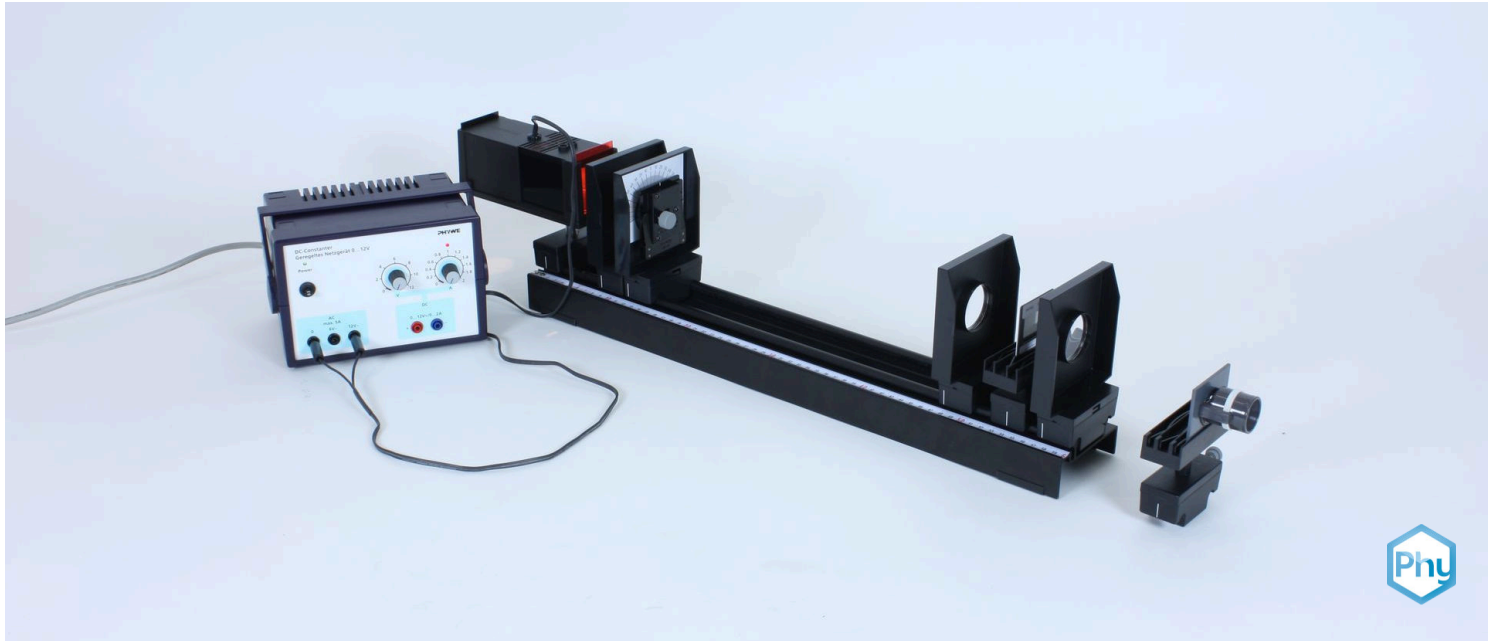


Kohärenzbedingung



Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fb285793222c2000318d0c7>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Obwohl unser Alltag von Licht begleitet wird, treten dennoch nicht immer Interferenzerscheinungen auf. Das hängt damit zusammen, dass Lichtwellen erst die Kohärenzbedingung erfüllen müssen, damit Interferenz beobachtet werden kann.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler brauchen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

Prinzip



Ob Lichtwellen, die sich überlagern, auch interferieren können, hängt davon ab, ob sie kohärent sind oder nicht. Die Bedingung, die erfüllt werden muss, damit Kohärenz besteht, kann in der Form $d \cdot \sin \varepsilon \ll \lambda$ oder $d \cdot D/a \ll \lambda$ dargestellt werden.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Das Ziel des ersten Experiments ist die Überprüfung der Kohärenzbedingung für rotes Licht.

Im zweiten Experiment sollen die Schüler bestätigt finden, dass langwelligeres Licht die Kohärenzbedingung bei gleicher Ausdehnung der Lichtquelle eher erfüllt als kurzwelligeres.

