
Klausur zur Experimentalphysik 3

Prof. Dr. S. Schönert
Wintersemester 2014/2015
9. Februar 2015

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

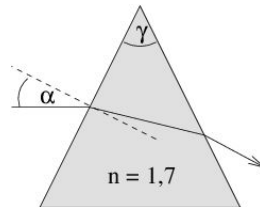
Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe A (8 Punkte)

- (a) Was besagt das Fermatsche Prinzip?
- (b) Wann tritt bei Reflexion an einer Grenzfläche ein Phasensprung auf?
- (c) Wie groß ist die Comptonwellenlänge eines Elektrons?
- (d) In welcher Art von Kristallen tritt Doppelbrechung auf?
- (e) Nennen sie 2 Beugungsphänomene aus dem Alltag.
- (f) Was ist die Fouriertransformierte der Spaltfunktion (Rechteckfunktion)
- (g) Was versteht man unter dem Begriff 'optischer Weg'?
- (h) Wie können sie die Welleneigenschaften von Teilchen demonstrieren?
- (i) Wie verändert sich das Beugungsmuster, wenn Sie die Spaltbreite verringern?
- (j) Wie kann man die Entfernung zum Mond präzise messen?
- (k) Was versteht man unter 'Dispersion'?
- (l) Wie gehören die vier physikalischen Größen paarweise in der Heisenbergschen Unschärferelation zusammen?
- (m) Mit welcher Beobachtung kann man die chemische Zusammensetzung der Sonnenatmosphäre bestimmen?

Aufgabe 1 (5 Punkte)

Auf ein gleichseitiges Prisma mit dem Öffnungswinkel $\gamma = 60^\circ$ aus Flintglas ($n_{\text{Flintglas}} = 1,7$) fällt von der linken Seite ein paralleles Lichtbündel ein. Welche Werte darf der Einfallswinkel α annehmen, damit das Licht auf der rechten Prismenseite wieder austritt? Fertigen Sie eine Skizze mit den relevanten Winkeln an.



Aufgabe 2 (2 Punkte)

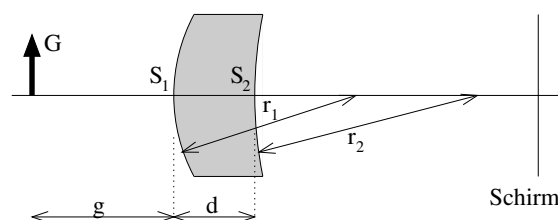
Es werden in einen Glasblock zeitgleich zwei ebene Wellen eingekoppelt, eine Welle $\lambda_1 = 680\text{nm}$ ($n_1 = 1,638$) und eine Welle $\lambda_2 = 430\text{nm}$ ($n_2 = 1,657$). In welchem zeitlichen Anstand verlassen die Wellenfronten beider Wellen das Glas, nachdem sie es 1cm durchlaufen haben?

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Ein linear polarisierter Lichtstrahl falle senkrecht auf eine Wasseroberfläche ($n_W = \frac{4}{3}$). Vernachlässigen Sie Absorption.

- (a) Wie groß sind die Verhältnisse der Amplituden E_r/E_e und E_d/E_e der reflektierten und durchgelassenen elektrischen **Feldstärke** zur einfallenden Feldstärke?
- (b) Wie groß sind die Verhältnisse I_r/I_e und I_d/I_e der reflektierten und durchgelassenen **Intensitäten** zur einfallenden Intensität?

Aufgabe 4 (5 Punkte)



Betrachten Sie die gezeigte dicke Linse mit den Krümmungsradien $r_1 = 200\text{mm}$ und $r_2 = 300\text{mm}$ und der Dicke $d = 20\text{mm}$. Die Linse sei aus einem Glas mit dem Brechungsindex $n = 1,5$.

