

Beugung an einem Steg - Babinetsches Theorem



Das Babinetsche Theorem besagt, dass komplementäre Objekte (Spalt-Steg oder Draht) Beugungsmuster liefern, die außerhalb des zentralen Maximums identisch sind. In diesem Versuch wird das Babinetsches Theorem durch die Beugung an einem Steg untersucht.

Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

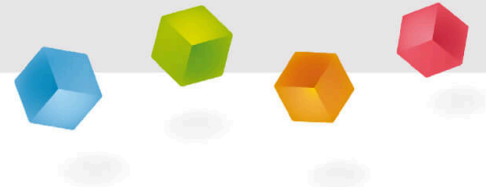
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f832c19c1243e00034065f4>

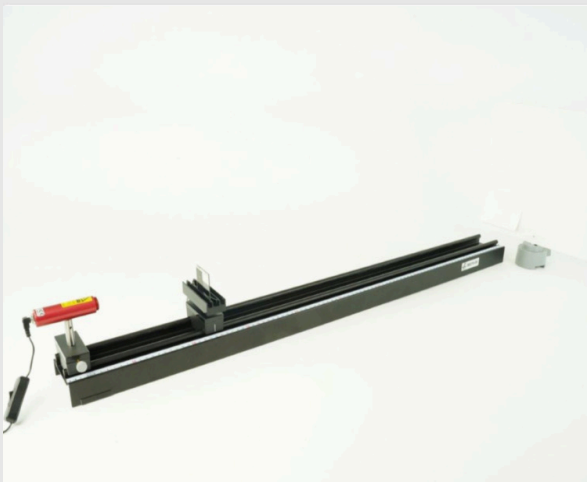
PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Fällt Licht auf einen Spalt oder einen Steg, so werden die Lichtstrahlen am Rand dieser Objekte gebeugt und es kommt zu Interferenz.

Das Babinetsche Theorem besagt, dass die Interferenzmuster eines Spalts und eines Steges gleicher Dicke bis auf das erste Maximum identisch sind.

Anwendung findet das Babinetsche Theorem vor allem in der Elektrodynamik. Dort kann es zum Beispiel dazu verwendet werden, das elektrische Feld in einem Loch in einer unendlich großen leitenden Ebene zu bestimmen. Dafür werden Loch und Ebene vertauscht, da sie sich nach dem Babinetschen Theorem gleich verhalten.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Für das Verständnis dieses Versuchs sollten bereits grundlegendere Versuche zu Beugungsphänomenen durchgeführt worden sein, wie zum Beispiel der Versuch "Bestimmung der Wellenlänge eines Lasers mit einem optischen Gitter".

Prinzip



Fällt Licht auf ein Beugungsobjekt wie ein Steg oder ein Spalt, so sind die Ränder dieses Objektes Ausgangspunkte von Elementarwellen, die miteinander interferieren. Für das Interferenzmuster spielt lediglich der Abstand dieser Quellen eine Rolle, nicht was dazwischen liegt.

Somit unterscheiden sich die Interferenzmuster gleich breiter Spalte und Stege nur im ersten Maximum, dort wo das eigentliche Objekt abgebildet wird.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Auch an einem Steg findet Beugung statt, sodass ein Interferenzmuster zu sehen ist. Das Babinet'sche Theorem besagt, dass die Interferenzmuster von Stegen und Spalten gleicher Breite bis auf das erste Maximum identisch sind. Das liegt daran, dass immer die Ränder des Beugungsobjektes Ausgangspunkte der Elementarwellen sind, die interferieren.

Aufgaben



- Beobachten der Interferenzmuster
- Interpretieren und Erklären der Ergebnisse

Sicherheitshinweise

PHYWE



Es muss unbedingt vermieden werden, direkt in das Laserlicht zu blicken.

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE

Fällt ein paralleler Lichtstrahl auf einen Steg der Breite d , so werden die Randstrahlen nach dem Huygensschen Prinzip an den Hinderniskanten gebeugt. Da die Strahlen von der gleichen Lichtquelle ausgehen, dringen diese somit als zwei phasengleiche Wellensysteme in den Bereich des geometrischen Schattens ein.

