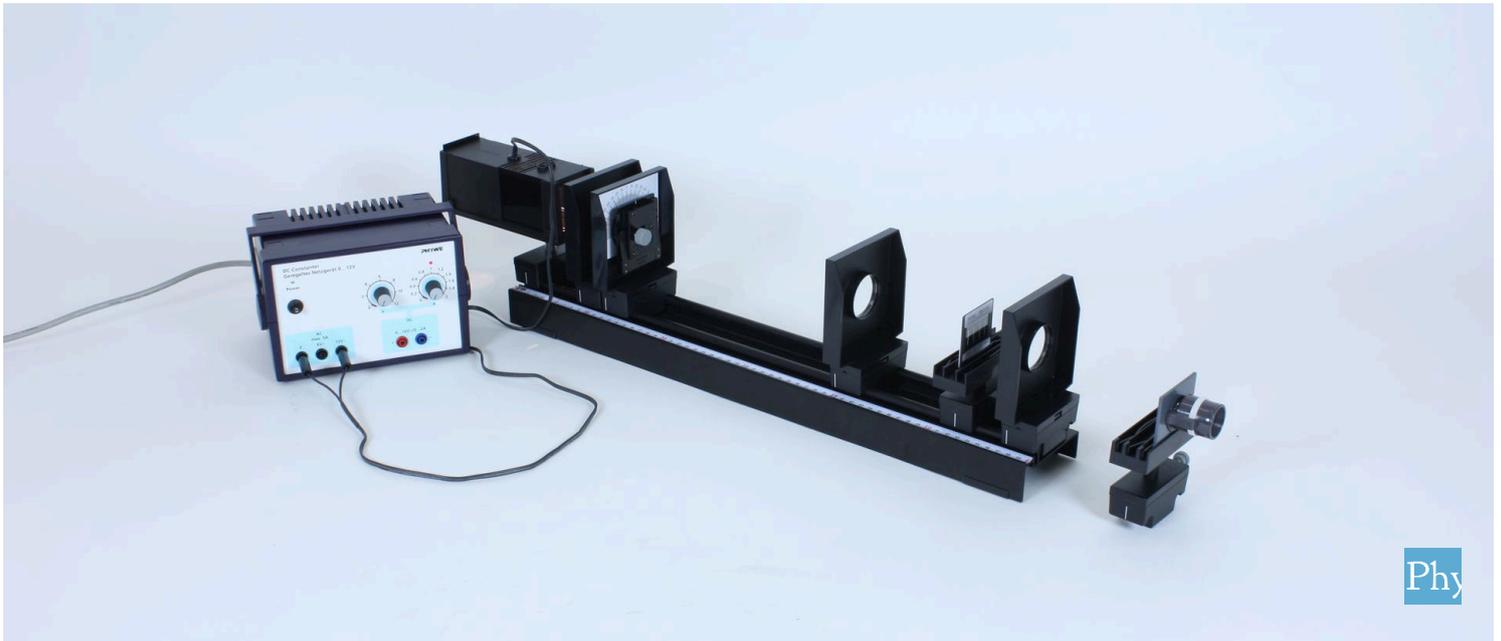


Beugung am Doppelspalt



Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



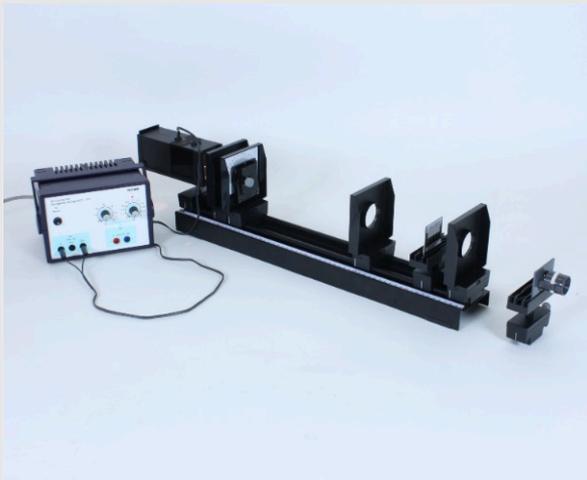
Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Der Versuchsaufbau

