
Klausur in Experimentalphysik 3

Prof. Dr. S. Schönert
Wintersemester 2015/16
18. Februar 2016

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

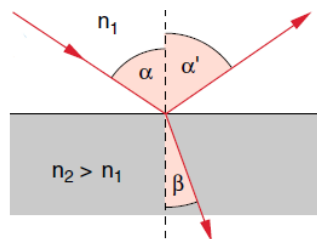
Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe A (5 Punkte)

- Welche Bedingungen müssen für Totalreflektion gegeben sein?
- Nenne jeweils ein Experiment, dass den Wellen- und den Teilchencharakter des Lichtes verdeutlicht.
- Wenn ich die Farbtemperatur eines Körpers ins Blaue verschiebe, wird der Körper...?
- Wenn ich auf einer Ölschicht auf Wasser farbige Ringe um mich sehe und die Ölschicht langsam verdampft (dünner wird). Dann wandern die Ringe nach....? Und warum?
- Wann findet bei senkrechtem Einfall und Reflektion ein Phasensprung statt?
- Welche zwei Eigenschaften zeichnen besonders Laserlicht aus?

Aufgabe 1 (4 Punkte)

Licht fällt auf eine Glasplatte.

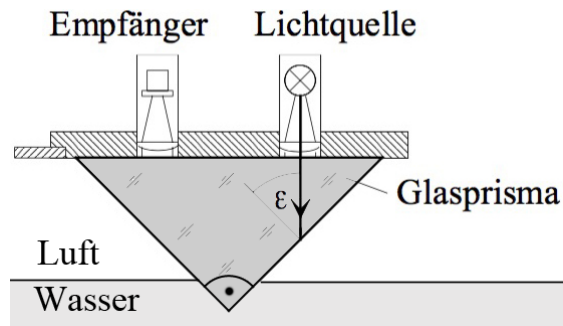


- Man berechne für einen Einfallswinkel $\alpha = 0^\circ$ das Reflexionsvermögen R und das Transmissionsvermögen T an einer Luft-Glas-Grenzfläche ($n_1 = 1, n_2 = 1,5$)
- Für welche Beziehung zwischen Einfallswinkel α und Brechungswinkel β wird die parallele, reflektierte Amplitude $A_{rp} = 0$?
- Wie hängt der so ermittelte Einfallswinkel von n_1 und n_2 ab?

- (d) Man berechne diesen Winkel für die Grenzfläche Luft-Glas!

Aufgabe 2 (5 Punkte)

Ein Behälter mit veränderlichem Flüssigkeitsstand wird zwecks Füllstandskontrolle mit einem Prisma ausgerüstet, hinter dessen oberer Fläche eine kleine Lichtquelle und ein lichtelektrischer Empfänger angebracht sind.



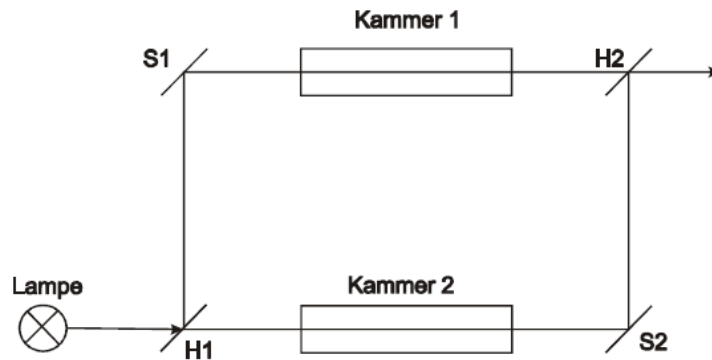
- (a) Wie groß sind jeweils Reflexions-, Brechungs- und Grenzwinkel der Totalreflexion, wenn das Glasprisma (Brechzahl: $n_G = 1,519$)
- von Luft ($n_L = 1$) umgeben ist und
 - in Wasser ($n_W = 1,333$) eintaucht?
- (b) Skizzieren Sie in beiden Fällen den vollständigen Verlauf des Mittenstrahls und begründen Sie mit wenigen Worten die Funktionsweise des optischen Füllstandanzeigers!

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Ein Versuchsaufbau bestehe aus einer bikonkaven Linse. Ihr Brechungsindex betrage $n_L = 1,3$ und ihr Krümmungsradius sei 6cm.

