

# FK Experimentalphysik 3, Lösungen 3

## 1 Transmissionsgitter

Ein Spalt, der von einer Lichtquelle beleuchtet wird, befindet sich im Abstand von 10 cm vor einem Beugungsgitter (Strichzahl  $N = 1000$ , Strichabstand  $d = 0,01$  mm). Hinter dem Gitter befindet sich in 1 m Entfernung ein unendlich großer Schirm.

- Bestimmen Sie die Breite  $x$ , die der Spalt höchstens haben darf, damit das Interferenzmuster des Gitters für Wellenlängen im Bereich von  $\lambda = 500$  nm nicht beeinträchtigt wird.
- Wie viele Interferenzmaxima sind auf dem Schirm zu sehen.
- Wie weit liegen die Maxima 2. Ordnung für die Wellenlängen  $\lambda_1 = 400$  nm und  $\lambda_2 = 410$  nm auseinander?

## 2 Dreifachspalt

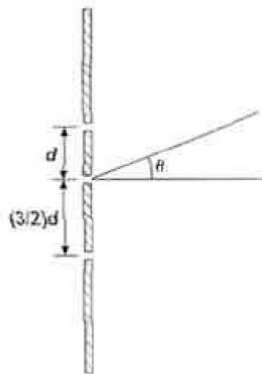


Abbildung 1: Dreifachspalt

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

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

### 3 Ölschicht auf Wasser

Das an einer auf Wasser ( $n = 1,3$ ) schwimmenden dünnen Ölschicht ( $n = 1,6$ ) reflektierte Sonnenlicht erscheint bei schräger Beleuchtung unter dem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  grün ( $\lambda = 500 \text{ nm}$ ).

- Wie dick ist die Schicht
- Welche Wellenlänge würde bei senkrechter ( $\alpha = 0$ ) Beobachtung bevorzugt reflektiert?

### 4 Bragg-Reflexion an kubischem Kristall

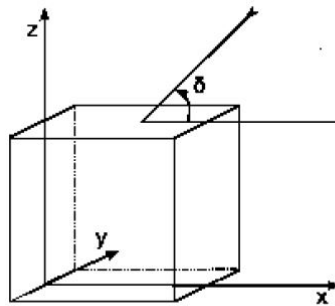


Abbildung 2: Schematische Darstellung

An einem kubischen Kristall (Dichte  $\rho = 8,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , Atomgewicht  $A = 63,5u$ ) ( $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ) soll mit Hilfe der Bragg-Reflexion die Wellenlänge von Röntgenlicht gemessen werden. Die Reflexion soll in der x-z-Ebene erfolgen. Der Röntgenstrahl fällt mit einem Einfallswinkel von  $\delta = 45^\circ$  zur x-y-Ebene auf den Kristall.

- Berechnen Sie die Gitterkonstante a.
- Welche Wellenlänge haben Röntgenstrahlen, die um  $90^\circ$  abgelenkt wurden?

## 5 Michelson-Interferometer

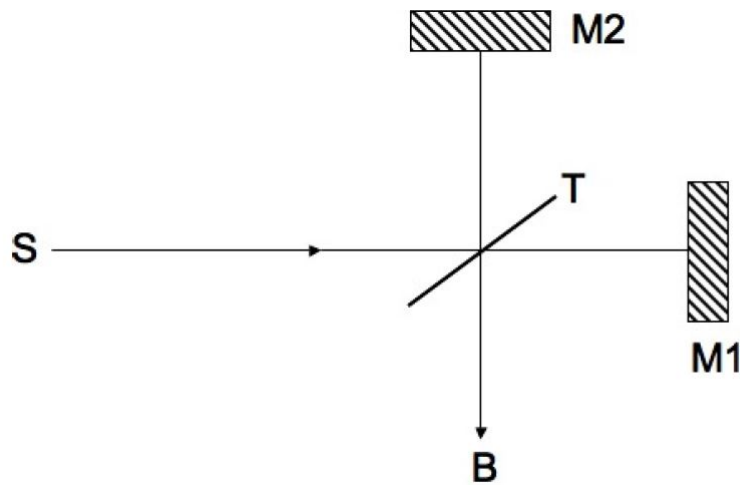


Abbildung 3: Schematische Darstellung

- Die Quelle S emittiere zunächst monochromatische Strahlung der Wellenlänge  $\lambda$ . Im Punkt B beobachtet man das Auftreten von 10 Interferenzmaxima, wenn der Spiegel M1 um die Strecke  $d = 2,25\mu\text{m}$  in Strahlrichtung verschoben wird. Bestimmen sie die Wellenlänge  $\lambda$ .
- Zwischen Strahlteiler T und Spiegel M1 wird nun eine evakuierte Zelle der Länge  $L = 10\text{ cm}$  gestellt. Während des Auffüllens der Zelle mit  $\text{CO}_2$ - Gas bis zum Atmosphärendruck wird das Auftreten von 200 Interferenzmaxima beobachtet. Bestimmen Sie den Brechungsindex  $n$  von  $\text{CO}_2$  bei Atmosphärendruck. Wie lang muss dazu die Kohärenzzeit des Lasers sein?
- Mit dem Michelson-Interferometer können zwei eng benachbarte Wellenlängen aufgelöst werden. In Abhängigkeit von der Verschiebung  $d$  des Spiegels M1 beobachtet man maximale Intensität, wenn die einzelnen Interferenzbilder für die Strahlung der beiden Wellenlängen zusammenfallen. Die Quelle S emittiere nun zwei Strahlungen der Wellenlängen  $\lambda$  und  $\lambda'$  mit  $\lambda \approx \lambda' = 450\text{ nm}$ . Die Strecke, die der Spiegel M1 zwischen zwei benachbarten maximaler Intensität verschoben werden muss, ist  $d = 90\mu\text{m}$ . Bestimmen Sie  $\Delta\lambda = |\lambda - \lambda'|$ .
- Wieviele Spalte muss ein Gitterspektrograph mindestens besitzen, wenn dieselben Wellenlängen  $\lambda$  und  $\lambda'$  in erster Ordnung aufgelöst werden sollen.

## 6 Photoeffekt

Blaues Licht der Wellenlänge  $\lambda = 430 \text{ nm}$  falle auf eine Photozelle, deren lichtelektrische Schicht eine Quantenausbeute von  $\eta = \frac{N_e}{N_{ph}} = 0,14$  vorweist.

- (a) Wie groß ist die Strahlungsleistung des auf die Photozelle fallenden blauen Lichts, wenn ein maximaler Photoelektronenstrom von  $0.5 \text{ mA}$  fließt ?
- (b) Welche Austrittsarbeit  $W_A$  hat das Material der lichtelektrischen Schicht, wenn durch ein Gegenfeld der Spannung  $U = 0.94 \text{ V}$  der Strom vollständig unterdrückt werden kann ?
- (c) Berechnen sie die Geschwindigkeit der Photoelektronen wenn keine Gegenspannung angelegt ist.
- (d) Ab welcher Wellenlänge tritt kein Strom auf, wenn sie annehmen, dass die lichtelektrische Schicht aus Cäsium besteht, dessen Austrittsarbeit  $W_A = 2,14 \text{ eV}$  beträgt?