

Bestimmung der Wellenlänge eines Lasers mit einem optischen Gitter (Artikelnr.: P1410901)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Mittel

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Einführung

Einleitung

Fällt ein Laserstrahl auf ein Strichgitter, so entstehen hinter diesem durch Interferenz Intensitätsminima und -maxima, aus deren Lagen die Wellenlänge des Laserlichts bestimmt werden kann.



Abb. 1: Versuchsaufbau

Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Optische Profilbank, l = 1000 mm	08370-00	1
2	Diodenlaser 0,2 / 1,0 mW, 635 nm	08760-99	1
3	Halter für Diodenlaser	08384-00	1
4	Reiter für optische Profilbank	09822-00	3
5	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	1
6	Gitter, 50 Striche/mm	08543-00	1
7	Gitter, 80 Striche/mm	09827-00	1
8	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
9	Maßband, l = 2 m	09936-00	1

Aufgaben

Bestimmung der Wellenlänge eines Lasers mit einem optischen Gitter

Aufbau und Durchführung

Aufbau

Der Versuchsaufbau erfolgt nach Abb. 1.

Die Strichmarken der Reiter zur Halterung der Komponenten haben auf der optischen Bank folgende Positionen.

- Reiter mit Diodenlaser bei 2 cm
- Reiter mit Plattenhalter und eingesetztem Gitter bei 11 cm
- Reiter mit Schirm bei 98 cm

Durchführung

Auf dem Schirm wird mit Tesafilm ein Blatt Schreibmaschinenpapier befestigt.

Mit einem wasserlöslichen Filzstift sind die Maxima mehrerer Beugungsordnungen der in den Plattenhalter nacheinander eingesetzten Strichgitter zu markieren.

Der Abstand r zwischen Gitter und Schirm ist mit dem Maßband zu bestimmen. Mit einem Lineal bestimmt man mit einer Genauigkeit von 0,5 mm die Abstände $2x$ der verschiedenen Intensitätsmaxima $\pm k$ -ten-Ordnungen.

ACHTUNG: ES MUSS UNBEDINGT VERMIEDEN WERDEN, DIREKT IN DEN LASERSTRAHL ZU BLICKEN.

Beobachtung und Ergebnis

Beobachtung

Nach dem Huygensschen Prinzip wirken die periodischen Strukturen eines optischen Gitters als Erregerzentren von Elementarwellen, die miteinander interferieren. Im Interferenzmuster sind dann bei Beleuchtung mit monochromatischem Licht Intensitätsmaxima zu erwarten, wenn der Gangunterschied Δl von Teilstrahlen ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge λ beträgt (s. Abb. 2).

Ist g die Gitterkonstante, so gilt für konstruktive Interferenz:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta l}{g} = \frac{k \cdot \lambda}{g}; k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (1)$$

Mit x_k als Abstand des k -ten Maximums vom Maximum 0-ter Ordnung ($k = 0$) auf dem Schirm erhält man schließlich für die Wellenlängen:

$$\lambda_k = \frac{x_k \cdot g}{k} \cdot \frac{1}{\sqrt{x_k^2 + r^2}} \quad (2)$$

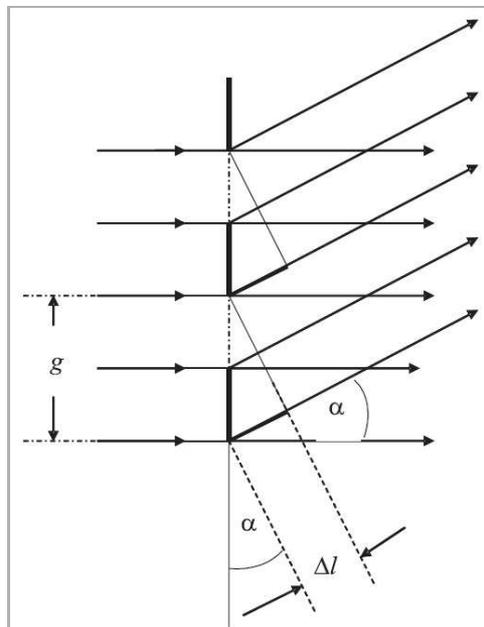


Abb. 2 : Beugung an einem optischen Strichgitter

Auswertung

Ein Vergleich der Intensitätsmaxima der beiden Gitter zeigt, dass mit kleiner werdender Gitterkonstante g die Maxima intensiver und schärfer werden. Da der Laserstrahl die beiden Gitter gleichmäßig ausleuchtet, kann der Schluss gezogen werden, dass die Zunahme von Intensität und Schärfe auf die größere Anzahl der beugenden Öffnungen zurückzuführen ist. Außerdem zeigt sich, dass die Abstände der Maxima größer werden, wenn g kleiner wird.

Die Tabelle enthält die für einen Abstandswert r ermittelten Abstände $2x$ der Maxima und die daraus mit (2) berechneten Wellenlängenwerte.

Aus den einzelnen Wellenlängenwerten erhält man als Mittelwert:

$\lambda = (635,9 \pm 2,1) \text{ nm}$; $\Delta\lambda/\lambda = 0,3 \%$. Setzt man die Ungenauigkeit von r mit ca. $\pm 5 \text{ mm}$ an, so erhöht sich der relative Fehler $\Delta\lambda/\lambda$ auf ca. 1%.

Dieser Wellenlängenwert stimmt innerhalb seiner Fehlergrenzen mit dem im Datenblatt des Lasers angegebenen Wert von $\lambda = 635 \text{ nm}$ überein.

$r = 865 \text{ mm}$ Gitter: 50 Striche / mm; $g = 0,02 \text{ mm}$			Gitter: 80 Striche / mm; $g = 0,0125 \text{ mm}$	
$\pm k$	$2x / \text{mm}$	λ / nm	$2x / \text{mm}$	λ / nm
1	55	635,5	87,5	631,4
2	110	634,6	177,5	637,9
3	166	636,8	268,0	637,9
4	222	636,4		
5	279	636,8		

Tabelle