

# Fresnelscher Doppelspiegelversuch



Physik

Licht &amp; Optik

Beugung &amp; Interferenz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fb0072ca79804000390fb23>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Der Versuchsaufbau

Eines der historisch bedeutsamen Experimente, die im 18. und 19. Jahrhundert durchgeführt wurden, um die Wellennatur des Lichtes nachzuweisen, war der 1816 von Fresnel erdachte Doppelspiegelversuch.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler brauchen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

### Prinzip



Mit zwei Planspiegeln, die um nahezu  $180^\circ$  gegeneinander geneigt sind, erzeugt man durch Reflexion eines divergenten Lichtbündels zwei virtuelle Lichtquellen, von denen zwei divergente Lichtbündel auszugehen scheinen, die interferieren können, weil sie kohärent sind.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollen zunächst den prinzipiellen Aufbau des Fresnelschen Versuches kennenlernen und die Interferenzmuster beschreiben. Die Neigung der beiden Spiegel zueinander ist unveränderlich, und dadurch vereinfacht sich der Aufbau.

Im zweiten Aufbau soll die Wellenlänge von rotem Licht ermittelt werden. Durch Verwendung der anderen Filter ist es auch möglich, die Wellenlänge für weitere Farben zu bestimmen.

### Aufgaben



Die Schüler sollen ein schmales Lichtbündel unter großem Einfallswinkel auf einen Fresnelschen Doppelspiegel auftreffen lassen und die dabei auftretenden Erscheinungen beobachten. Anschließend sollen sie den Abstand der virtuellen Lichtquellen bestimmen und damit und mit Hilfe des Interferenzmusters die Wellenlänge von rotem Licht bestimmen.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Justierung der Versuchsanordnung muss im gut abgedunkelten Raum erfolgen. Dabei ist besonders zu gewährleisten, dass der Spalt zu den Spiegelebenen parallel verläuft.

Man erhält zunächst 3 helle Zonen, von denen die eine vom vorbeigehenden Licht, die beiden anderen vom reflektierten Licht stammen. Interferenzstreifen sind bereits in der vom vorbeigehenden Licht erzeugten Zone zu beobachten. Sie entstehen durch Beugung an der vorderen Spiegelkante, haben ungleiche Abstände und dürfen nicht mit den für diesen Versuch relevanten Interferenzstreifen verwechselt werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die beiden anderen Lichtbündel sollten etwa gleiche Helligkeit besitzen. Man erreicht dies durch Verschieben des Doppelspiegels senkrecht zum Strahlengang, sodass beide Spiegelhälften in gleicher Weise vom Licht gestreift werden. Die Lichtbündel müssen nun durch Drehung des Spiegels auf dem Schirm zur Überlagerung gebracht werden. Dort entstehen dann in der hellen Zone Interferenzstreifen, welche gleiche Abstände zueinander besitzen. Die Streifen sind um so schärfer, je besser die Parallelität zwischen Spalt und Spiegelebenen und je enger der Spalt ist.

Bei der Messung mit der Beobachtungsoptik muss der Raum etwas aufgehellt werden, damit die Skale der Messeinrichtung sichtbar ist.

## Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

### Anmerkungen

Der Fresnelspiegel, auch Fresnelscher Doppelspiegel genannt, besteht aus oberflächenverspiegeltem Glas. Man darf seine Oberfläche nicht mit den Fingern berühren und ihn - falls notwendig - nur mit Hilfe eines weichen Pinsels, mit Watte o. ä. säubern.

Falls der Spiegelkasten (Best.-Nr. 09832-00) für die Aufnahme der Beobachtungsoptik zur Verfügung steht, wird er anstelle des Plattenhalters eingesetzt.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



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. Mithilfe eines Doppelspiegels kann ein besonderes Phänomen des Lichtes - die Interferenzfähigkeit - beobachtet werden, die auf einen Wellencharakter des Lichtes hinweisen.

Doch wie sieht ein Interferenzmuster aus und wie lässt sich mit diesem die Wellenlänge des Lichtes bestimmen? Diese Fragen werden in diesem Versuch untersucht.

## Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

1. Lasse ein schmales Lichtbündel unter großem Einfallswinkel auf einen Fresnelschen Doppelspiegel auftreffen, und beobachte die dabei auftretenden Erscheinungen.
2. Bestimme den Abstand der virtuellen Lichtquellen und ermittle damit und mit Hilfe des Interferenzmusters 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	Fresnelspiegel auf Platte	08561-00	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 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 (2/4)

PHYWE

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



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6

## Aufbau (3/4)

PHYWE

- Stelle die Linse mit  $f = +50$  mm bei 6 cm auf die optische Bank (Abb. 7).
- Befestige den Blendenhalter mit verstellbarem Spalt auf der Fassung mit Skale und setze diese bei etwa 8 cm auf die optische Bank (Abb. 8).



