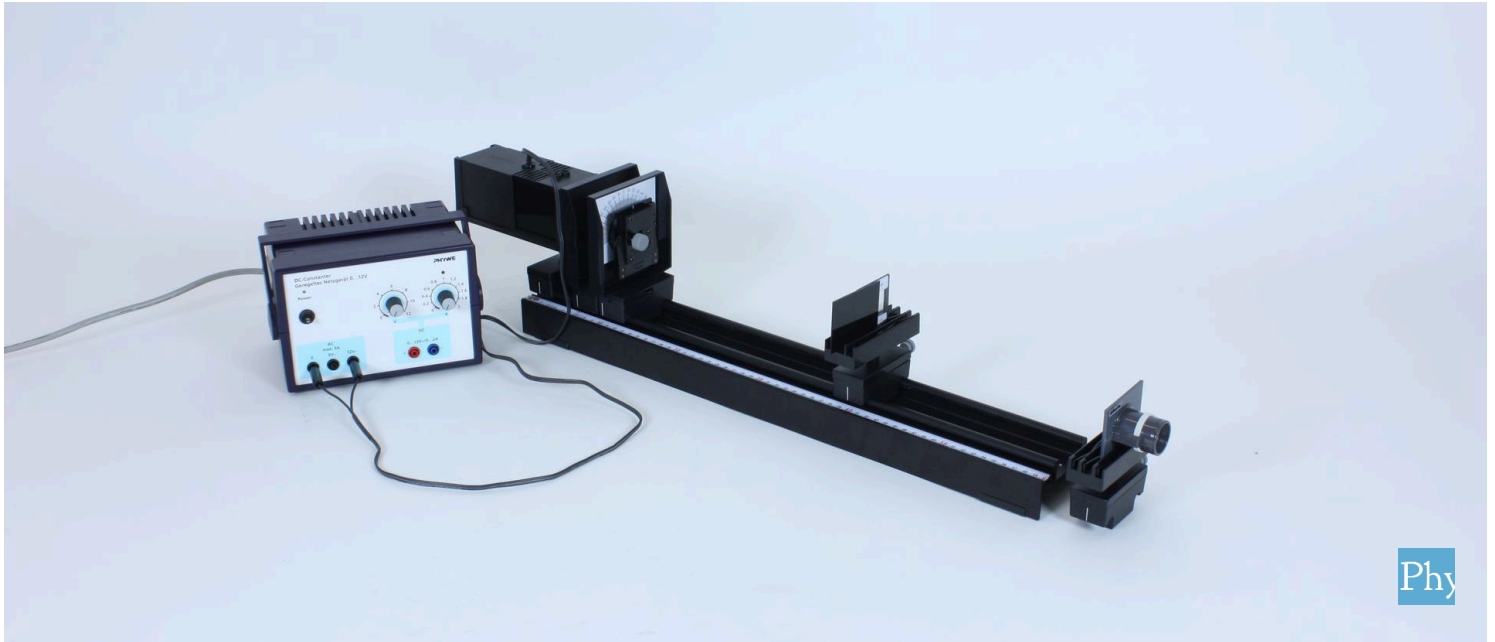


Beugung am schmalen Hindernis (Steg) - das Babinet'sche Theorem -



Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



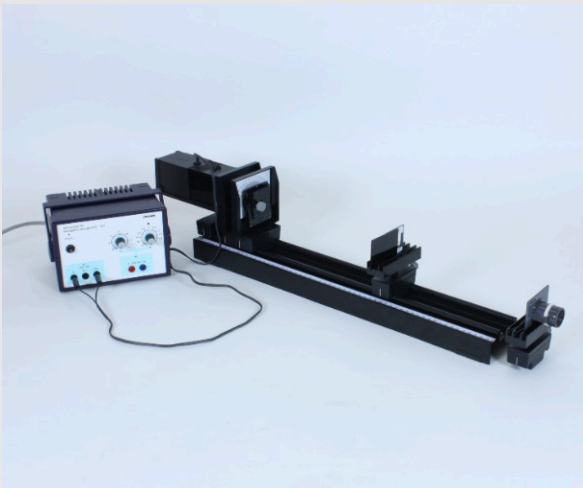
Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Der Versuchsaufbau

Durch diesen Versuch tritt die Wellennatur von Licht durch die Beugung an einem Steg zum Vorschein. Zudem wird Kombination mit dem Versuch der Beugung am Spalt das babinetsche Theorem bestätigt.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler benötigen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

Prinzip



Das babinetsche Theorem sagt, dass Beugungserscheinungen hinter komplementären Schirmen identisch sind. Bei der eingesetzten Blende haben Spalt und Steg (das schmale Hindernis) gleiche Abmessungen; sie bilden damit zueinander komplementäre Schirme, d.h., sie führen - zusammengenommen - zu totaler Auslöschung. In der Beobachtungsebene müssen deshalb die Amplituden der nach Beugung am Spalt oder Hindernis interferierenden Wellen gleich groß, aber um 180° phasenverschoben sein.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler sollen mit diesem Experiment die Erkenntnis gewinnen, dass im Schattenraum hinter einem schmalen Hindernis regelmäßige Aufhellungen zu beobachten sind, die durch Beugung an den Kanten des Hindernisses entstehen.

