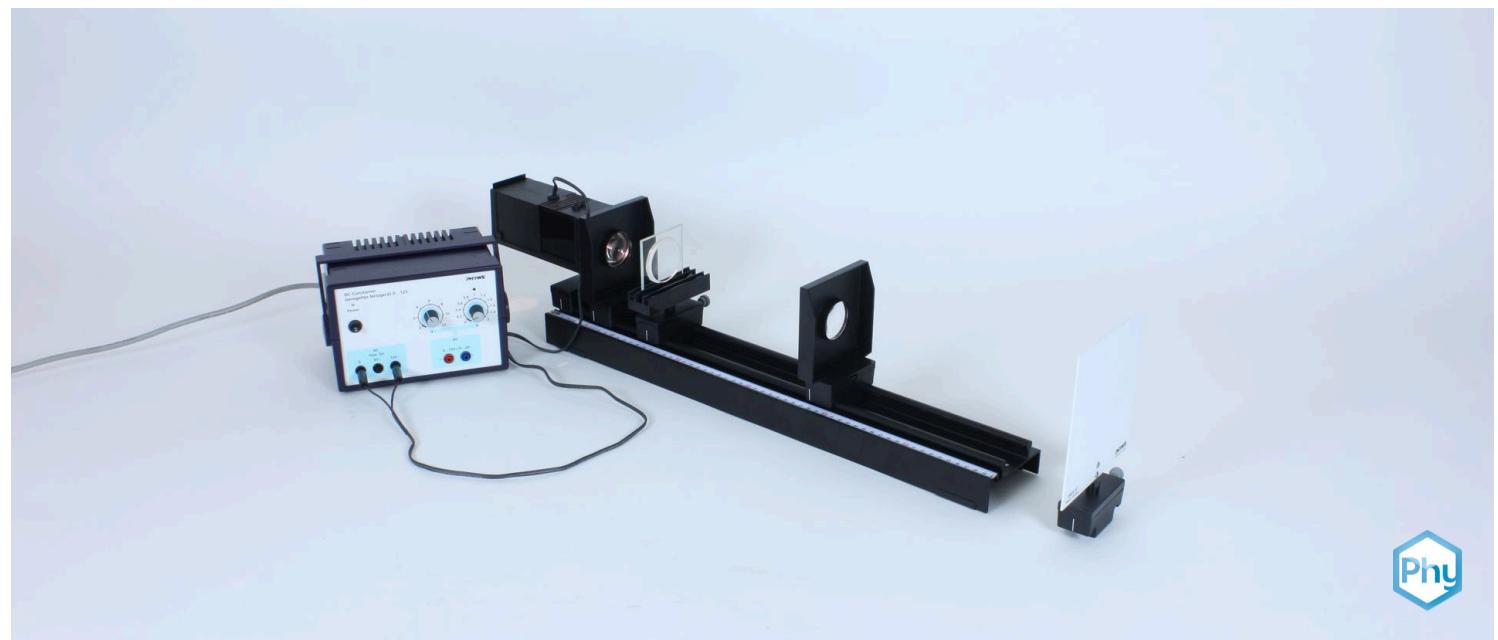


Newtonsche Ringe



Physik

Licht & Optik

Beugung & Interferenz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

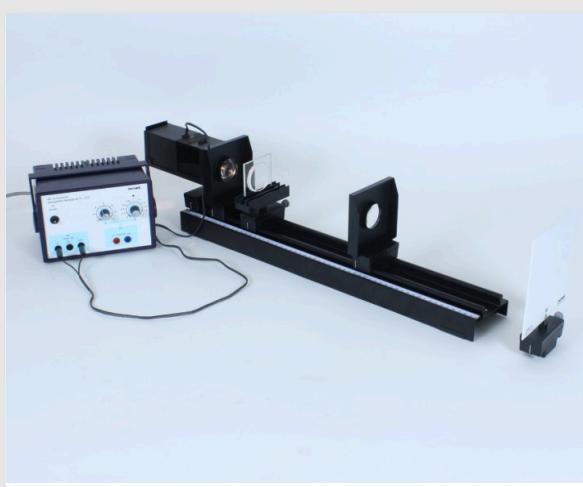
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f70e2178573d50003957b25>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Wenn ein paralleles Lichtbündel auf einen Luftkeil trifft, der von einem ebenen und einem sphärischen Glaskörper begrenzt ist, dann entsteht durch Interferenz ein Muster aus konzentrischen ringförmigen Streifen. Die Anordnung heißt Newtonsches Farbenglas, das interferenzmuster Newtonsche Ringe.