Beugung von Licht tritt, obwohl sie nicht immer beobachtbar ist, praktisch überall im Alltag auf, auch an simplen Objekten wie einem Doppelspalt. Durch diesen Versuch werden die geeigneten Bedingungen geschaffen, damit die Wellennatur von Licht bei Durchtritt durch einen Doppelspalt sichtbar wird. Das Phänomen kann mit dem Lichtwellenmodell nach Huygens erklärt werden.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler brauchen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

Prinzip



Wenn ein Lichtbündel auf einen Doppelspalt auftrifft, dann wird es dort gebeugt. Nach dem Huygenschen Prinzip wird das ankommende Lichtbündel als eine Wellenfront verstanden, wobei jeder Punkt auf dieser Wellenfront ein Ausgangspunkt für eine neue Welle, der sogenannten Elementarwelle, darstellt. Die einzelnen Elementarwellen überlagern sich, und es kommt aufgrund der Kohärenz zu einem Interferenzmuster.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler sollen mit diesem Experiment die Erkenntnis gewinnen, dass Licht bei Durchtritt durch einen Doppelspalt gebeugt wird und dahinter ein Beugungsmuster zu beobachten ist. Zudem lernen sie, wie der Abstand und die Breite des Spaltes das Beugungsmuster beeinflusst.

Aufgaben



Die Schüler sollen untersuchen, wie sich bei der Beugung am Doppelspalt das Interferenzmuster in Abhängigkeit von der Spaltbreite b und dem Spaltenabstand g verändert, und die Wellenlänge von rotem Licht bestimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Justierung der Versuchsanordnung sollte im gut abgedunkelten Raum erfolgen. Während der Messungen mit der Beobachtungsoptik muss der Raum etwas aufgehellert werden, sodass die Skale erkennbar ist.

Das Justieren wird keine größeren Schwierigkeiten bereiten, wenn die Schüler bewusst darauf hinarbeiten, dass der Leuchtspalt und der Doppelspalt stets parallel zueinander und in der optischen Achse stehen und beide Spalte des Doppelspalts gleich stark beleuchtet werden. Die Breite des Leuchtspalts muss auf einen günstigen Wert eingestellt werden.

Zur Beobachtung der Helligkeit und Schärfe der Beugungsbilder werden die Schüler die Beugungsbilder der verschiedenen Doppelspalte mehrfach miteinander vergleichen müssen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE
excellence in science

Zusätzliche Informationen

Mit diesem Experiment sollen die Schüler auf das Verstehen des Aufbaus und der Wirkungsweise optischer Transmissionsgitter vorbereitet werden.

Zur Gewinnung ausreichender Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Spaltenabstand und Spaltbreite einerseits sowie Abstand, Helligkeit und Schärfe der Interferenzstreifen andererseits wären keine Messungen erforderlich. Trotzdem werden Messungen der Streifenabstände vorgeschlagen, um an dieser Stelle auch Reflexionen über die Genauigkeit der Versuchsergebnisse anzugehen.

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



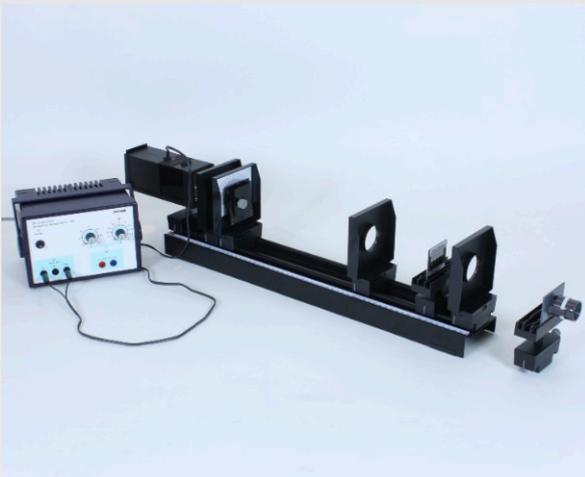
Die Sonne als natürliche Lichtquelle

Als Licht bezeichnet man den für den Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Mit Beugungsobjekten, wie beispielsweise ein Doppelspalt, kann ein besonderes Phänomen des Lichtes - die Interferenzfähigkeit - beobachtet werden, die auf einen Wellencharakter des Lichtes hinweisen.