Aufgaben



Die Schüler sollen untersuchen, welche Breite d der Leuchtschlitz haben muss, damit bei Beugung roten Lichtes an einem 3fach-Schlitz Interferenz-Nebenmaxima gerade noch auftreten oder verschwinden. Anschließend sollen sie untersuchen, ob grünes oder blaues Licht bei der ermittelten Schlitzbreite d auch zur Interferenz führt.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Experimente können bei normaler Raumhelligkeit ausgeführt werden. Es empfiehlt sich jedoch gedämpftes Licht, bei dem die Skale der Beobachtungsoptik noch gut ablesbar ist.

Bei der Einstellung der kritischen Leuchtpaltbreite hängt viel davon ab, dass der Leuchtpalt und der 3fach-Spalt parallel zueinander sind.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Zusätzliche Informationen

Kohärenz ist von der räumlichen Ausdehnung (im Experiment Breite d des Leuchtpalts) und vom genutzten Abstrahlungswinkel (des Doppelspalts) abhängig. Weil die Abmessungen des Beugungsobjekts (des 3fach-Spalts) klein gegenüber der Entfernung a der Lichtquelle vom Beugungsobjekt sind, ist $\sin \varepsilon/2 \approx \tan \varepsilon/2 \approx \varepsilon/2 \approx (D/2)/a$, so dass die Kohärenzbedingung in der oben angeführten Form aufgeschrieben werden kann. Ihre Überprüfung erfordert die Messung von d , D und a .

Sicherheitshinweise

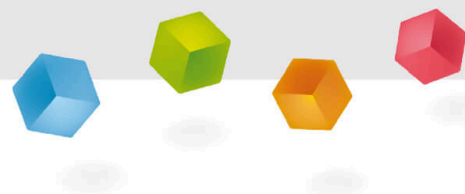
PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE

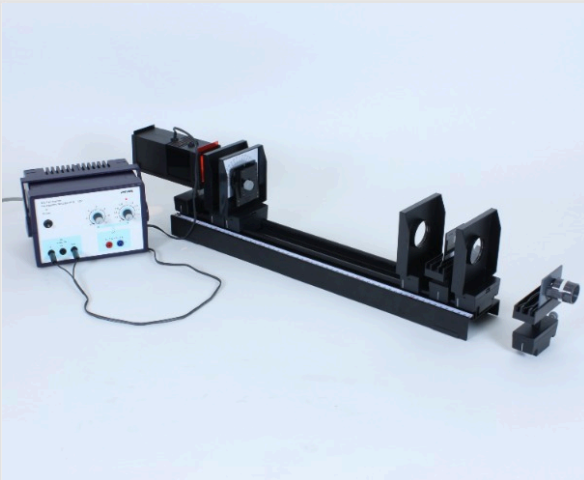


Die Sonne als natürliche Lichtquelle

Als Licht bezeichnet man den für den Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Doch obwohl Licht Welleneigenschaften hat, die sich in Interferenzerscheinungen ausdrücken, sind diese im Alltag nicht immer beobachtbar. Daher wird in diesem Versuch untersucht, unter welcher Bedingung Licht interferieren kann.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

1. Untersuche, welche Breite d der Leuchtsplatt haben muss, damit bei Beugung roten Lichtes an einem 3fach-Splatt Interferenz-Nebenmaxima gerade noch auftreten oder verschwinden.
2. Untersuche anschließend, ob grünes oder blaues Licht bei der ermittelten Splattbreite d auch zur Interferenz gelangt.

Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|---|----------|-------|
| 1 | Leuchtbox, Halogen 12 V/20 W | 09801-00 | 1 |
| 2 | Boden mit Stiel für Leuchtbox 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 = +100 mm | 09820-02 | 1 |
| 7 | Linse auf Reiter, f = +300 mm | 09820-04 | 2 |
| 8 | Reiter für optische Profilbank | 09822-00 | 2 |
| 9 | Fassung mit Skale auf Reiter | 09823-00 | 1 |
| 10 | Plattenhalter für 3 Objekte | 09830-00 | 2 |
| 11 | Messlupe | 09831-00 | 1 |
| 12 | Blende mit 4 Mehrfachspalten | 08526-00 | 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 | Maßband, l = 2 m | 09936-00 | 1 |
| 17 | Karton, schwarz, 200 x 300 mm, 10 Stück | 06306-01 | 1 |

Aufbau (1/5)

PHYWE

Versuch 1

- 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

- 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

- Schiebe den Rotfilter in den anderen Schacht der Leuchte (Abb. 7).
- Stelle die Linse mit $f = +50$ mm bei 6 cm auf die optische Bank (Abb. 8).