Durch den Vergleich mit den Beugungsmustern, die durch Beugung an einem Spalt entstehen, der die gleiche Breite wie das Hindernis hat, sollen die Schüler das Babinetsche Theorem erkennen bzw. bestätigt finden.

Aufgaben



Die Schüler sollen ein schmales Lichtbündel auf ein schmales Hindernis auftreffen und teilweise seitlich daran vorbeistreifen lassen, und die entstehenden Schatten beobachten. Dann sollen Sie diesen Schatten mit dem Beugungsbild, das entsteht, wenn das Lichtbündel auf einen Spalt trifft, der die gleiche Breite wie das Hindernis hat, vergleichen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Das Experiment kann bei nahezu normaler Raumhelligkeit durchgeführt werden. Damit erweisen sich der Aufbau und die Durchführung als relativ leicht.

Ob mit 12 V~ oder 6 V ~ Betriebsspannung für die Leuchte gearbeitet wird, hängt von der gewählten Breite des Leuchtspalts und vom subjektiven Helligkeitsempfinden des Experimentators ab.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE
excellence in science

Anmerkungen

Das Experiment könnte noch dadurch erweitert werden, dass die Entfernung des schmalen Hindernisses von der Beobachtungsebene kontinuierlich verändert wird. Dann können die Schüler z.B. beobachten, wie mit immer geringer werdender Entfernung laufend abwechselnd helle und dunkle Streifen von außen in den Schattenraum hineindrängen.

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE
excellence in science

Anmerkungen

Auf Messung und die mathematische Durchdringung des Phänomens wurde deshalb verzichtet, weil es in diesem Experiment vor allem um das Erkennen des Babinetschen Theorems geht, wozu halbquantitative Aussagen ausreichen. Messungen und Berechnungen, z.B. von Wellenlängen des roten Lichtes, sind eher bei der Beugung am Doppelspalt und am Gitter zu empfehlen.

Sicherheitshinweise

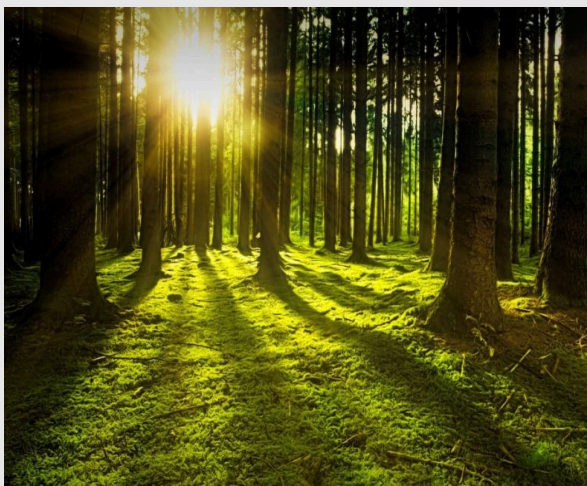
PHYWE
excellence in science

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



Schülerinformationen

Motivation



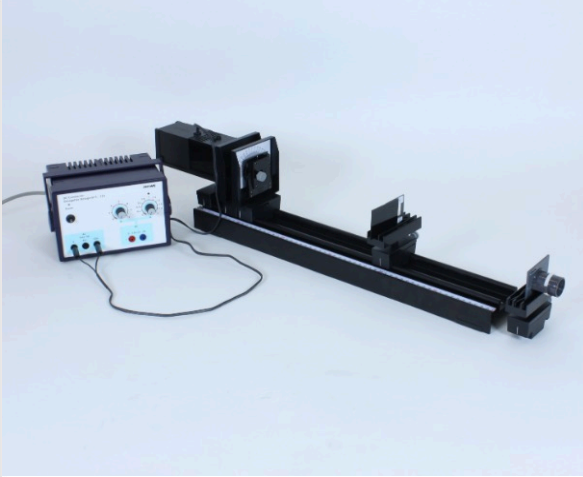
Die Sonne als natürliche Lichtquelle

Als Licht bezeichnet man den für den Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Mit Beugungsobjekten, wie beispielsweise ein schmaler Steg, 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. Lasse ein schmales Lichtbündel auf ein schmales Hindernis auftreffen und teilweise seitlich daran vorbeistreichen, und beobachte den entstehenden Schatten.
2. Vergleiche diesen Schatten mit dem Beugungsbild, das entsteht, wenn das Lichtbündel auf einen Spalt trifft, der die gleiche Breite wie das Hindernis hat.

