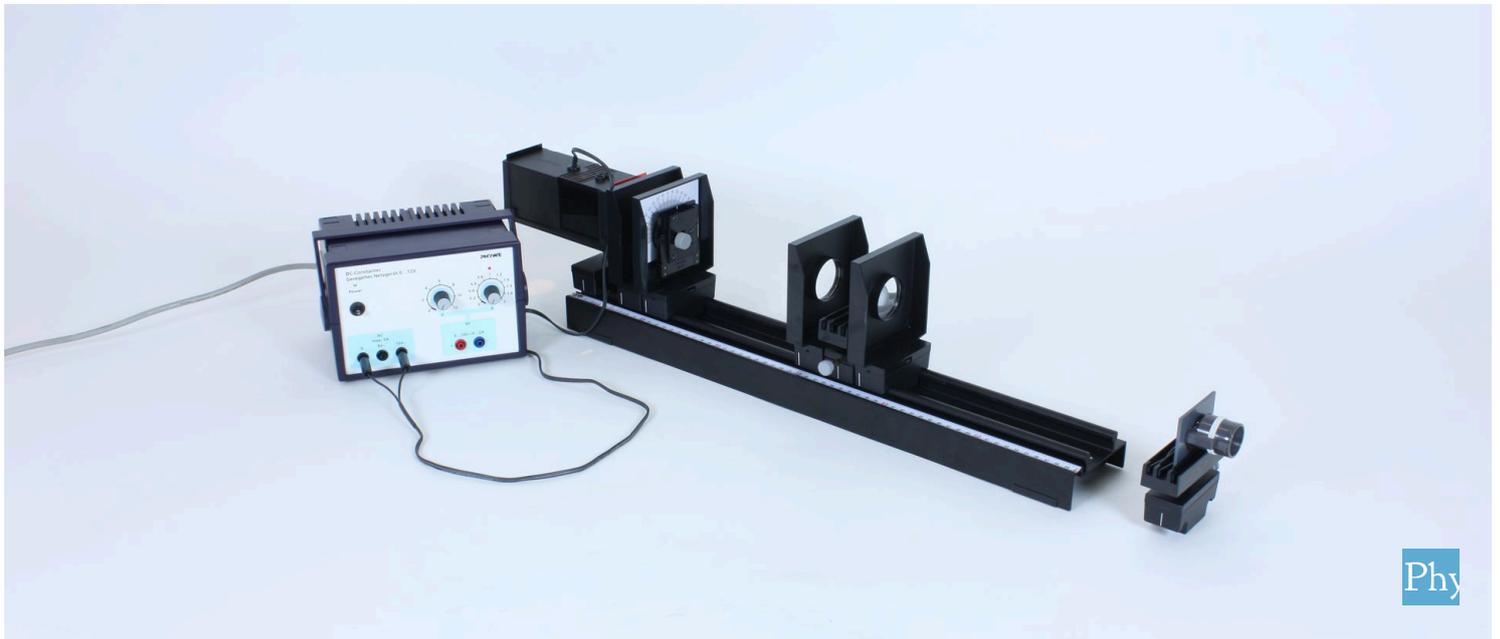


Spektrales Auflösungsvermögen bei einem Gitter



Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz

Physik

Licht & Optik

Spektrometrie & Refraktometrie



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Der Versuchsaufbau

Optische Geräte dienen dazu, kleine oder weit entfernte Gegenstände zu vergrößern, sodass mehr Details beobachtet werden können. Doch jedes Gerät löst den Betrachtungsgegenstand je nach Funktionsprinzip und Aufbau unterschiedlich gut auf. Um die Geräte untereinander vergleichen zu können, gibt es Kriterien, die das Auflösungsvermögen näher spezifizieren.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Für die Schüler ist es von Vorteil, wenn sie bereits mit dem Phänomen der Beugung von Licht vertraut sind.