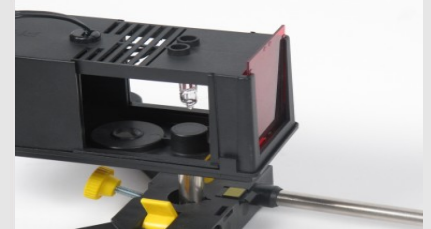


Abbildung 7



Abbildung 8

Aufbau (4/5)

PHYWE

- Stecke bei etwa 9,5 cm die Fassung mit Skale mit aufgestecktem verstellbarem Spalt auf (Abb. 9).
- Platziere eine der Linsen mit $f = +300$ mm bei 40 cm und die andere am Ende der optischen Bank (Abb. 10).



Abbildung 9

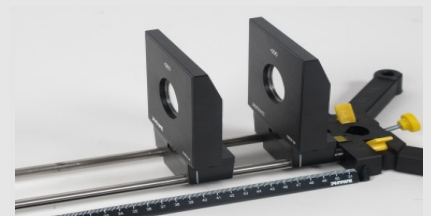


Abbildung 10

Aufbau (5/5)

PHYWE

- Setze zwischen diese Linsen einen Reiter mit Plattenhalter (Abb. 11).
- Stelle einen zweiten Reiter mit dem anderen Plattenhalter und der Beobachtungsoptik etwa 30 cm von der rechten äußersten Linse entfernt auf den Tisch (Abb. 12).

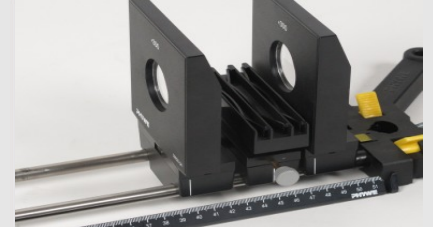


Abbildung 11



Abbildung 12

Durchführung (1/8)

PHYWE



Abbildung 13

- Schließ die Leuchte an das Netzgerät (12 V-) und schalte das Netzgerät ein (Abb. 13).
- Verschiebe die Beobachtungsoptik längs der optischen Achse, bis das zu beobachtende Bild des Leuchtspalts scharf ist.
- Setze ggf. die Spannung an der Leuchte kurzzeitig auf 6 V herab, um Blendwirkung bei der Scharfeinstellung des Bildes zu vermeiden.

Durchführung (2/8)

PHYWE

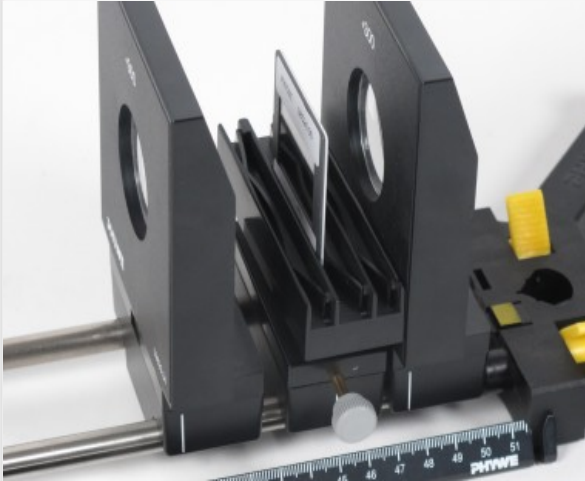


Abbildung 14

- Schiebe die Blende mit den Mehrfachspalten in eine Fassung des Plattenhalters, der zwischen den Linsen mit $f = +300 \text{ mm}$ steht (Abb. 14).
- Rücke den 3fach-Spalt ($n = 3$) in die optische Achse und decke die anderen Mehrfachspalte mit schwarzem Karton ab.
- Schließe den Leuchtspalt.