Abbildung 7



Abbildung 8

## Aufbau (4/4)

PHYWE

- Stelle den Reiter mit Plattenhalter und Fresnelspiegel bei etwa 20 cm zwischen den Stativstangen auf (Abb. 9).



Abbildung 9

## Durchführung



Abbildung 10

### Versuch 1

- Schließe die Leuchte an das Netzgerät (12 V~) und schalte das Netzgerät ein (Abb. 10).
- Justiere die Spaltblende und den Fresnelspiegel so, dass das vom Spalt kommende Licht gleichmäßig und streifend auf beide Teile des Doppelspiegels auftrifft und gleichzeitig teilweise vor dem Spiegel verläuft.

## Durchführung (1/7)



Abbildung 10

- Stelle den Schirm auf Reiter bei etwa 180 cm in den Strahlengang und justiere den Doppelspalt durch Drehen um seine Achse und Verschieben senkrecht zur optischen Achse so, dass das direkt vom Spalt kommende Licht etwa 2 cm von zwei gleichhellen Streifen entfernt ist, die von den beiden durch die Reflexion entstandenen virtuellen Lichtquellen hervorgerufen werden.

## Durchführung (2/7)

PHYWE



Abbildung 11

- Justiere die Spiegelstellung durch vorsichtiges Drehen des Spiegels so nach, dass die beiden von den Spiegeln reflektierten Lichtbündel auf der gleichen Stelle auf den Schirm auftreffen.
- Entferne den Schirm aus dem Reiter und ersetze ihn durch den Plattenhalter mit der Beobachtungsoptik (Abb. 11).

## Durchführung (3/7)

PHYWE



Abbildung 12

- Stelle die Beobachtungsoptik bei etwa 48 cm (Abb. 12) auf die optische Bank und, falls erforderlich, drehe den Spalt mit der Halterung etwas, bis die Interferenzstreifen scharf sind (der Spalt muss parallel zu den Spiegelebenen stehen).
- Variiere die Spaltbreite und justiere eventuell auch den Doppelspiegel leicht nach.

## Durchführung (4/7)



Abbildung 12

- Stelle die Beobachtungsoptik wieder bei etwa 180 cm in den Strahlengang.
- Beobachte die Interferenzstreifen; schaue dabei so in die Linse der Beobachtungsoptik, dass das Blickfeld gleichmäßig ausgeleuchtet ist.
- Beschreibe die Beobachtungen.

## Aufbau (5/7)



### Versuch 2

- Schiebe, bei zunächst unverändertem Versuchsaufbau, den Rotfilter in den Schacht der Leuchtbox (Abb. 13).



Abbildung 13

## Durchführung (6/7)

PHYWE

- Messe und notiere den Abstand  $d$  zwischen den roten Interferenzstreifen mit der Beobachtungsoptik. Bestimme dazu den Abstand zwischen z. B. 6 Streifen (also  $d_5$  in Abb. 14) und bilde den Mittelwert.
- Messe den Abstand  $e$  zwischen dem Spalt und der Beobachtungsoptik, und notiere ihn.
- Stelle zur Ermittlung des Abstandes der beiden virtuellen Lichtquellen (Spalte) die Linse mit  $f = +300$  mm bei 48 cm (Abb. 14). Halte den Schirm wieder in den Strahlengang und verschiebe ihn soweit, bis die virtuellen Spalte scharf abgebildet sind.

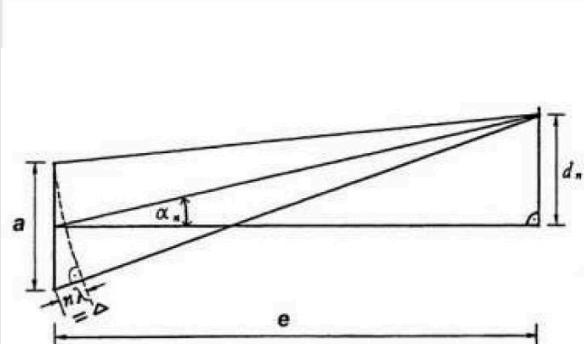


Abbildung 14

## Durchführung (7/7)

PHYWE

- Stelle die Beobachtungsoptik anstelle des Schirms auf; messe den Abstand  $a'$  der Spaltbilder (vgl. Abb. 15).
- Messe den Abstand  $g$  zwischen dem verstellbaren Spalt (bzw. den virtuellen Spalten) und der Linse mit  $f = +300$  mm sowie den Abstand  $b$  zwischen der Linse und der Beobachtungsoptik
- Schalte das Netzgerät anschließend aus.