Doch wie sieht ein Interferenzmuster aus und welche physikalischen Gesetzmäßigkeiten liegen ihm zugrunde? Diese Fragen werden in diesem Versuch untersucht.

Aufgaben

PHYWE
excellence in science



Der Versuchsaufbau

1. Untersuche, wie sich bei der Beugung am Doppelspalt das Interferenzmuster in Abhängigkeit von der Spaltbreite b und dem Spaltenabstand g verändert.
2. Bestimme die Wellenlänge von rotem Licht.

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 Doppelspalten	08523-00	1
12	Spalt bis 1 mm verstellbar	11604-07	1
13	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	1
14	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
15	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
16	Karton, schwarz, 200 x 300 mm, 10 Stück	06306-01	1

Aufbau (1/5)

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



Abbildung 1



Abbildung 2

Aufbau (2/5)

PHYWE
excellence in science

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



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6

Aufbau (3/5)

PHYWE
excellence in science

- Stecke den verstellbaren Spalt (Leuchtspalt) in den Blendenhalter (Abb. 7, Abb. 8) und befestige dies an der Fassung mit Skale (Abb. 9).
- Stelle die Linse mit $f = +50$ mm bei 6 cm auf die optische Bank und die Fassung mit Skale bei etwa 9,5 cm (Abb. 10).



Abbildung 7



Abbildung 8



Abbildung 9



Abbildung 10

Aufbau (4/5)

PHYWE
excellence in science

- Stelle eine Linse mit $f = +300$ mm bei etwa 40 cm und die andere Linse mit $f = +300$ mm am rechten Rand der optischen Bank auf.
- Stelle dicht vor die rechte Linse einen Reiter mit einem Plattenhalter (Abb. 11).
- Stelle den anderen Reiter mit Plattenhalter und Beobachtungsoptik etwa 30 cm rechts neben der optischen Bank auf (Abb. 12).



Abbildung 11



Abbildung 12

Aufbau (5/5)

PHYWE
excellence in science

- Schließe die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalte das Netzgerät ein (Abb. 13).
- Verschiebe die Beobachtungsoptik längs der optischen Achse, bis der Leuchtpalt (verstellbarer Spalt) auf der Beobachtungsebene scharf abgebildet ist.
- Stecke die Blende mit 4 Doppelspalten in die rechte Halterung des anderen Plattenhalters (Abb. 14).



Abbildung 13



Abbildung 14

Durchführung (1/4)

PHYWE
excellence in science

1. Abstand der Interferenzstreifen

- Schiebe den Doppelspalt mit $b = 0,2$ mm und $g = 0,25$ mm in die optische Achse und decke die anderen Spalte mit der lichtundurchlässigen Blende ab (Abb. 15).
- Justiere die Versuchsanordnung ggf. nach, sodass Leuchtpalt und Doppelspalt parallel verlaufen, der Doppelspalt gleichmäßig ausgeleuchtet und der Leuchtpalt so eingestellt ist, dass das Beugungsmuster hell, aber nicht überblendet ist.

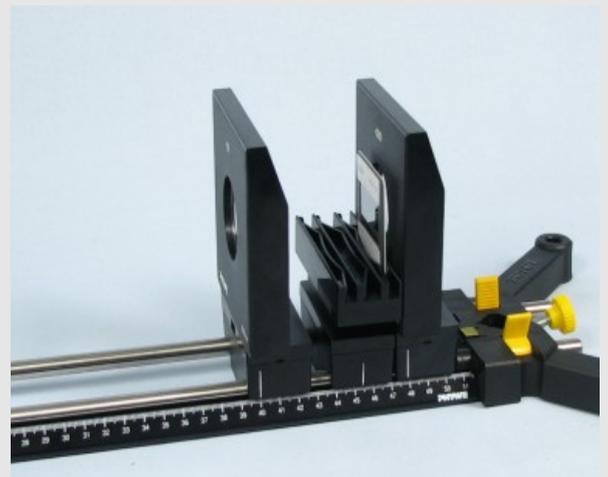


Abbildung 15

Durchführung (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Schiebe den Rotfilter in den Schacht der Leuchte (Abb. 16).
- Bestimme den Abstand d der Interferenzstreifen mit der Beobachtungsoptik und notiere den Messwert für d .