Prinzip



Tritt ein Lichtbündel auf ein optisches Gitter auf, so wird es gebeugt, und bildet dahinter ein Interferenzmuster, was sich mit dem Huygen'schen Prinzip erklären lässt. Dabei sind zwei Beugungsmaxima 0. Ordnung gerade dann noch voneinander unterscheidbar, wenn das Rayleighsche Kriterium erfüllt ist. Dieses Kriterium besagt, dass der Abstand der Beugungsmaxima 0. Ordnung nicht kleiner sein darf als die Hälfte des Abstandes der Beugungsminima 1. Ordnung.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler sollen in diesem Versuch verstehen, wie die Anzahl der Gitterspalte und die Ordnung des Beugungsspektrums das spektrale Auflösungsvermögen eines Gitters beeinflusst.

Aufgaben



Die Schüler sollen untersuchen, wie das Auflösungsvermögen eines Gitters von der Anzahl der beteiligten Gitterspalte und von der Ordnung des Beugungsspektrums abhängt.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Um das spektrale Auflösungsvermögen eines optischen Gitters beurteilen zu können, wird der Quotient $\lambda/\Delta\lambda$ herangezogen. Dieser lässt sich nur dann exakt ermitteln, wenn ein Linienspektrum erzeugt werden kann, das Linien geeigneten Abstandes $\Delta\lambda$ enthält.

Aber auch mit relativ einfachen Mitteln lassen sich für die Schüler hinreichend informative Aussagen über das spektrale Auflösungsvermögen eines Gitters gewinnen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Experimente können im halbverdunkelten Raum durchgeführt werden. Ihr Aufbau ist nicht schwierig, aber die Beobachtungen der Schüler*innen bedürfen ggf. der Anleitung durch den Lehrer. So sollten die Schüler*innen beim Experiment 2 beobachten, dass sich die Spektren höherer Ordnung überlappen und dass wegen der Abnahme der Intensität der Beugungsmaxima höherer Ordnung bei der Verwendung des Rotfilters deren Breite zu gering eingeschätzt werden könnte.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE
excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE
excellence in science

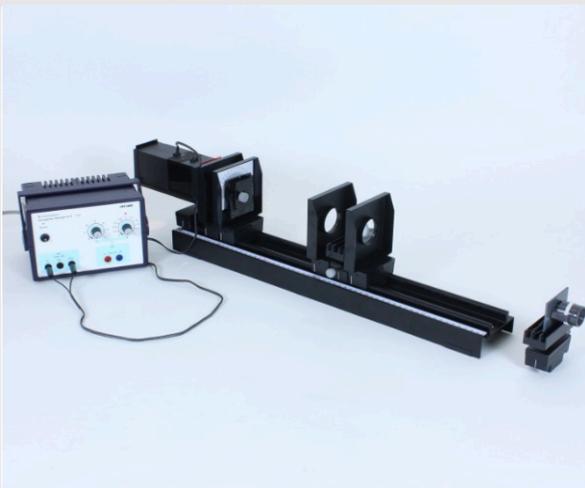


Ein Mikroskop zur optischen Vergrößerung

Um weit entfernte oder sehr kleine Gegenstände erkennen und abbilden zu können, bedient man sich optischer Geräte. Diese haben im Prinzip die Aufgabe, den Sehwinkel zu vergrößern. Dabei muss man jedoch beachten, dass Licht Welleneigenschaften besitzt. Somit treten Beugungserscheinungen auf, die das Auflösungsvermögen beeinträchtigen und berücksichtigt werden müssen.

Aufgaben

PHYWE
excellence in science



Der Versuchsaufbau

Untersuchen Sie, wie das Auflösungsvermögen eines Gitters

1. von der Anzahl der beteiligten Gitterspalte und
2. von der Ordnung des Beugungsspektrums abhängt.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Leuchtbbox, Halogen 12 V/20 W	09801-00	1
2	Boden mit Stiel für Leuchtbbox für optische Profilbank	09802-20	1
3	Optische Profilbank für Schülerversuche, l = 600 mm	08376-00	1
4	Farbfiltersatz für additive Farbmischung	09807-00	1
5	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	1
6	Linse auf Reiter, f = +300 mm	09820-04	2
7	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
8	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
9	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	2
10	Messlupe	09831-00	1
11	Blende mit 4 Mehrfachspalten	08526-00	1
12	Gitter, 4 Striche/mm	08532-00	1
13	Spalt bis 1 mm verstellbar	11604-07	1
14	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	1
15	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
16	Karton, schwarz, 200 x 300 mm, 10 Stück	06306-01	1

