
Nachklausur zur Experimentalphysik 3

Prof. Dr. S. Paul, Dr. B. Ketzer

Wintersemester 2011/2012

3. April 2012

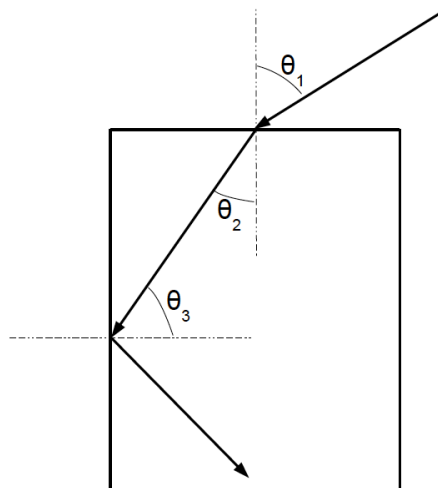
Zugelassene Hilfsmittel:

- 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 (4 Punkte)

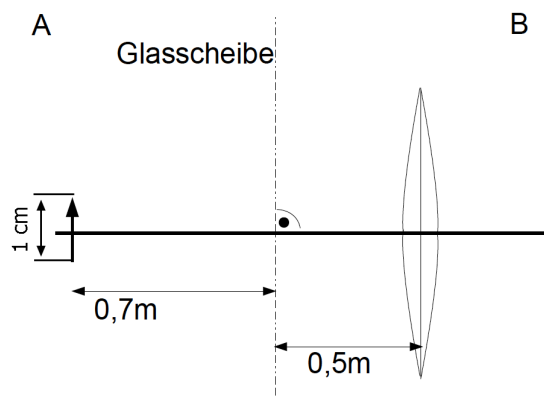
Es fällt Licht auf einen Plastikstab mit Brechungsindex n_2 . Berechnen Sie den kleinsten Brechungsindex für den Plastikstab in der Abbildung, so dass jeder Strahl, der in den Stab eintritt, Totalreflexion erfährt. Der Plastikstab befindet sich in Luft mit Brechungsindex $n_1 = 1.0$.



Aufgabe 2 (6 Punkte)

0.5m hinter einer Glasscheibe befindet sich eine Sammellinse mit der Brennweite 50mm. 0.7m vor der Glasscheibe befindet sich ein 1cm hoher Gegenstand, angedeutet durch den Pfeil in der Abbildung. Die Glasscheibe habe keinen Einfluss auf den Strahlenverlauf und ihre Dicke sei vernachlässigbar. Sie dient nur dazu, den Raum A (links) und den Raum B (rechts) zu trennen. In den Räumen A und B befindet sich Luft mit Brechungsindex $n_L = 1.0$.

- a) Berechnen Sie die Bildweite. Befindet sich das Bild links oder rechts von der Linse? [1]



- b) Wie groß ist das Bild des Pfeils? Ist es aufrecht oder steht es auf dem Kopf? [1]

Jetzt wird der Raum A mit Wasser mit $n_W = 1.33$ gefüllt. Durch die Brechung an der Grenzfläche zwischen A und B wird ein virtuelles Bild des Gegenstandes erzeugt.

- c) In welcher Entfernung und auf welcher Seite von der Glasscheibe liegt das virtuelle Bild? Betrachten Sie dazu achsennahe Strahlen, die vom Gegenstand ausgehen. [2]
- d) Wie weit verschiebt sich das von der Linse erzeugte Bild des Gegenstandes gegenüber dem Bild aus Teilaufgabe a)? [2]

Aufgabe 3 (8 Punkte)

Für Wellenlängen im sichtbaren Spektrum kann der Brechungsindex für eine bestimmte Art von Kronglas mit der Beziehung

$$n(\lambda) = 1.5255 + \frac{(4825\text{nm}^2)}{\lambda^2} \quad (1)$$

genähert werden.

