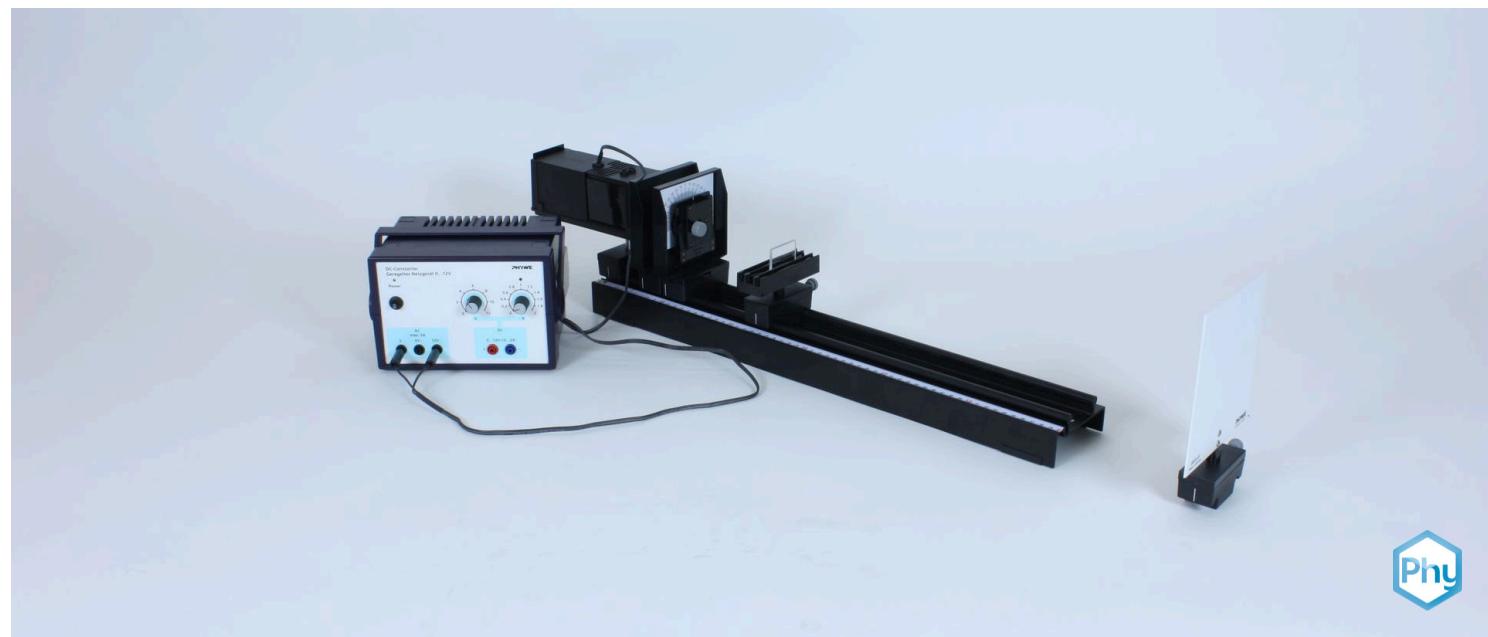


Fresnelscher Biprismaversuch



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/5f5a640eb1d6010003399d0c>

PHYWE

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE

Versuchsaufbau

Neben dem Experiment mit dem Fresnelschen Doppelspiegel ist das Experiment mit dem Fresnelschen Biprisma eines der historisch bedeutsamen Experimente, die im 18. und 19. Jahrhundert durchgeführt wurden, um die Wellennatur des Lichtes nachzuweisen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler benötigen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

Prinzip



Bei dem Fresnelschen Bisprisma schließen die Flächen, auf die das von einem Leuchtpunkt ausgehende Licht auftrifft, einen Winkel von nahezu 180° ein. Trifft ein divergentes Lichtbündel auf die Kante des Biprisma, dann erhält man durch Brechung zwei divergente, kohärente Lichtbündel, die von zwei virtuellen Spalten auszugehen scheinen und jenseits des Biprisma interferieren.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Der Versuch soll den Schülern den Wellencharakter des Lichtes veranschaulichen. Die Schüler lernen, wie man aus dem Interferenzmuster die Wellenlänge bestimmt.