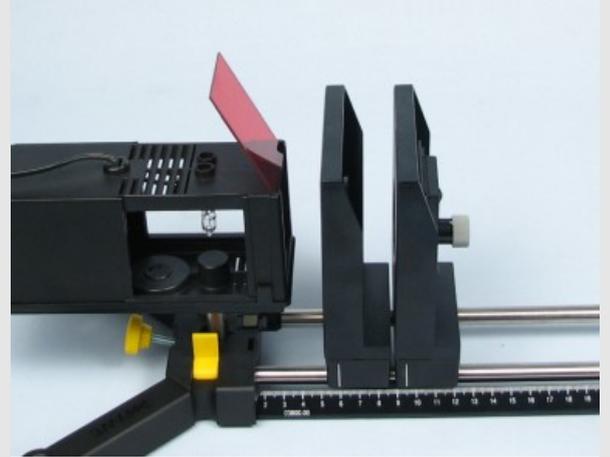


Abbildung 16

Durchführung (3/4)

PHYWE
excellence in science

- Messe den Abstand e der Beobachtungsoptik von der rechten Linse (Abb. 17) und notiere diesen.
- Bringe die 3 anderen Doppelspalte in den Strahlengang, messe jeweils d und notiere die Messwerte.



Abbildung 17

Durchführung (4/4)

2. Teil - Helligkeit und Schärfe der Interferenzstreifen

- Bringe abwechselnd den Doppelspalt mit $b = 0,2$ mm und $g = 0,25$ mm und den Doppelspalt mit $b = 0,1$ mm und $g = 0,25$ mm in den Strahlengang und vergleiche die Interferenzmuster miteinander.
- Beschreibe die Helligkeit und Schärfe (Breite) der Interferenzstreifen.
- Bringe den Doppelspalt mit $b = 0,1$ mm und $g = 0,5$ mm bzw. $g = 1,0$ mm in den Strahlengang.
- Beschreibe die Helligkeit und Schärfe der Interferenzstreifen und schalte schließlich das Netzgerät aus.

PHYWE
excellence in science



Protokoll

Aufgabe 1

Was könnten mögliche Fehlerquellen sein, die zu Abweichungen bei der Berechnung der Wellenlänge λ des roten Lichtes führen?

- Beim Messen der Werte für d_n und e führen Ablesefehler zu ungenauen Messwerten, was in die Berechnung von λ mit einfließt.
- Die angegebenen Werte für die Spaltbreite b und den Spaltabstand g haben eine gewisse, aber nicht bekannte Toleranz.
- Der Rotfilter hat einen breiten Durchlassbereich, sodass nicht gewährleistet werden kann, dass stets das gleiche Rot vermessen wird.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

Einfluss von Spaltbreite b und Spaltabstand d

Je größer b bei konstantem g ist, um so sind die Interferenzstreifen.

kleiner

Je größer g bei konstantem b ist, um so sind die Anzahl und die Schärfe der Interferenzstreifen und um so deren Abstände voneinander.

größer

heller

dunkler

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

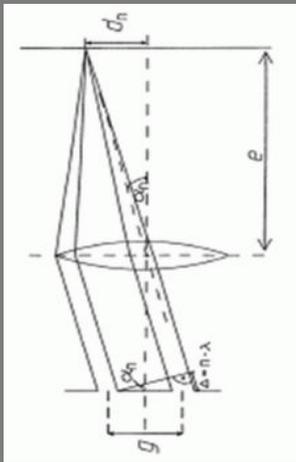


Abbildung 18

Welche Gleichung lässt sich aus Abb. 18 für die Bestimmung der Wellenlänge λ bei der Beugung am Doppelspalt herleiten? Berechnen Sie mit dieser die Werte für die Wellenlänge des roten Lichtes, die sich aus den Messwerten bei Verwendung von den 4 versch. Doppelspalten ergeben.

$\lambda = \Delta \cdot n \cdot \sin(\alpha_n) / (g + e)$

$\lambda = g \cdot d_n / (n \cdot e)$

$\lambda = e \cdot d_n / (g \cdot n)$

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 22: Beobachtungen	0/3
Folie 23: Einfluss von Spaltbreite b und Spaltabstand d	0/3
Folie 24: Gleichung zur Bestimmung der Wellenlänge λ	0/1

Gesamtsumme  0/7