
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

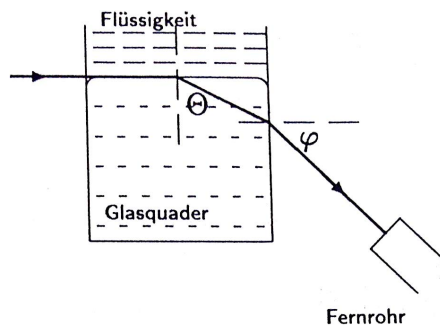
Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (4 Punkte)

Die Sonne strahlt eine Gesamtleistung von ungefähr $4 \cdot 10^{26} \text{ W}$ ab. Der Abstand Sonne-Erde beträgt ungefähr $150 \cdot 10^6 \text{ km}$, der Durchmesser der Erde ist ungefähr $12\,500 \text{ km}$.

- Wie groß ist die mittlere Bestrahlungsstärke auf die **Halbkugel** ($1/2\pi r^2$) der Erde.
- Wie groß ist der Strahlungsdruck auf die Erde, wenn Sie annehmen, dass die Strahlung vollständig absorbiert wird?
- Welche Kraft wirkt dadurch auf die Erde?

Aufgabe 2 (4 Punkte)



Refraktometer sind optische Instrumente zur Brechzahlmessung. Ein mit einer Planfläche versehener Prüfling wird mit einem Glaskörper (Brechungsindex n_G) in Kontakt gebracht. Die Abbildung zeigt ein *Pulfrich-Refraktometer*, das vor allem zur Brechzahlmessung von Flüssigkeiten benutzt wird. Unter dem Winkel φ wird mit einem Fernrohr eine scharfe Hell-Dunkel-Trennlinie beobachtet. Das Licht fällt leicht konvergent ein.

- Erklären Sie, warum eine scharfe Trennlinie entsteht.
- Leiten Sie einen Ausdruck für den Brechungsindex n der Flüssigkeit in Abhängigkeit von φ her.

Aufgabe 3 (5 Punkte)

Das Bild eines Gegenstands, der sich 6cm vor einer dünnen bikonvexen Linse befindet, ist dreimal so weit von der Linse entfernt wie das Bild eines Gegenstands „im Unendlichen“.

- (a) Welche Brennweite hat die Linse?
- (b) Konstruieren Sie (Zeichnung) das Bild eines Gegenstands, der sich 1cm links vor der Linse befindet und senkrecht zur optischen Achse steht.
- (c) Berechnen Sie die laterale (Transversale) Vergrößerung V_T (Bildhöhe/Gegenstandshöhe) der Abbildung des letztgenannten Gegenstands.

Aufgabe 4 (4 Punkte)

Ein System aus getrennten Linsen, die aus demselben Glas hergestellt sind, kann achromatische Eigenschaften haben. Für welchen Abstand D zweier dünner Linsen mit $f_2 = 2f_1$ verschwindet die Ableitung $df/d\lambda$?

Aufgabe 5 (5 Punkte)

Partiell elliptisch polarisiertes Licht mit Strahlrichtung z läuft durch ein Analysegerät für perfekt lineare Polarisation. Wenn die Transmissionsachse des Analysegeräts in x -Richtung zeigt, ist die transmittierte Intensität maximal und hat den Wert $1,5I_0$. Wenn die Transmissionsachse in y -Richtung ist, so ist die transmittierte Intensität minimal und hat den Wert I_0 .

- (a) Was ist die transmittierte Intensität, wenn die Transmissionsachse den Winkel θ zur x -Achse hat? Hängt die Antwort davon ab, welcher Anteil des Lichts unpolarisiert ist?
- (b) Der ursprüngliche Strahl wird nun zuerst durch ein $\lambda/4$ -Plättchen geschickt und dann durch das Analysegerät. Die Achsen des $\lambda/4$ -Plättchens sind in Richtung der x - und y -Achse. Nun wird beobachtet, dass die maximale Intensität durch die beiden Geräte geschickt wird, wenn die Transmissionsachse des Analysegeräts in einem Winkel von 30° zur x -Achse steht.

Bestimmen Sie, welchen Wert die maximale Intensität hat und welchen Anteil der einfallenden Intensität von unpolarisiertem Licht herrührt.

Aufgabe 6 (4 Punkte)

Es sei ein Fresnel-Biprisma mit Brechungsindex n und zwei sich entsprechenden kleinen Basiswinkeln α gegeben (siehe Abbildung).



- (a) Ein Lichtsstrahl, der von links senkrecht zur Basis des Prismas in dieses eintrete kann entweder in die obere oder in die untere Hälfte des Prismas eintreten. Berechnen Sie den Brechungswinkel θ in den beiden Fällen. Nehmen Sie dabei an, α sei klein und zeichnen Sie dazu eine Skizze.
- (b) Eine flache Welle strahle senkrecht zur Basis des Prismas ein und erleuchte das gesamte Prisma. Ein Schirm ist parallel zur Basis des Prismas angebracht. Auf diesem werden dunkle und hellere Stellen beobachtet. Woher kommen die Unterschiede in der Helligkeit? Berechnen Sie einen Ausdruck für den Abstand der dunklen Stellen in Abhängigkeit vom Brechungswinkel θ einstrahlenden Lichts. Zeichnen und beschriften Sie eine Skizze.
- (c) Mit einem Glas-Biprisma und gelbem Licht wird ein Abstand der Intensitätsmaxima von $100\mu\text{m}$ beobachtet. Geben Sie eine Näherung für den Basiswinkel α des Prismas in Grad an. Begründen Sie Ihre Wahl des Brechungsindex und der Wellenlänge gelben Lichts.

Aufgabe 7 (2 Punkte)

Tabelle 1 zeigt, bei welcher Lichtfrequenz die Photoemission bei einigen ausgewählten Metallen einsetzt.

Gold	Kupfer	Silber	Natrium
$12,5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$	$11 \cdot 10^{14}\text{Hz}$	$10,3 \cdot 10^{14}\text{Hz}$	$5,5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$

Berechnen Sie die Austrittsarbeit für diese Metalle.

Aufgabe 8 (6 Punkte)

Durch Streuung von Photonen an hochenergetischen Elektronen lässt sich kurzwellige Gammastrahlung erzeugen. Dazu werden Photonen der Energie 300 keV an monoenergetischen Elektronen der Gesamtenergie 5 MeV gestreut. Nach der Streuung ruht das Elektron im System des Beobachters.

- (a) Wie groß ist die Wellenlänge des γ -Quants nach der Streuung?
- (b) Um welchen Winkel wird das Photon aus seiner ursprünglichen Flugrichtung herausgestreut?
- (c) Welchen Winkel haben die Trajektorien von Elektron und Photon vor der Streuung eingeschlossen?

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:	$c = 3 \cdot 10^8\text{ms}^{-1}$