- a) Ist dieses Material dispersiv? Diskutieren Sie Ihre Antwort. [1]
- b) Bestimmen Sie den Brechungsindex für dieses Glas bei einer Wellenlänge von 400nm. [1]
- c) Bestimmen Sie die Phasengeschwindigkeit im Glas für harmonische Wellen mit Wellenlängen zwischen 400nm und 700nm. [2]
- d) Bestimmen Sie die Gruppengeschwindigkeit für einen Puls mit schmaler Bandbreite um 400nm und vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Phasengeschwindigkeit des Pulses. [4]

Aufgabe 4 (10 Punkte)

- a) Unterscheiden Sie zwischen Fraunhofer und Fresnel Beugung in Bezug auf den unterschiedlichen experimentellen Aufbau. [2]

- b) Zeichnen Sie schematisch einen Versuchsaufbau, mit dem man Fraunhofer Beugung beobachten kann und beschriften/erklären Sie Ihre Zeichnung. [2]
- c) Zeichnen Sie das Intensitätsmuster, das man auf einem Schirm durch Fraunhofer Beugung an einem Einzelspalt mit Breite a , sowie das Intensitätsmuster, dass durch Fraunhofer Beugung an einem Doppelspalt (Spaltbreite jeweils a , Spaltabstand d) entsteht. Erklären Sie, wodurch sich diese Muster jeweils auszeichnen. [6]

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Eine Kamera (Brennweite $f = 50\text{cm}$, Blendendurchmesser D), sensibel für Licht im sichtbaren Spektrum, ist auf die Sterne fokussiert. Danach wird es für ein Objekt benutzt, welches sich in 100m Entfernung vor der Kamera befindet. Die Kamera soll nicht neu fokussiert werden. Bestimmen Sie den Blendendurchmesser D , der die beste Auflösung für diesen Gegenstand liefern wird und geben Sie D in cm an.

Hinweis: Beachten Sie die Beugung.

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Der Draht einer Glühbirne sei zylindrisch, mit einer Länge $l = 20\text{mm}$ und einem Radius $r = 0.05\text{mm}$. Ein elektrischer Strom heizt den Draht konstant bei einer Temperatur von $T = 5000\text{K}$. Der Draht verhalte sich wie ein schwarzer Körper, der gleichmäßig in alle Richtungen strahlt. Sie beobachten die Glühbirne bei Nacht von einer Entfernung $D = 10\text{km}$ aus. Ihre Pupille sei komplett geweitet bei einem Radius von $r = 3\text{mm}$.

- a) Berechnen Sie die Leistung, die von dem Draht ausgestrahlt wird. [2]
- b) Berechnen Sie die Strahlungsleistung, die auf Ihr Auge einfällt. [1]
- c) Bei welcher Wellenlänge strahlt der Draht am stärksten? [1]
- d) Berechnen Sie die Anzahl der Photonen, die pro Sekunde in Ihr Auge einfallen. Nehmen Sie an, dass die durchschnittliche Wellenlänge der Photonen $\lambda = 600\text{nm}$ beträgt. [2]

Aufgabe 7 (7 Punkte)

Neutronen ($T = 200\text{K}$) aus einem Reaktor werden durch Bragg-Streuung an einem Silizium-Einkristall monochromatisiert.

- a) Die Neutronen mit der wahrscheinlichsten Energie $E_0 = k_{\text{B}}T$ werden dabei um 40.56° von der Einfallsrichtung abgelenkt. Berechnen Sie unter der Annahme, dass es sich um einen Bragg-Peak erster Ordnung handelt, den Netzebenenabstand von Silizium. [2]
- b) Der gleiche Monochromator soll nun für Photonen benutzt werden. Welche Energie müssen diese haben, wenn die gestreuten Photonen unter dem selbem Winkel beobachtet werden sollen? [2]
- c) Wie groß wäre der Ablenkwinkel bezüglich der Einfallsrichtung bei Elektronen mit einer kinetischen Energie von 1MeV ? [3]

Anhang:

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:	$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{JK}^{-1}$
Strahlungskonstante:	$\sigma = 5.6697 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$
Planck'sche Konstante:	$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{Js}$
Lichtgeschwindigkeit:	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$
Neutronenruhemasse:	$m_N = 1.6749 \cdot 10^{-27} \text{kg} = 939.57 \text{MeV}/c^2$
Elektronenruhemasse:	$m_e = 511 \text{keV}/c^2$