

Übungsaufgaben zum Experimentalphysik III Ferienkurs

Max v. Vopelius, Matthias Brasse
25.02.2009

Aufgabe 1: Dreifachspalt

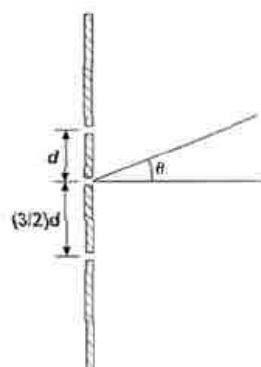


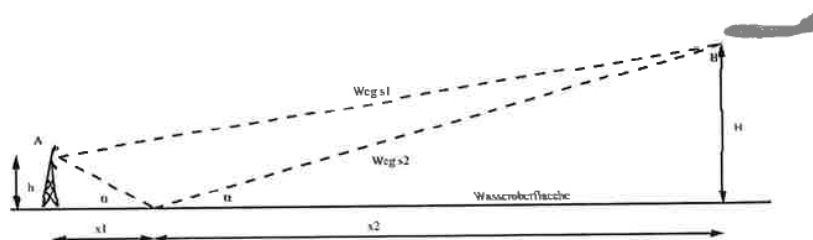
Abbildung 1: Spalt

Gegeben ist ein Dreifachspalt 1. Alle Spaltbreiten seien gleich. Die Spaltabstände seien d bzw. $3/2d$.

- Bei welchem Winkel θ tritt das erste Hauptmaximum auf?
- Das Ergebnis aus a) sei θ_1 . Die Intensität in Richtung des Maximums nullter Ordnung sei I_0 . Wie groß ist die Intensität in Richtung $\theta_1/2$?

Aufgabe 2: Radar

Ein Sportflugzeug am Nordrand des Starnberger Sees betreibt eine Radaranlage, die die Flugzeuge überwacht, die sich über dem See im Landeanflug befinden. Die Antenne befindet sich in $h = 10\text{m}$ Höhe über dem Wasserspiegel und empfängt und sendet Radiowellen von $\lambda = 20\text{cm}$.



In welcher Höhe H muss ein Flugzeug in $s = 5\text{km}$ Entfernung mindestens fliegen, damit es vom Radar nicht aufgezeichnet wird? (Näherung $h, H \ll s$, Taylorentwicklung $\sqrt{1+x}$ nötig)

Aufgabe 3: Bragg-Reflexion

In einem MnO-Kristall sind die Mn-Atome so angeordnet, dass sie die Eckpunkte und die Mittelpunkte der Seitenflächen eines Würfelgitters mit der Kantenlänge $a_c = 0.442\text{nm}$ bilden. In einem geeigneten Koordinatensystem sind also die Koordinaten der an den Eckpunkten sitzenden Mn Atome durch $x = n_x \cdot a_c, y = n_y \cdot a_c, z = n_z \cdot a_c$ und die Koordinaten der auf den Seitenflächen sitzenden Mn-Atome durch $x' = (n_x + 1/2) \cdot a_c, y' = (n_y + 1/2) \cdot a_c, z' = (n_z + 1/2) \cdot a_c$ gegeben, wobei die n 's ganze Zahlen sind.

- Berechnen Sie die möglichen Winkel unter denen monochromatische Röntgenstrahlung der Wellenlänge $\lambda = 0.154\text{nm}$ auf die zu den Würfelseiten parallelen Netzebenen auftreffen muss, damit an diesen Bragg-Reflexion auftritt.
- Zur Untersuchung der magnetischen Einheitszelle werden Neutronen mit der Energie $E = 2.227\text{meV}$ mit der gleichen Einfallsrichtung wie die Röntgenstrahlung am MnO-Kristall gebeugt. Dabei beobachten man Bragg-Reflexionen bei $\alpha_1 = 20.0^\circ$ und bei $\alpha_2 = 43.2^\circ$. Wie groß ist die magnetische Einheitszelle?