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	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
7	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
8	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	2
9	Messlupe	09831-00	1
10	Blende mit Spalt, Steg und Kante	08521-00	1
11	Spalt bis 1 mm verstellbar	11604-07	1
12	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	1
13	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
14	Karton, schwarz, 200 x 300 mm, 10 Stück	06306-01	1

Aufbau (1/5)

PHYWE
excellence in science

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



Abbildung 1

Aufbau (2/5)

PHYWE
excellence in science

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



Abbildung 2



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5

Aufbau (3/5)

- Stelle die Linse mit $f = +50$ mm unmittelbar neben der Leuchte auf die optische Bank (Abb. 6).

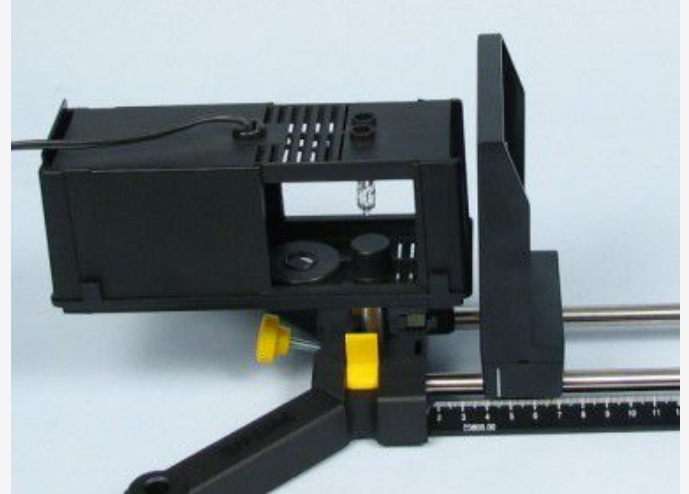


Abbildung 6

Aufbau (4/5)

PHYWE
excellence in science

- Stecke den verstellbaren Spalt (Leuchtschlitz) in den Blendenhalter (Abb. 7, Abb. 8) und befestige dies an der Fassung mit Skale (Abb. 9).
- Stecke dann die Fassung mit Skale neben der Linse (Abb. 10).

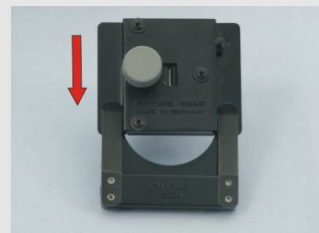


Abbildung 7



Abbildung 8



Abbildung 9

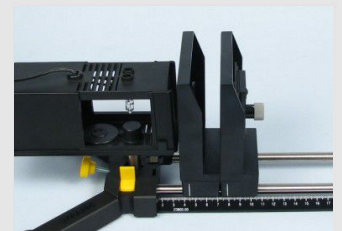


Abbildung 10

Aufbau (5/5)

PHYWE
excellence in science

- Setze einen Plattenhalter mit Reiter am Ende der optischen Bank auf (Abb. 11).



Abbildung 11

Durchführung (1/4)

PHYWE
excellence in science

- Schließe die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) (Abb. 12) und schalte das Netzgerät an.
- Öffne den verstellbaren Spalt (Leuchtspalt) etwas.
- Schiebe die Blende mit Spalt und Steg (schmales Hindernis) (Abb. 13) so auf den Plattenhalter (Abb. 14), dass das **Hindernis** symmetrisch vom Lichtstrahl getroffen wird.
- Decke den Spalt mit der lichtundurchlässigen Blende ab (Abb. 15).



Abbildung 12

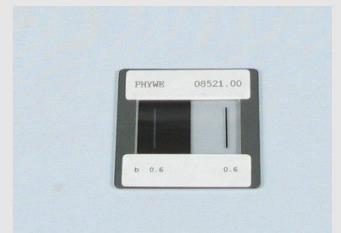


Abbildung 13



Abbildung 14

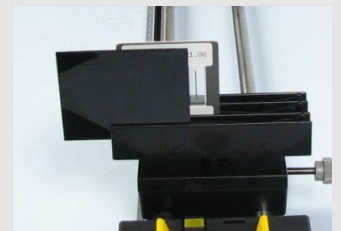


Abbildung 15

Durchführung (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Bringe den Reiter mit dem anderen Plattenhalter und der Beobachtungsoptik in einer Entfernung von 20 cm bis 30 cm vom schmalen Hindernis entfernt in den Strahlengang (Abb. 16).
- Betrachte den Schatten des schmalen Hindernisses durch die Beobachtungsoptik hindurch; justiere ggf. die folgenden Aspekte nach: Parallelität von Leuchtpalt und Hindernis gewährleisten, Hindernis symmetrisch beleuchten, optimale Breite des Leuchtpalts einstellen.
- Schließe evtl. die Leuchte an 6 V~ an, um Blendwirkung zu vermeiden (vgl. Abb. 12).