- (a) Die Linse befinde sich in Luft. Gehen Sie davon aus, dass die Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse von links auf die Linse fallen. Skizzieren Sie den Strahlengang durch die Linse, inklusive Brennpunkt und Krümmungsradius (groß und **lesbar**).
- (b) Berechnen Sie die Brennweite f_L der Linse.
- (c) Nun stelle man ein Objekt mit der Höhe $h_O = 1,2\text{cm}$ im Abstand von $s_O = 110\text{cm}$ von links an die Linse heran. Zeichnen Sie den Strahlengang inklusive Objekt und Bild und beschriften Sie. Berechnen Sie die Höhe h_B und den Abstand s_B des Objektbildes.
- (d) Die Linse wird nun in Wasser positioniert, welches den Brechungsindex $n_W = 1,33$ besitzt. Zeichnen Sie den Strahlengang wie in Teilaufgabe (a) und berechnen Sie die Brennweite f_W der Linse unter Wasser.
- (e) Wie wird das Objekt aus Teilaufgabe (c) unter Wasser abgebildet? Zeichnen Sie den Strahlengang wie in Teilaufgabe (c) und bestimmen Sie die Bildposition und Bildhöhe.

Aufgabe 4 (4 Punkte)



Mit einem Mach-Zehnder-Interferometer kann die Brechzahl von Gasen bestimmt werden.

- Beide Kammern der Länge $l = 23\text{cm}$ sind mit Luft gefüllt. Die Brechzahl von Luft hängt vom Druck ab, und zwar ist $\frac{dn}{dp} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$. Jetzt wird Kammer 1 langsam abgepumpt. Wie groß ist die Druckdifferenz zwischen den beiden Kammern, wenn sich das Interferenzbild um ein Maximum verschoben hat? Wie viele Maxima-Durchgänge werden insgesamt beobachtet, bis eine der beiden Kammern komplett evakuiert wird? Das verwendete Licht hat die Wellenlänge von $\lambda_0 = 644\text{nm}$. Der Luftdruck in den beiden Kammern beträgt zu Beginn des Versuchs $p_0 = 1 \text{ bar}$.
- Wie viele Maxima-Durchgänge können tatsächlich beobachtet werden, wenn die Kohärenzzeit der Lampe $\Delta t_c = 1,1 \cdot 10^{-10}\text{s}$ beträgt? Nehmen Sie an, dass zu Beginn des Experiments der Gangunterschied zwischen den beiden Teilstrahlen Null ist.

Aufgabe 5 (3 Punkte)

An einem Sommertag hat sich kurz nach Sonnenuntergang bei einer Umgebungstemperatur von 30°C in der Oberfläche einer Asphaltstraße eine Temperatur von 60°C eingestellt. Welche Leistung wird **effektiv** von jedem Quadratmeter der Straßendecke abgestrahlt?

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Bei einer Compton-Messung tritt unter dem Winkel $\delta = 90^\circ$ Strahlung auf, deren Wellenlänge bei der Streuung verdoppelt wurde.

- Bestimmen Sie die Frequenz der einfallenden Strahlung.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit des gestoßenen Elektrons.
- Bestimmen Sie den Winkel ϵ , den die Flugrichtung des gestoßenen Elektrons mit der Richtung der Primärstrahlung einschließt.

Aufgabe 7 (4 Punkte)

- (a) Wie groß ist die minimale Energieunschärfe eines Wasserstoffatoms, das sich in einem Zustand mit der Lebensdauer 10^{-8}s befindet? Wie groß ist die minimale Unschärfe in der Wellenlänge des emittierten Lichts beim Übergang in den Grundzustand, wenn die Energie des angeregten Zustands $3,39\text{eV}$ beträgt?
- (b) Das Z_0 , das Austauschteilchen der schwachen Wechselwirkung, ist extrem kurzlebig. Im Experiment zeigt es eine Energieunschärfe von ca. $2,5\text{GeV}$. Wie groß ist seine Lebensdauer, wenn Sie davon ausgehen, dass das durch die Unschärferelation gegebene Limit erfüllt ist?

Konstanten

Elektrische Feldkonstante:	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$
Elementarladung:	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$
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:	$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{mK}$