Aufgabe 4: Transmissionsgitter

Bei einem Transmissionsgitter (Strichabstand d , Spaltbreite b) wird das dritte Hauptmaximum nicht beobachtet, weil es mit dem ersten Beugungsminimum zusammenfällt.

- Berechnen Sie das Verhältnis d/b .
- Skizzieren Sie die Intensitätsverteilung.

Aufgabe 5: Transmissionsgitter 2

Ein Spalt, der von einer Lichtquelle beleuchtet wird, befindet sich in der Brennebene einer Sammellinse ($f = 20\text{cm}$). Nach Durchgang durch die Linse fällt das Licht auf ein senkrecht zur optischen Achse der Linse angeordnetes Beugungsgitter (Strichzahl $N = 1000$, Strichabstand $d = 0.01\text{mm}$). Bestimmen Sie die Breite x , die der Spalt höchstens haben darf, damit das Auflösungsvermögen des Gitters für Wellenlängen im Bereich von $\lambda = 500\text{nm}$ nicht beeinträchtigt wird.

Aufgabe 6: Neutronenbeugung

Ein Strahl von thermischen Neutronen mit einer kinetischen Energie von 25meV trifft auf ein Paar extrem dünner Spalte, die einen Abstand von $g = 0.1\text{mm}$ haben. Wie groß ist der Abstand zwischen benachbarten Minima auf einem neutronensensitiven Schirm, der sich $l = 20\text{m}$ hinter den Spalten befindet?

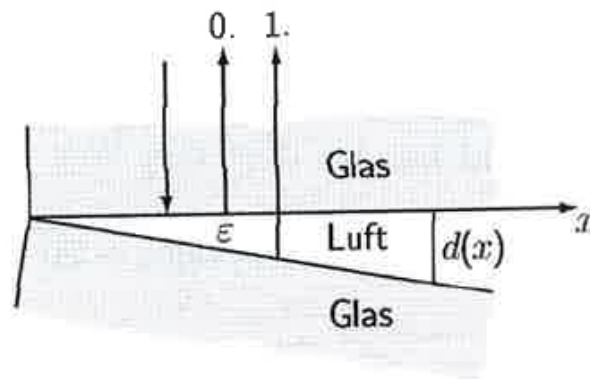
Aufgabe 6: Kohärenz

Welche optischen Weglängendifferenzen in den beiden Armen des Michelson-Interferometers sind höchstens zulässig, damit gerade noch Interferenzstreifen beobachtet werden können unter Verwendung von:

- Laserlicht ($\Delta\nu/\nu \approx 10^{-13}$, $\lambda \approx 550\text{nm}$; $\Delta\nu$ ist die spektrale Halbwertsbreite)
- Licht aus einem angeregten Atomstrahl mit $\Delta\nu/\nu \approx 10^{-7}$, $\lambda \approx 550\text{nm}$.
- weißem Licht?

Aufgabe 7: Luftkeil

Zwei dicke planparallele rechteckige Glasplatten werden aufeinander gelegt. Auf einer Seite wird ein dünner Streifen zwischen die Glasplatten geschoben, so dass sich ein keilförmiger Luftspalt ergibt. Die Anordnung wird senkrecht mit parallelem Licht der Wellenlänge $\lambda = 589\text{nm}$ beleuchtet. In Reflexion betrachtet ergeben sich zwölf helle Interferenzstreifen pro cm .



- Für welche optischen Wegdifferenzen Δs ergibt sich konstruktive Interferenz zwischen dem nullten und dem ersten Lichtstrahl?
- Berechnen Sie den Keilwinkel ϵ .
- Das Streifenmuster verschwindet in einem Abstand $x_1 \approx 10\text{cm}$ gemessen von der Berührungskante der beiden Glasplatten. Berechnen sie die Kohärenzlänge l des eingestrahnten Lichts.

(Hinweis: Der Keilwinkel ϵ ist klein. Alle reflektierten Lichtstrahlen werden näherungsweise als senkrecht angenommen)