Aufbau (1/4)

PHYWE
excellence in science

- Bauen Sie mit den beiden Stativstangen und dem variablen Stativfuß die optische Bank auf und legen Sie den Maßstab an (Abb. 1 und Abb. 2).



Abbildung 1



Abbildung 2

Aufbau (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Bauen Sie die Leuchte nach den Abbildungen 3 und 4 auf.
- Spannen Sie die Leuchte so in den linken Teil des Stativfußes ein, dass sie mit der Linsenseite von der optischen Bank weg weist (Abb. 5).
- Schieben Sie die lichtundurchlässige Blende vor die Linse der Leuchte (Abb. 6).



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6

Aufbau (3/4)

PHYWE
excellence in science

- Setzen Sie die Linse mit $f = +50$ mm bei 5,5 cm auf die optische Bank (Abb. 7).
- Platzieren Sie die Fassung mit Skale bei 10 cm und stecken Sie den Blendenhalter mit verstellbarem Spalt auf die Fassung (Abb. 8).



Abbildung 7

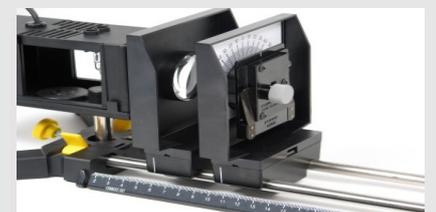


Abbildung 8

Aufbau (4/4)

PHYWE
excellence in science

- Setzen Sie eine Linse mit $f = +300$ mm bei 30 cm, die zweite bei 37 cm und einen Plattenhalter bei 34,5 cm auf (Abb. 9).
- Stellen Sie einen Reiter mit Plattenhalter und Beobachtungsoptik etwa 50 cm rechts von der optischen Bank auf.
- Schieben Sie den Rotfilter in den Schacht der Leuchte (Abb. 10).

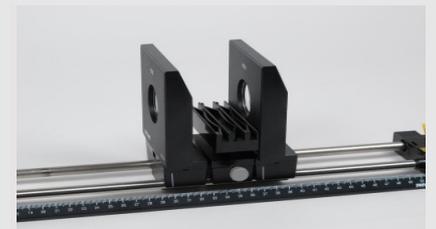


Abbildung 9



Abbildung 10

Durchführung (1/5)

PHYWE
excellence in science

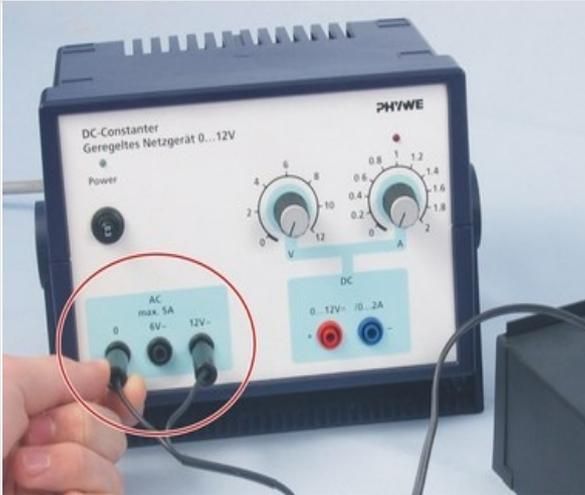


Abbildung 11

- Schließen Sie die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalten Sie das Netzgerät ein (Abb. 11).
- Bilden Sie den Spalt durch Verschieben der Beobachtungsoptik längs der optischen Achse scharf auf der Beobachtungsebene ab.
- Stellen Sie die Breite des Spaltes so ein, dass das Spaltbild etwa 0,2 mm breit ist.