Durch Auswertung der Newtonschen Ringen lassen sich Rückschlüsse auf die Qualität und Form der sphärischen Linse ziehen, vorausgesetzt, dass die benutzte Wellenlänge bekannt ist.

Sonstige Lehrerinformationen (1/6)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler benötigen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

Prinzip



Die Interferenzringe kommen dadurch zustande, dass ein Teil des durch die planparallele Platte und den Linsenkörper hindurchtretenden Lichtes die Anordnung direkt passiert und ein anderer auf seinem Weg erst an der Oberfläche der Linse und dann an der Glasplatte reflektiert wird, sodass ein Gangunterschied entsteht.

Sonstige Lehrerinformationen (2/6)

PHYWE

Lernziel



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

Aufgaben



Die Schüler sollen lernen wie die Newtonschen Ringe entstehen und durch die experimentelle Gewinnung von Messwerten sowie deren weitere Verarbeitung eine Anwendung dieses Phänomens praktizieren.

Sonstige Lehrerinformationen (3/6)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Wegen des einfacheren Aufbaus wurde das Experiment mit durchgehendem Licht vorgeschlagen, obwohl die Arbeit mit reflektiertem Licht kontrastreichere Bilder der Newtonschen Ringe liefert. Der Experimentierraum sollte gut abgedunkelt werden.

Besondere Sorgfalt erfordern die Markierung und die Bestimmung der Bilddurchmesser D_n '. Es ist zu empfehlen, dazu die Lage der Mitten der dunklen Ringe auf einer waagerechten Geraden festzuhalten, die durch den gemeinsamen Kreismittelpunkt geht.

Sonstige Lehrerinformationen (4/6)

PHYWE

Anmerkungen

Vor oder nach dem Experiment sollen die Schüler*innen angeregt werden, einmal durch das Newtonsche Farbenglas hindurchzuschauen und dabei auch die Beobachtungsoptik zu benutzen. Darauf beruht die folgende experimentelle Variante, die relativ wenig Aufwand erfordert:

Der Rotfilter wird auf den Tisch gelegt, darauf das Newtonsche Farbenglas mit der Linse nach oben, darauf die Beobachtungsoptik. Das Ganze wird nun aufgehoben, und man schaut durch die Beobachtungsoptik hellem Licht entgegen. Dann ist es auch möglich, einige D_n auf der Skale der Beobachtungsoptik zu ermitteln, wenn deren ebene Begrenzungslinie mit dem waagerechten Durchmesser aller Ringe zusammenfällt. Ein Nachteil dieser Variante ist es, dass man höchstens bis $n = 4$ messen kann und dass man einen großen relativen Fehler in Kauf nehmen muss.

Sonstige Lehrerinformationen (5/6)

Anmerkungen

Zur Herleitung der Gleichung

$$4 \cdot R \cdot \lambda = D_{n+1}^2 - D_n^2$$

kann man folgende Überlegungen anstellen: r_n sei für monochromatisches Licht der Wellenlänge λ der Radius des n -ten dunklen Ringes, d_n der Abstand der Kugeloberfläche von der planparallelen Platte für r_n . Dann gilt:

$$(R - d_n)^2 + r_n^2 = R^2$$

$$R^2 - 2Rd_n + d_n^2 + r_n^2 = R^2$$

$$-2Rd_n + d_n^2 + r_n^2 = 0$$

$$r_n^2 = 2Rd_n - d_n^2 \text{ und wegen } R \gg d_n$$

$$d_n = r_n^2 / 2R$$

Sonstige Lehrerinformationen (6/6)