Aufgaben



Die Schüler sollen zunächst den Aufbau des Versuchs mit dem Biprisma kennenlernen und die Interferenzmuster beschreiben. Im zweiten Versuch soll die Wellenlänge von rotem Licht ermittelt werden. Durch Verwendung der anderen Filter ist es auch möglich, die Wellenlänge für weitere Farben - evtl. im arbeitsteiligen Vorgehen - zu bestimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Justierung der Versuchsanordnung muss im gut abgedunkelten Raum erfolgen. Dabei muss insbesondere erreicht werden, dass der Spalt parallel zu der ihm zugewandten stumpfen Kante des Biprismas verläuft und dass beide Einfallsebenen des Biprismas gleichstark beleuchtet werden.

Während der Messungen mit Hilfe der Beobachtungsoptik muss der Raum aufgehellt werden, damit die Skale der Messeinrichtung sichtbar wird.

Die Schüler sollten darauf aufmerksam gemacht werden, dass sie bei der Arbeit mit der Beobachtungsoptik so in deren Linse schauen, dass das Blickfeld gleichmäßig ausgeleuchtet wird.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE

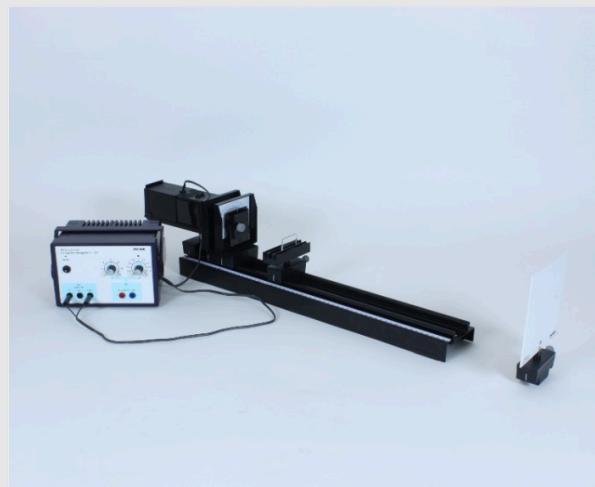
Die Sonne als natürliche Lichtquelle

Als Licht bezeichnet man den für den Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Mit Beugungsobjekten, wie beispielsweise eines Biprismas, 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



Der Versuchsaufbau

1. Lasse ein schmales Lichtbündel auf die stumpfe Kante eines Fresnelschen Biprismas auftreffen, und beobachte die dabei auftretenden Erscheinungen.
2. Bestimme den Abstand der virtuellen Lichtquellen und ermittel damit und mit Hilfe der Interferenzmuster die Wellenlänge von rotem Licht.

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, $f = +300$ mm	09820-04	1
7	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
8	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
9	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
10	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	2
11	Messlupe	09831-00	1
12	Biprisma nach Fresnel	08556-00	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

Aufbau (1/4)

PHYWE

Versuch 1

- Baue, wie in Abbildung 1 zu sehen, mit den beiden Stativstangen und dem variablen Stativfuß die optische Bank auf und lege den Maßstab an.



Abbildung 1

Aufbau (2/4)

PHYWE

- Baue die Leuchte nach Abb. 2 und 3 auf und spanne die Leuchte in den linken Teil des Stativfußes so ein, dass sie mit der Linsenseite von der optischen Bank weg weist (Abb. 4).
- Schiebe die lichtundurchlässige Blende vor die Linse mit der Leuchte (Abb. 5).



Abbildung 2



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5

Aufbau (3/4)

- Befestige den Blendenhalter mit verstellbarem Spalt auf der Fassung mit Skale (Abb. 6 - 8).
- Stelle die Linse mit $f = +50 \text{ mm}$ unmittelbar neben die Leuchte und die Fassung mit Skale bei etwa 8 cm auf die optische Bank (Abb. 9).