Durchführung (2/5)

PHYWE
excellence in science



Abbildung 12

- Setzen Sie die Blende mit Mehrfachspalten in den Plattenhalter bei 34,5 cm (Abb. 12) und rücken Sie zunächst den 2fach-Spalt in die optische Achse.
- Decken Sie die anderen Mehrfachspalte durch Blenden aus schwarzem Karton (etwa 50 x 50 mm) ab und beschreiben Sie das Beugungsbild.

Durchführung (3/5)

PHYWE
excellence in science



Abbildung 12

- Bringen Sie anstelle des 2fach-Spalts nacheinander den 3fach-, 4fach- und 5fach-Spalt sowie zuletzt das Gitter in den Strahlengang, betrachten und beschreiben Sie die jeweiligen Beugungsbilder und achten Sie dabei auf die Helligkeit sowie die Breite der Beugungstreifen.
- Notieren Sie die Beobachtungen.
- Schalten Sie das Netzgerät aus.

Durchführung (4/5)

PHYWE
excellence in science

Versuch 2

- Entfernen Sie den Rotfilter und belassen sie ansonsten den Aufbau wie im Experiment 1.
- Schalten Sie das Netzgerät ein und betrachten Sie das Beugungsbild, das durch das Gitter mit 4 Strichen/mm erzeugt wird.
- Messen Sie die Breite der Beugungsspektren 1., 2. und 3. Ordnung und notieren Sie die Messwerte.

Durchführung (5/5)

PHYWE
excellence in science

Versuch 2

- Setzen Sie den Rotfilter wieder ein und messen Sie die Breite der Interferenzmaxima des roten Lichtes, das dem Durchlassbereich des Filters entspricht.
- Notieren Sie die Messwerte.
- Schalten Sie das Netzgerät aus.

PHYWE
excellence in science

Protokoll

Aufgabe 1

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Beim 3fach-Spalt erscheint zwischen dem Maximum 0. Ordnung und den Maxima 1. Ordnung jeweils Nebenmaximum; die Maxima 1. Ordnung sind und als beim Doppelspalt. Beim 4fach-Spalt treten zwischen dem Maximum 0. Ordnung und den Maxima 1. Ordnung Nebenmaxima auf, beim 5fach-Spalt Nebenmaxima. Die Maxima 1. und Ordnung werden heller und schärfer. Beim sind die Nebenmaxima verschwunden; die Maxima 1. und höherer (bis 5. Ordnung noch deutlich erkennbar) sind nun noch heller und schärfer.

Aufgabe 2

Welche Schlussfolgerung in Bezug auf das Auflösungsvermögen des Gitters kann aus den Beobachtungen gezogen werden?

- Bei steigender Anzahl der an der Beugung beteiligten Spalte nehmen sowohl die Intensität als auch die Schärfe der Beugungsmaxima 1. Ord. zu, allerdings nimmt beides bei höheren Ordnungen ab.
- Mit zunehmender Anzahl der an der Beugung beteiligten Spalte nehmen die Intensität und die Schärfe der Beugungsmaxima 1. und höherer Ordnung zu.
- Je höher die Anzahl der zur Beugung benutzten Spalte ist, desto niedriger ist die Intensität und Schärfe der Beugungsmaxima 1. und höherer Ordnung.

Aufgabe 3

Variation der Breite des Beugungsspektrums

Mit zunehmender Ordnung die Breite der von einem Gitter erzeugten Beugungsspektren, d.h. einzelne in einem Spektrum enthaltene Bereiche lassen sich in Beugungsspektren höherer Ordnung trennen.

Das Auflösungsvermögen eines Gitters ist um so besser, je die Ordnung des untersuchten Beugungsspektrums ist.

schlechter

besser

schrumpft

wächst

niedriger

höher

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 22: Beschreibung der Beobachtungen	0/7
Folie 23: Auflösungsvermögen des Gitters	0/1
Folie 24: Variation der Breite des Beugungsspektrums	0/3

 Gesamtsumme  0/11