- (a) Berechnen Sie die Brennweite der Linse und die Lage der Hauptebenen bezüglich des vorderen Scheitelpunktes S_1 .
- (b) Ein Gegenstand G, der sich im Abstand $g = 10\text{m}$ vor der Linse befindet, soll auf einem Schirm scharf abgebildet werden. Wo muss man den Schirm aufstellen?

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Auf einer Wasseroberfläche ($n_{\text{Wasser}} = 1,3$) schwimmt ein dünner Ölfilm ($n_{\text{Öl}} = 1,6$). Das an diesem Ölfilm reflektierte Sonnenlicht erscheint bei Betrachtung unter einem Winkel $\alpha = 45^\circ$ grünlich ($\lambda = 500\text{nm}$).

- (a) Wie dick ist der Ölfilm?
- (b) Welche Wellenlänge wird bei senkrechter Beobachtung ($\alpha = 0^\circ$) bevorzugt reflektiert?
- (c) Gibt es noch andere Winkel, unter denen das grüne Licht auch verstärkt reflektiert wird?

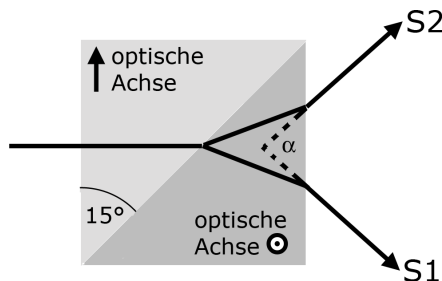
Aufgabe 6 (3 Punkte)

Die Decke eines Saals ist mit schalldämmenden Platten versehen, in denen sich kleine Löcher befinden. Der Abstand der Löcher beträgt 6mm.

- (a) Aus welcher Entfernung kann man bei einer Lichtwellenlänge von 500nm die Löcher gerade noch einzeln erkennen? Setzen Sie den Pupillendurchmesser zu 5mm an.
- (b) Kann man die Löcher bei rotem oder violetterem Licht aus größerer Entfernung besser unterscheiden?

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Zwei Prismen aus Kalkspat, die so geschnitten sind, dass die optische Achse einmal in der Zeichenebene, zum Anderen senkrecht zur Zeichenebene verläuft, werden zusammengeklebt. Die



Hauptbrechungsindizes für Kalkspat sind $n_o = 1,6584$ und $n_{ao} = 1,4864$. Der Winkel zwischen beiden Prismen beträgt $\gamma = 15^\circ$.

Ein unpolarisierter Lichtstrahl, trifft senkrecht zur optischen Achse auf das erste Prisma. Er spaltet beim Durchgang in zwei Lichtstrahlen S_1 und S_2 auf. Wie groß ist der Winkel α zwischen den beiden austretenden Lichtstrahlen und wie sind diese Strahlen polarisiert?

Aufgabe 8 (4 Punkte)

Die Bestrahlungsstärke B (eingestrahlte Leistung pro Flächeneinheit senkrecht zur Einstrahlrichtung) von der Sonne beträgt am Ort der Erde im Mittel $B = 1,35 \text{ kW/m}^2$. Das Maximum der spektralen Intensitätsverteilung S_λ liegt bei der Wellenlänge $\lambda_{\text{max}} = 500 \text{ nm}$, der Abstand Sonne-Erde beträgt $d = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$. Berechnen Sie den Sonnenradius, wenn Sie die Sonne als isotrop emittierenden schwarzen Strahler betrachten.

Aufgabe 9 (4 Punkte)

Eine dünne Aluminiumfolie wird mit Photonen der Energie 62 keV bestrahlt. Dabei tritt sowohl **Compton-** als auch **Photoeffekt** auf. Rechnen Sie wenn nötig relativistisch.

- (a) Welche de-Broglie-Wellenlänge haben die Elektronen beim Photoeffekt (Austrittsarbeit: 2 keV)?
- (b) Welche de-Broglie-Wellenlänge haben die Elektronen mit maximaler Energie, wenn der Compton-Effekt auftritt?

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:	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4}$
Wiensche Verschiebungskonstante:	$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$