem Okular wird ein Schirm aufgestellt, auf dem der Gegenstand scharf abgebildet werden soll. Welchen Abstand  $t$  zwischen Objektiv und Okular muss man dazu einstellen?

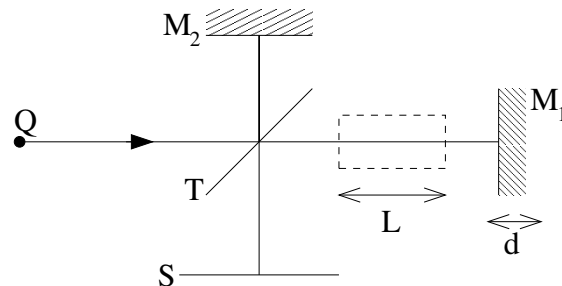
#### Aufgabe 4 (2 Punkte)

Linear polarisiertes Licht der Wellenlänge  $\lambda = 0,589\mu\text{m}$  fällt auf ein Quarz-Plättchen, dessen optische Achse senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtes zeigt. Der Winkel zwischen Polarisationssebene des Lichtes und der optischen Achse beträgt  $45^\circ$ . Die Hauptbrechungsindizes für



Quarz sind  $n_o = 1,5443$  und  $n_{ao} = 1,5534$ . Welche Dicken kann das Quarz-Plättchen allgemein haben, damit die Polarisationssebene um  $90^\circ$  gedreht wird?

#### Aufgabe 5 (3 Punkte)



Gegeben sei ein Michelson Interferometer.

- Die Lichtquelle Q emittiere monochromatische Strahlung der Wellenlänge  $\lambda$ . Auf dem Schirm S beobachtet man eine Verschiebung von 100 Interferenzmaxima, während der Spiegel  $M_1$  um  $d = 0,0316\text{mm}$  verschoben wird. Bestimmen Sie die Wellenlänge  $\lambda$  des Lichtes.
- Zwischen dem Strahlteiler T und dem Spiegel  $M_1$  wird nun eine evakuierte Zelle der Länge  $L = 10\text{cm}$  gestellt. Während des Auffüllens der Zelle mit  $\text{CO}_2$ -Gas bis zum Atmosphärendruck wird das Auftreten von 142 Interferenzmaxima beobachtet. Bestimmen Sie den Brechungsindex von  $\text{CO}_2$  bei Atmosphärendruck.

### Aufgabe 6 (3 Punkte)

Ein Spalt der Breite  $d = 600\mu\text{m}$  wird mit orangem Licht beleuchtet, und man beobachtet das Beugungsbild auf einem Schirm im Abstand 1m hinter dem Spalt. Für welche Ordnung  $n$  fällt das Maximum der  $n$ -ten Ordnung bei der Wellenlänge  $\lambda_1 = 600\text{nm}$  mit dem Minimum  $n$ -ter Ordnung bei der grünen Wellenlänge  $\lambda_2 = 500\text{nm}$  gerade zusammen (d.h. die beiden Wellenlängen sind auflösbar)?

### Aufgabe 7 (6 Punkte)

Ein typischer Laserpointer emittiert rotes Licht mit einer Frequenz  $\nu = 4,48 \cdot 10^{14}$  Hz und hat eine Lichtleistung von 1 mW.

- (a) Welche Wellenlänge  $\lambda$  hat das Laserlicht in Luft und in Wasser ( $n_{\text{Wasser}} = 1,33$ )?
- (b) Wieviele Photonen emittiert der Laser pro Sekunde bei der angegebenen Leistung? Welche Energie hat ein Photon?
- (c) Welche Geschwindigkeit hat ein Elektron, wenn der Laser auf ein Material mit der Austrittsarbeit  $A = 1\text{eV}$  geschossen wird?
- (d) Wieviele Photonen emittiert ein grüner Laserpointer ( $\lambda_{\text{Luft}} = 532\text{ nm}$ ) bei gleicher Leistung pro Sekunde?

### Aufgabe 8 (3 Punkte)

Die Temperatur eines schwarzen Körpers steigt von 1500K auf die Oberflächentemperatur der Sonne von 5800K.

- (a) Um welchen Faktor steigt dabei die Strahlungsleistung?
- (b) Um welchen Faktor ändert sich dabei die den maximalen Energiebeitrag liefernde Wellenlänge?
- (c) Wird diese Wellenlänge kleiner oder größer?

### Konstanten

Elementarladung:	$e = 1,60 \cdot 10^{-19}\text{C}$
Planck'sche Konstante:	$h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{Js}$
Lichtgeschwindigkeit:	$c = 3 \cdot 10^8\text{ms}^{-1}$
Elektronenruhemasse:	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$
Stefan Boltzmann Konstante:	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$