Abbildung 6



Abbildung 7



Abbildung 8

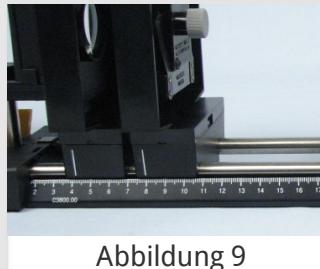


Abbildung 9

Aufbau (4/4)

- Klemme das Biprisma auf den Plattenhalter, befestige diesen auf einem Reiter und stelle dieses bei etwa 21 cm auf die optische Bank mit der Ecke des Biprismas in Richtung Spalt (Abb. 10 und Abb. 11).
- Stelle den Schirm auf einem Reiter bei etwa 90 cm auf (Abb. 12).
- Schließe die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) (Abb. 13) und schalte es ein.

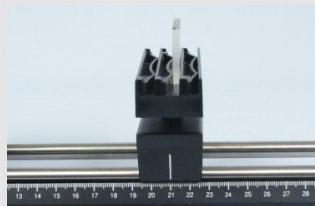


Abbildung 10



Abbildung 11

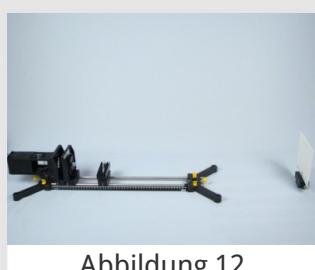


Abbildung 12



Abbildung 13

Durchführung (1/5)

PHYWE



Abbildung 14

- Beobachte das Muster auf dem Schirm. Sollte das Muster nicht deutlich sichtbar sein, justiere das Biprisma seitlich und, wenn nötig, drehe die Spaltblende leicht, sodass das Licht genau die Mitte des Biprismas trifft und dass der Spalt parallel zur stumpfen Ecke ist.
- Entferne den Schirm aus dem Reiter und ersetze ihn durch den zweiten Plattenhalter mit der Beobachtungsoptik (Abb. 14).

Durchführung (2/5)

- Beobachte die Interferenzstreifen.
Hinweis: Wenn die Ringe nicht gleichmäßig verteilt sind, führe die Feinjustierung noch einmal durch. Um dies zu tun platziere den Reiter mit der Beobachtungsoptik auf der optischen Bank. Jetzt kann einfach die Position des Biprismas und des Spaltes korrigiert werden, und die Änderungen der Interferenzringe beobachtet werden. Positioniere danach die Beobachtungsoptik wieder bei 90 cm, um die Interferenzringe zu beobachten.
- Beschreibe die Beobachtungen und notiere sie.

Durchführung (3/5)

PHYWE

Versuch 2

- Schiebe bei zunächst unverändertem Versuchsaufbau den Rotfilter in den Schacht der Leuchtbox (Abb. 15).

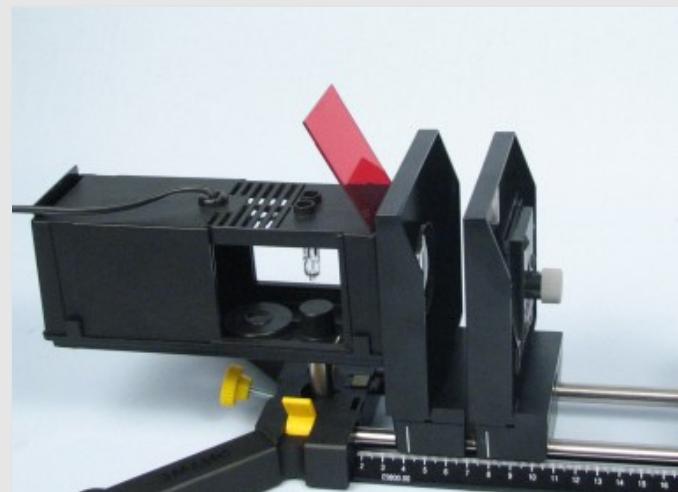


Abbildung 15

Durchführung (4/5)

PHYWE

- Messe den Abstand d zwischen den roten Interferenzstreifen mit der Beobachtungsoptik. Bestimme dazu den Abstand zwischen einigen (d_n für $(n + 1)$ Streifen; siehe Abb. 16) und bilde den Mittelwert. Notiere das Ergebnis.
- Messe den Abstand e zwischen dem Spalt und der Beobachtungsoptik und notiere das Ergebnis.

d_n – Distance from fringe of the n th order to the centre of the interference pattern
 Δ – Phase difference of two interfering wave trains