Durchführung (3/8)

PHYWE

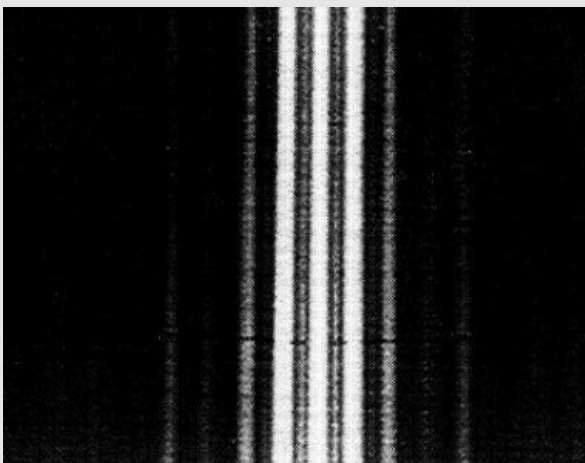


Abbildung 15

- Beobachte durch die Beobachtungsoptik die Beugungsmuster, die bei langsamen Öffnen des Leuchtspalts entstehen; achte dabei vor allem auf die Nebenmaxima (jeweils eins), die zwischen dem Hauptmaximum 0. Ordnung und den Hauptmaxima 1. Ordnung sichtbar sind (vgl. Abb. 15).
- Justiere, falls notwendig, nach: Parallelität von Leuchtspalt und 3fach-Spalt; gleichmäßige (zur optischen Achse symmetrische) Ausleuchtung des 3fach-Spalts.
- Öffne den Leuchtspalt immer weiter, bis die Nebenmaxima **gerade nicht mehr** erkennbar sind.

Durchführung (2/7)

PHYWE

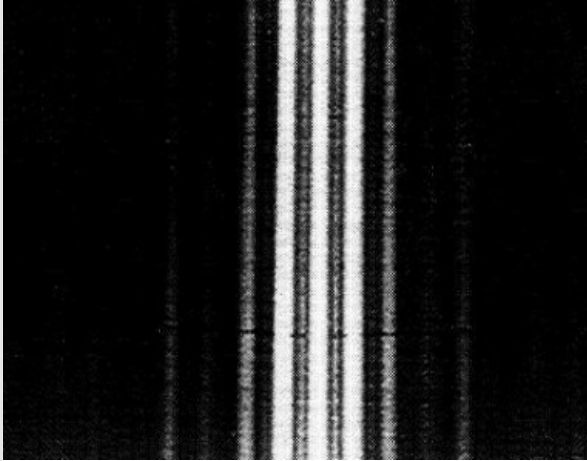


Abbildung 15

- *Hinweis:* Um die Breite d des Leuchtspalts, bei der die Nebenmaxima gerade nicht mehr - oder noch nicht - zu sehen sind, mit größerer Genauigkeit ermitteln zu können, sollte man d wieder etwas verkleinern und dann wieder vergrößern und das mehrmals wiederholen.
- Verändere die Spaltbreite d und die Stellung der Beobachtungsoptik im folgenden nicht.
- Messe und notiere den Abstand a des Leuchtspalts von der ersten Linse mit $f = +300$ mm.

Durchführung (5/8)

PHYWE

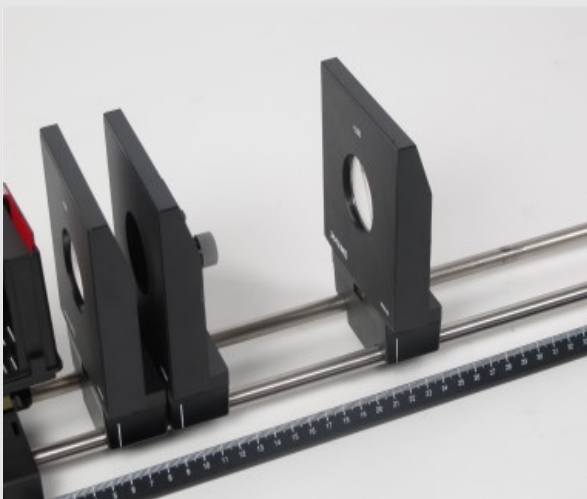


Abbildung 16

- Zur Ermittlung der Spaltbreite d variiere den Aufbau wie folgt:
- Entferne beide Linsen mit $f = +300$ mm und den Plattenhalter mit den Mehrfachspalten; Stelle die Linse mit $f = +100$ mm bei etwa 22 cm auf (Abb. 16).
- Verschieben die Linse mit $f = +100$ mm so lange, bis in der Beobachtungsebene der Messoptik ein scharfes Bild des Leuchtspalts entsteht.