Überlagern sich die gebeugten Randstrahlen irgendwo in der Mittelachse des Schattenraumes, so treffen diese dort immer wegen ihres gleichen Weges phasengleich zusammen, d. h. auf der Mittelachse des Schattenraumes herrscht immer Helligkeit. Haben die Strahlen einen Wegunterschied von einer halben Wellenlänge oder ein ungeradzahliges Vielfaches davon, so löschen sie sich aus. Je nach Wegdifferenz sind nun auf einem Schirm abwechselnd Helligkeitsmaxima und -minima zu beobachten.

Wird der Steg durch einen Spalt gleicher Breite ersetzt, so ist bis auf das zentrale Helligkeitsmaximum das gleiche Interferenzmuster zu beobachten.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Optische Profilbank, l = 1000 mm	08370-00	1
2	Reiter für optische Profilbank	09822-00	3
3	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	1
4	Blende mit Spalt, Steg und Kante	08521-00	1
5	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
6	Tonnenfuß, für 1 Stange, d ≤ 13 mm	02004-00	1
7	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
8	Diodenlaser, 1 mW, 635 nm (rot) mit kurzem Stiel	08761-99	1

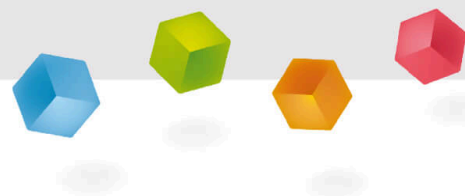
Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Tesafilm	1
2	Blatt Papier	1

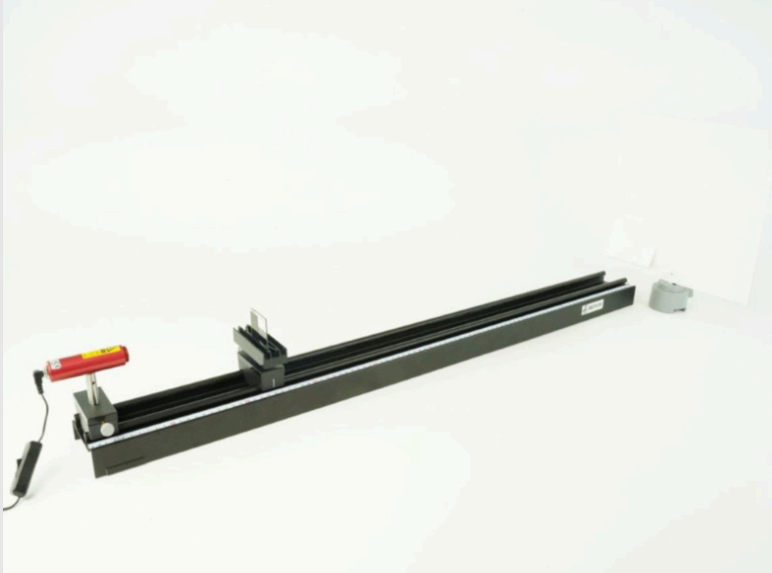
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



Der Aufbau erfolgt wie in der Abbildung gezeigt.

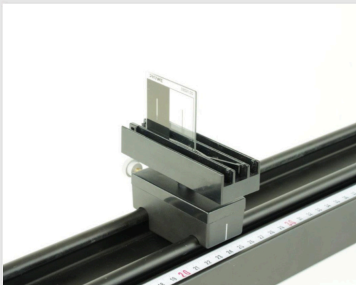
Der Diodenlaser steht am Kopfende der optischen Bank.

Dicht dahinter befindet sich der Plattenhalter mit der Blende mit den Beugungsobjekten.

Der Schirm wird im Tonnenfuß befestigt und ca. 4 - 5m von der Blende entfernt aufgestellt.

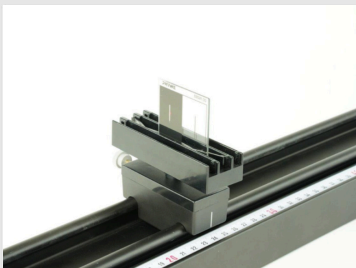
Durchführung

PHYWE



Auf dem Schirm, dessen Flächennormale in Richtung der optischen Achse zeigt, wird mit Tesafilm ein Blatt Papier befestigt.

Die Blende mit den Beugungsobjekten wird in dem Plattenhalter so verschoben, dass der Steg vom Laserlicht gleichmäßig ausgeleuchtet wird. Mit einem Stift sind die Lagen der Minima mehrerer Beugungsordnungen zu markieren.