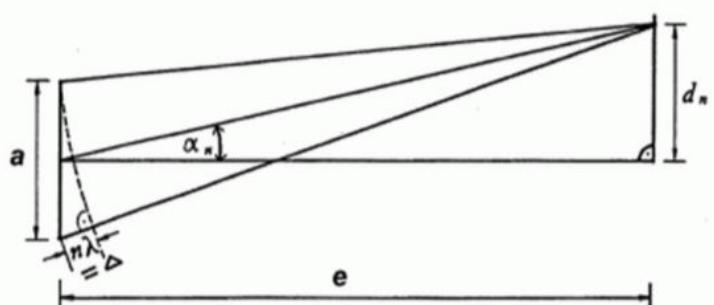


Abbildung 16

Durchführung (5/5)

PHYWE



Abbildung 17

- Stelle zur Ermittlung des Abstandes der beiden virtuellen Lichtquellen (Spalte) die Linse mit $f = +300 \text{ mm}$ am rechten Ende der optischen Bank (Abb. 17). Halte den Schirm wieder in den Strahlengang und verschiebe ihn so weit, bis die virtuellen Spalte scharf abgebildet werden.
- Stelle die Beobachtungsoptik an die Stelle, wo diese Bilder im Fokus sind. Messe den Abstand a' zwischen den Bildern (vgl. Abb. 18) und notiere ihn.
- Messe den Abstand g zwischen dem verstellbaren Spalt (bzw. den virtuellen Spalten) und der Linse mit $f = +300 \text{ mm}$ sowie den Abstand b zwischen der Linse und der Beobachtungsoptik (vgl. Abb. 18).
- Schalte das Netzgerät aus.

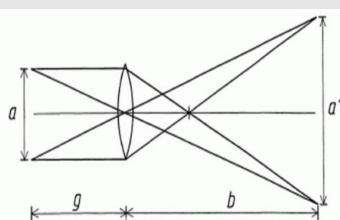


Abbildung 18

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Das vom verstellbaren Spalt ausgehende [redacted] wird zu [redacted]. Teilen von den beiden Hälften des Biprismas [redacted]. Die gebrochenen Lichtbündel, die von zwei [redacted] Lichtquellen herzukommen scheinen, überlagern sich in einem Teil des Raumes. Und weil sie [redacted] Lichtbündel sind, [redacted] sie und bilden die Interferenzstreifen. Falls der Gangunterschied Δ zweier Lichtstrahlen, die von je einer der beiden virtuellen Lichtquellen ausgehen, ein [redacted] Vielfaches von λ beträgt, verstärken sie sich maximal, und sie löschen sich aus, falls $\Delta = (2n - 1)(\lambda / 2)$ mit $n = 1, 2, 3, \dots$ beträgt.

ganzzahliges
virtuellen
kohärente
Lichtbündel
gebrochen
interferieren
gleichen

Überprüfen

Aufgabe 2

Welche Gleichung gilt für hinreichend kleine Winkel α_n ?

$\cos(\alpha_n) = \sin(\alpha_n)$

$\cos(\alpha_n) = \tan(\alpha_n)$

$\tan(\alpha_n) = \sin(\alpha_n)$

Berechne den Abstand a der beiden virtuellen Spalte mit Hilfe der Gleichung $a / a' = g / b$ (vgl. Abb.18) und notiere das Ergebnis.

Aufgabe 3

PHYWE

Leite nun anhand Abb. 16 und unter Benutzung der Antworten aus Aufg. 2 eine Gleichung zur Berechnung der Wellenlänge λ her. Mit welchen der folgenden Gleichungen stimmt diese überein? Bestimme anschließend die Wellenlänge vom roten Licht.

$\sin(\alpha_n) = \frac{n \cdot \lambda}{a}$

$\frac{\sin(\alpha_n)}{\tan(\alpha_n)} = n \cdot \lambda \cdot a$

$\lambda = \frac{a \cdot d_n}{e \cdot n}$

✓ Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 21: Zustandekommen der Interferenzstreifen

0/7

Folie 22: Kleinwinkelnäherung und Spaltabstand

0/1

Folie 23: Bestimmung der Wellenlänge

0/2**Gesamtsumme****0/10****Lösungen****Wiederholen****14/14**