Durchführung (6/8)

PHYWE

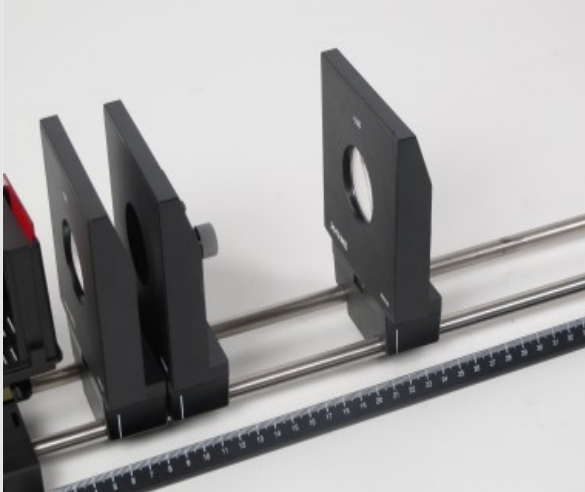


Abbildung 16

- Messe und notiere die Breite d' des Spaltbilds.
- Messe und notiere die Bildweite b (Abstand Abbildungslinse - Beobachtungsebene) sowie die Gegenstandsweite g (Abstand Spalt - Abbildungslinse).
- Schalte das Netzgerät aus.

Durchführung (7/8)

PHYWE

Versuch 2

- Stelle den Aufbau wie zu Beginn des 1. Versuchs wieder her.
- Schalte das Netzgerät ein und überprüfe, ob der Leuchtspekt noch scharf abgebildet wird.
- Justiere den 3fach-Spekt wie beim Experiment 1 ein und stelle den Leuchtspekt so ein, dass die Nebenmaxima **gerade noch** erkennbar sind.

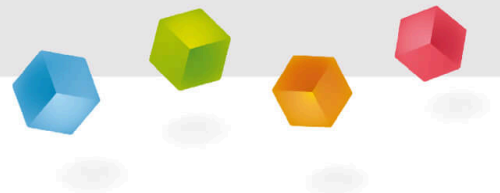
Durchführung (8/8)

PHYWE

- Ersetze den Rotfilter durch den Grünfilter und achte auf die Nebenmaxima im Beugungsbild.
- Notiere die Beobachtungen.
- Ersetze den Grünfilter durch den Blaufilter.
- Beobachte das Beugungsbild und notiere die Beobachtungen.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Ziehen Sie die Kasten in die richtigen Felder.

Die Kohärenzbedingung ist für Licht einer bestimmten um so besser erfüllt, je kleiner die der Lichtquelle (des Leuchtpalts) ist. Das Produkt $d \cdot \sin \varepsilon$ oder $d \cdot D/a$ muss um so kleiner sein, je kleiner die Wellenlänge des Lichtes ist, das kohärent, also sein soll. Es muss stets möglichst klein gegenüber der Wellenlänge sein.

Breite

Wellenlänge

Ausdehnung

interferierfähig

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

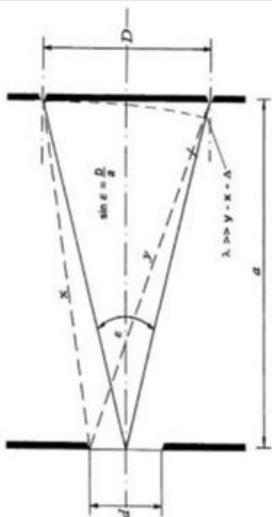


Abbildung 17

Für Lichtwellen, die bei ihrer Überlagerung interferieren sollen, muss die Kohärenzbedingung $d \cdot \sin \varepsilon \ll \lambda$ erfüllt sein (vgl. Abb. 17, die die Bedingungen für einen Doppelspalt illustriert). Überprüfen Sie anhand der Messwerte, ob diese Bedingung bei dem durchgeführten Experiment auch erfüllt war; gehen Sie davon aus, dass für das rote Licht eine Wellenlänge von etwa 620 nm angenommen werden kann.

Die Kohärenzbedingung ist für rotes Licht nicht erfüllt.

Die Kohärenzbedingung ist für rotes Licht erfüllt.

Aufgabe 3

PHYWE

Welche Gleichung gilt für die Vergrößerung V bei der Abbildung an Linsen? Berechnen Sie damit die Breite d des Leuchtpalts, bei der die 1. Nebenmaxima gerade nicht mehr (oder noch nicht) zu sehen waren.

☐ $V = d' / d$

☐ $V = g / b$

☐ $V = b / g$

☒ Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 26: Beschreibung der Beobachtungen

0/4


Folie 27: Kohärenzbedingung

0/1

Folie 28: Vergrößerung bei Linsenabbildungen

0/2

Gesamtsumme

 0/7 Lösungen Wiederholen