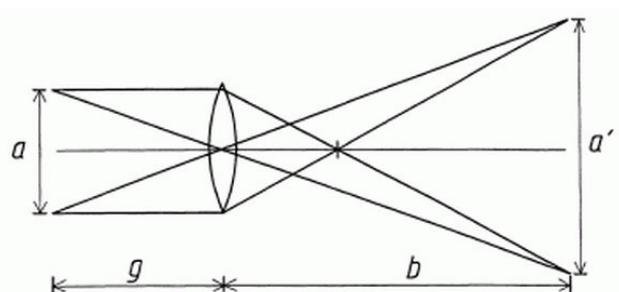


Abbildung 15



# Protokoll

## Aufgabe 1

### Entstehung der Interferenzstreifen

Das vom verstellbaren Spalt ausgehende [redacted] Lichtbündel wird zum Teil vom ersten und zum Teil vom zweiten Spiegel [redacted]. Die reflektierten Lichtbündel, die von zwei [redacted] Lichtquellen herzukommen scheinen, überlagern sich in einem Teil des Raumes. Und weil sie [redacted] Lichtbündel sind, interferieren sie und bilden die Interferenzstreifen. Falls der [redacted] zweier Lichtstrahlen ein [redacted] Vielfaches von  $\lambda$  beträgt, verstärken sie sich maximal, und sie löschen sich aus, falls  $\Delta = (2n - 1) \cdot \lambda / 2$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ) beträgt.

divergente  
ganzzahliges  
reflektiert  
kohärente  
Gangunterschied  $\Delta$   
virtuellen

Überprüfen

## Aufgabe 2

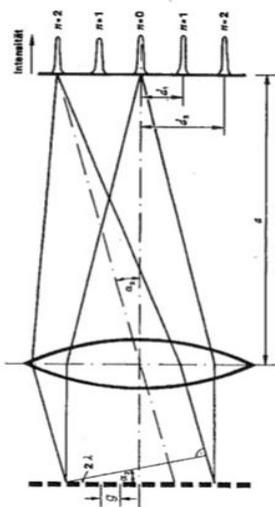


Abbildung 16

### Herleitung der Wellenlänge $\lambda$

Nach Abb. 17 gilt:  $\sin(\alpha_n) =$   und  $\tan(\alpha_n) =$

 $(g/e) \cdot (d_n/n)$  $\sin(\alpha)$  $n \cdot (\lambda/g)$  $\lambda$  $\tan(\alpha)$  $d_n/e$ 

Für kleine Winkel  $\alpha$  gilt die Näherung:  =

Daraus folgt:  =

Durch Umformen erhält man:  $\Leftrightarrow$   =

Für  $n = 1$  gilt somit:  $\lambda = g \cdot (d/e)$

 Überprüfen

## Aufgabe 3

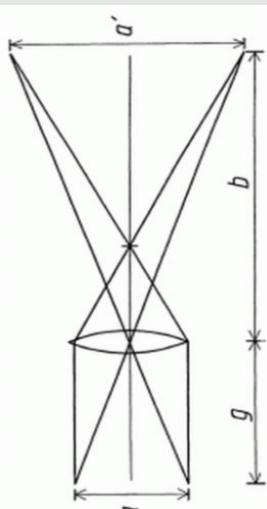


Abbildung 15

Welche der folgenden Gleichungen können zur Bestimmung der virtuellen Spaltbreite  $a$  genutzt werden (vgl. Abb. 15)? Bestimmen Sie damit und mithilfe der vorh. Gl. die Wellenlänge vom roten Licht.

  $g/a = b/a'$   $a/a' = b/g$   $a/g = a'/b$   $a/a' = g/b$ 

 Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 26: Entstehung der Interferenzstreifen	<b>0/6</b>
Folie 27: Herleitung der Wellenlänge $(\lambda)$	<b>0/8</b>
Folie 28: Gleichung für die virtuelle Spaltbreite	<b>0/3</b>

Gesamtsumme

 0/17 Lösungen Wiederholen

17/17