Abbildung 16

Durchführung (3/4)

PHYWE
excellence in science

- Schiebe den Rotfilter in den Schacht der Leuchte (Abb. 17).
- Betrachte mit der Beobachtungsoptik das entstandene Muster. Beschreibe schriftlich Ihre Beobachtungen vor und nach dem Einschieben des Rotfilters.
- Stelle die Beobachtungsoptik etwa 80 cm vom Hindernis entfernt auf.
- Betrachte den Schattenraum und notiere deine Beobachtungen.

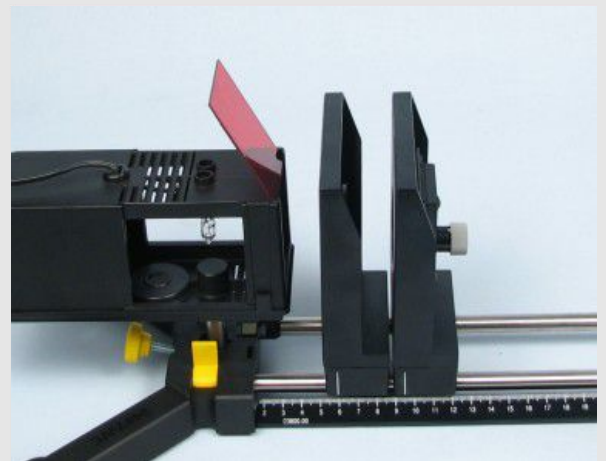
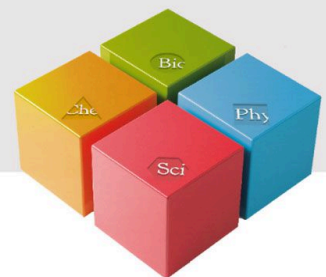


Abbildung 17

Durchführung (4/4)

- Beleuchte nun den **Spalt** und decke das Hindernis (Steg) ab. Betrachte und beschreibe das Beugungsmuster.
- Platziere die Beobachtungsoptik wieder wie vorher (20 bis 30 cm vom Spalt bzw. Hindernis entfernt); betrachte und beschreibe das Beugungsmuster.
- Entferne die lichtundurchlässige Blende und beleuchte gleichzeitig sowohl den Spalt als auch das gleich breite Hindernis.
- Betrachte und vergleiche durch seitliche Verschiebung der Beobachtungsoptik abwechselnd das Beugungsmuster hinter dem Spalt und hinter dem schmalen Hindernis; notiere die Beobachtungen.

PHYWE
excellence in science



Protokoll

Aufgabe 1

Welche der folgenden Aussagen konnten beobachtet werden?

- In der Mitte des Schattenraums entsteht immer ein heller Interferenzstreifen.
- Durch Beugung an einem Spalt, der die gleichen Abmessungen wie das schmale Hindernis hat, entsteht hinter der Spaltöffnung ein umgekehrtes Interferenzmuster in derselben Beobachtungsebene.
- Die Anzahl und der Abstand untereinander der Interferenzstreifen hinter dem Steg hängen von der Entfernung zur Beobachtungsebene ab.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

Einfluss des Beugungsobjektabstands

Je kleiner die Entfernung des Beugungsobjektes ist,
desto ist die Anzahl und umso
ist der Abstand der Interferenzstreifen voneinander.

kleiner

größer

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

Es ist im Hinblick auf die entstehenden Interferenzmuster gleich, ob die Beugung an einer kleinen Öffnung oder an einem Hindernis erfolgt, das die gleichen Abmessungen wie die Öffnung hat.

 Wahr Falsch Überprüfen

An einer Kante wird vorbeistreichendes Licht stets zum Teil gebeugt, also auch an den Kanten, die das schmale Hindernis begrenzen. Weil diese Kanten jeweils den gleichen Abstand voneinander haben, müssen die entstehenden Interferenzmuster gleich sein.

 Wahr Falsch Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 23: Beobachtungen	0/2
Folie 24: Einfluss des Beugungsobjektabstands	0/2
Folie 25: Mehrere Aufgaben	0/2

Gesamtsumme  0/6