

Experimentalphysik III

Optik und Quantenphysik

Übungsblatt 9

Zur Abgabe über *moodle* bis 12.12.2023 24:00 Uhr!

● Aufgabe 1: (5 Punkte) Kerr-Effekt Messung

Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen dem ordentlichen und außerordentlichen Strahlen eines Laser mit einer Wellenlänge von $\lambda = 550 \text{ nm}$ in einer Kerr-Zell beträgt 2 ‰ der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Dabei wurde ein homogenes E-Feld mit einer Stärke von $|\vec{E}| = 5 \cdot 10^5 \text{ V m}^{-1}$ angelegt. Der mittlere Brechungsindex der Zelle beträgt $\bar{n} = 1.553$. Bestimmen Sie die Kerr-Konstante K .

● Aufgabe 2: (5 Punkte) Stehende Elektronenwelle

Stellen Sie sich vor Sie halten ein Elektron in einem 1-dimensionalen "Kasten" mit einer Kantenlänge $L = 1 \text{ nm}$. Welchen Impulsen entsprechen stehende De-Broglie-Wellen.

●● Aufgabe 3: (10 Punkte) Photoeffekt

In der Vorlesung wurde der Photoeffekt an einer Photoröhre beobachtet, deren Kathode mit dem Licht von fünf verschiedenen Wellenlängen bestrahlt wurde. Es wurde jeweils die Gegenspannung U_g gemessen, die den Photostrom zum Verschwinden brachte. In einer anderen Messreihe mit dem gleichen Aufbau erhielten wir folgende Werte:

$\lambda [\text{nm}]$	405	465	505	590	625
$U_g [\text{V}]$	1,4	1,25	0,85	0,2	0,15

Tragen Sie die Messung geeignet auf und ermitteln Sie die Austrittsarbeit A , das Verhältnis h/e und die Grenzfrequenz ν_g . Schätzen Sie auch jeweils deren Fehler ab. Nehmen Sie dabei für die Spannungsmessung einen Fehler von $0,1 \text{ V}$ an. Den Fehler auf die Wellenlänge können Sie vernachlässigen.

●●● **Aufgabe 4:** (10 Punkte) **Das Experiment von Davisson und Germer**

Die erste Beobachtung der Welleneigenschaft von Elektronen gelang 1927 den beiden Physikern Davisson und Germer. Über ihre Messungen berichteten Sie in der Zeitschrift Physical Review:

<https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.30.705>

In dem oben genannten Artikel sieht man in Fig. 13 die Beugung von Elektronen an einem Nickelkristall. Bei einer Beschleunigungsspannung von 54 V entsteht ein Beugungsmaximum unter einem Winkel von 50° .

a) Erklären Sie die auf S.723 des obigen Artikel genannte "grating formula": $n\lambda = d \sin \theta$

Hinweis: Nehmen Sie an, dass der Elektronenstrahl an dem Atomgitter der Oberfläche des Kristalls gebeugt wird.

b) Erklären Sie die Formel auf S.722 in Table 1 für die "equivalent wavelength": $\lambda = \sqrt{150/V}$

Hinweis: Die Variable V ist die Beschleunigungsspannung.

Überlegen Sie, in welchen Einheiten hier λ und V gemeint sind.

c) Berechnen Sie nun den Gitterabstand des Nickel-Atomgitters, an dem die Beugung erfolgte.