

CD-Spektrometer (O8)

Dieser Versuch ist als Nachholversuch und als Versuch für das Schulgerätepraktikum konzipiert. In diesen Versuch sollen Sie Ihre bereits im Praktikum erworbenen Kenntnisse anwenden und selbständig ein Spektrometer unter Verwendung einer CD als dispersives Element aufbauen. Mit Hilfe der bekannten Linien einer Quecksilberlampe wird die Gitterkonstante ermittelt und anschließend werden die Emissionswellenlängen von verschiedenfarbigen Leuchtdioden bestimmt.

Einleitung

Hält man eine CD ins Sonnenlicht, so kann man je nach Blickwinkel verschiedene Spektralfarben sehen. Lichtwellen werden an kleinen Strukturen, deren Ausmaße mit denen der Lichtwellenlängen vergleichbar sind, gebeugt. Konstruktive und destruktive Interferenz des gebeugten Lichts führen zu Maxima und Minima in der Intensitätsverteilung einzelner Wellenlängen (siehe Versuch O3). Eine CD wirkt auf Grund ihrer regelmäßigen Strukturierung wie ein optisches Gitter (siehe Versuch O4). Bestimmt man nun den Beugungswinkel, z. B. der ersten Beugungsordnung, von am Gitter gebeugtem monochromatischem Licht, so kann man die Wellenlänge des Lichts bestimmen, wenn die Gitterkonstante bekannt ist. Umgekehrt lässt sich aus dem Beugungswinkel die Gitterkonstante bestimmen, wenn die Lichtwellenlänge bekannt ist. Die Bedingung für das erste Beugungsmaximum (eine beliebige Prüfungsfrage) ist schnell herleitbar bzw. findet sich in jedem Experimentalphysiklehrbuch. Im Versuch soll eine CD als Beugungsgitter in Reflexionsanordnung verwendet werden, das heißt, dass der Einfallswinkel des Lichts auf die CD 45° betragen soll.

Materialien

1. Versuchsteil (Aufgaben 1 bis 3)

- CD
- einstellbarer Einfachspalt
- Linse mit 10 cm Brennweite
- Schirm
- Hg-Lampe
- Lineal

- optische Bank mit optischen Reitern und Linsenhaltern

2. Versuchsteil (Aufgaben 4 und 5)

- verschiedenfarbige Leuchtdioden
- Spannungsquelle
- Linse mit 10 cm Brennweite

Aufgabenstellung mit Hinweisen zur Durchführung

1. Bauen Sie ein Spektrometer auf, bei dem eine CD in Reflexionsanordnung als dispersives Element eingesetzt ist. Die Spektrometeranordnung besteht aus Eintrittsspalt, Linse zur scharfen Abbildung des Spaltes auf den Schirm, Reflexionsgitter (CD, Einfallswinkel 45°) und Schirm zur Abbildung des Spektrums (1. Beugungsordnung).
2. Bilden Sie das Spektrum der Hg-Lampe auf dem Schirm ab und bestimmen Sie die Beugungswinkel von mindestens vier Quecksilberlinien. Stellen Sie die Hg-Lampe direkt vor den Spalt, um Streulicht auf dem Schirm zu vermeiden. Größtfehlerabschätzung nicht vergessen!
3. Bestimmen Sie die Gitterkonstante d der CD aus den gemessenen Beugungswinkeln α und den bekannten Wellenlängen der Hg-Lampe über eine grafische Darstellung λ über $\sin \alpha$ (Fehlerkreuze!). Diese grafische Mittelung reduziert den Fehler.
4. Bestimmen Sie die Emissionswellenlängen verschiedenfarbiger Leuchtdioden. Bilden Sie dazu jeweils die zu untersuchende Leuchtdiode mittels einer Linse auf den Eintrittsspalt ihres Spektrometers ab. Aus dem Beugungswinkel und der nun bekannten Gitterkonstante lässt sich die Emissionswellenlänge ermitteln. Größtfehlerabschätzung unter Berücksichtigung des Fehlers der Gitterkonstante.
5. Berechnen Sie aus der Gitterkonstante der CD deren Speicherkapazität unter der Annahme, dass der durchschnittliche Bit-Abstand in einer "Rille" ca. $0,75 d$ beträgt.

Wellenlänge		
λ in nm	Farbe	Helligkeit
709,20	rot	schwach
708,19	rot	schwach
690,72	rot	schwach
579,07	gelb	sehr stark
578,97	gelb	sehr stark
576,96	gelb	sehr stark
546,07	grün	stark
491,60	blaugrün	mittel
435,84	blau	stark
434,75	blau	mittel
433,92	blau	mittel
407,78	violett	mittel
404,66	violett	mittel

Tabelle 1: Spektrallinien des Quecksilbers