Ohne den Abstand von Blende und Schirm zu verändern, wird nun der Spalt in den Strahlengang geschoben. Es werden wieder die Lagen der Minima markiert.

Zum Schluss wird wieder der Steg ausgeleuchtet. Der Abstand zwischen Blende und Schirm wird nun durch Verschieben des Schirms verändert. Dabei ist das Interferenzmuster zu beobachten.

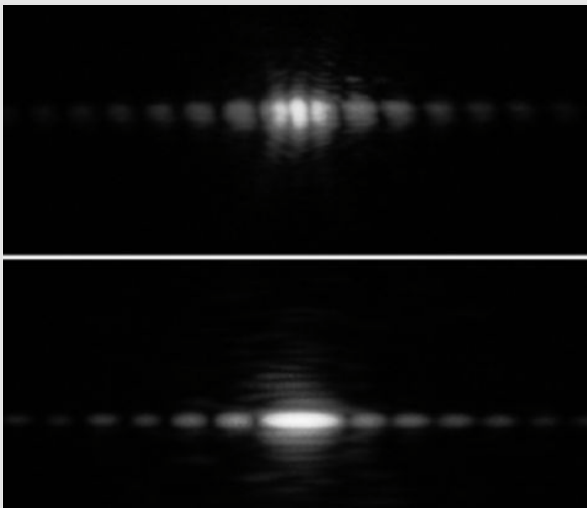
PHYWE



Auswertung

Auswertung (1/3)

PHYWE



Beugungsbilder

Die obere Abbildung zeigt das Interferenzmuster, das durch Beugung des Laserstrahls an einem Steg der Breite 0,6mm entsteht. Der Vergleich mit dem entsprechenden Beugungsmuster des komplementären Spalts in der unteren Abbildung verdeutlicht, dass bis auf das zentrale Maximum beide Beugungsmuster identisch sind. Im Gegensatz zum zentralen Maximum des Spaltmusters ist das des Steges jedoch noch von zwei zusätzlichen Minima durchsetzt.

Verschiebt man den Schirm, so zeigt das Beugungsbild des Steges im Zentrum des geometrischen Schattens immer ein intensitätsreiches Maximum, den sog. Poissonschen Fleck.

Auswertung (2/3)

PHYWE

Was unterscheidet die Beugungsbilder von einem Steg und einem Spalt gleicher Breite?

- ☐ Die Minima befinden sich an verschiedenen Orten.
- ☐ Das erste Maximum ist beim Steg dreigeteilt, beim Spalt nicht.
- ☐ Das Beugungsbild des Spaltes ist heller.

☒ Überprüfen

Licht fällt auf ein Beugungsobjekt. Wovon hängt der Abstand der Interferenzmaxima ab?

Vom Material des Beugungsobjekts.

Von der Art des Beugungsobjekts (Spalt oder Steg).

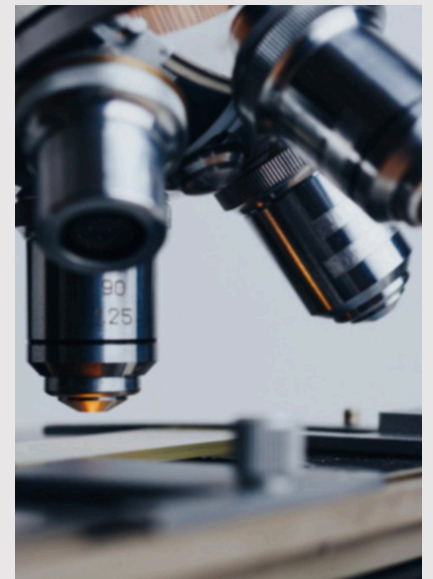
Von der Breite des Beugungsobjekts.

Auswertung (3/3)

PHYWE

Wobei könnte die Interferenz am Steg zu Problemen führen?


Möchte man sich mit einem sehr kleine Dinge anschauen, so muss man diese beleuchten. Sind die Objekte genug, so findet auch an diesen Objekten statt, sodass man den Fleck dort sieht, wo eigentlich das Objekt sein sollte.

☒ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 14: Mehrere Aufgaben	0/4
Folie 15: Beugung am Steg	0/4

Gesamtpunktzahl  0/8

 Lösungen anzeigen

 Wiederholen