Anmerkungen

Die durch das Newtonsche Farbenglas glatt hindurchtretenden Wellenzüge haben gegenüber den auf ihrem Wege zweimal reflektierten Wellenzüge einen Gangunterschied $\Delta = 2d_n = r_n^2 / R$. Andererseits haben die Lichtwellen, die bei benachbarten Ringen interferieren, gegeneinander einen Gangunterschied von λ . Für zwei dunkle Ringe, die aufeinander folgen, ergibt sich daher:

$$(r_{n+1}^2 / R) - (r_n^2 / R) = \lambda \text{ und daraus } r_{n+1}^2 - r_n^2 = \lambda \cdot R.$$

Genauer als die Radien lassen sich die Durchmesser der Ringe experimentell ermitteln. Aufgrund $D_n = 2r_n$ erhält man dann: $D_{n+1}^2 - D_n^2 = 4R\lambda$.

Man kann mit Hilfe dieser Beziehung die Wellenlänge λ bestimmen, falls der Kugelradius R bekannt ist, oder umgekehrt z. B. den Krümmungsradius einer Linse bestimmen, wenn man mit monochromatischem Licht bekannter Wellenlänge experimentiert.

Sicherheitshinweise



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



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 eine Linse, 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. Schicke ein paralleles Lichtbündel durch ein Newtonsches Farbenglas und bestimme mit Hilfe der entstandenen Ringe den Radius des linsenförmigen Glaskörpers.

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	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
8	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
9	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	1
10	Platte und Linse für Newtonsche Ringe	08551-00	1
11	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
12	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).



Abbildung 1

Aufbau (2/4)

PHYWE

- 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 (3/4)



- Stelle die Linse mit $f = +50$ mm auf der optischen Bank bei etwa 5 cm auf (Abb. 6).
- Setze den Reiter mit Plattenhalter und Newtonschem Farbenglas (Platte mit Linse) bei etwa 10 cm auf. Beachte dabei, dass sich die Linse über einer Blattfeder befindet und die Blattfeder und die Linse nach rechts weisen (Abb. 7 und Abb. 8).
- Platziere die Linse mit $f = +100$ mm bei etwa 22 cm (Abb. 9).



Abbildung 6



Abbildung 7

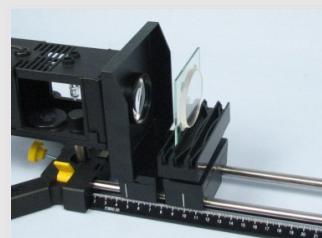


Abbildung 8

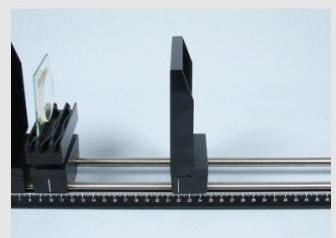


Abbildung 9

Aufbau (4/4)



Abbildung 10

- Stelle den Schirm mit Reiter ca. 30 cm rechts von der optischen Bank entfernt auf (Abb. 10).

Durchführung (1/4)

PHYWE

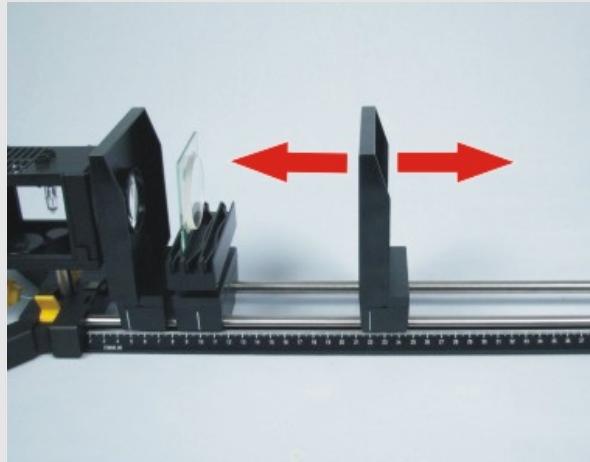


Abbildung 11

- Schließe die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalte das Netzgerät ein.
- Verschiebe die Linse mit $f = +100$ mm auf der optischen Bank (Abb. 11), bis auf dem Schirm ein scharfes Bild eines farbigen Musters erscheint.
- Beobachte das Bild und notiere deine Beobachtungen.

Durchführung (2/4)

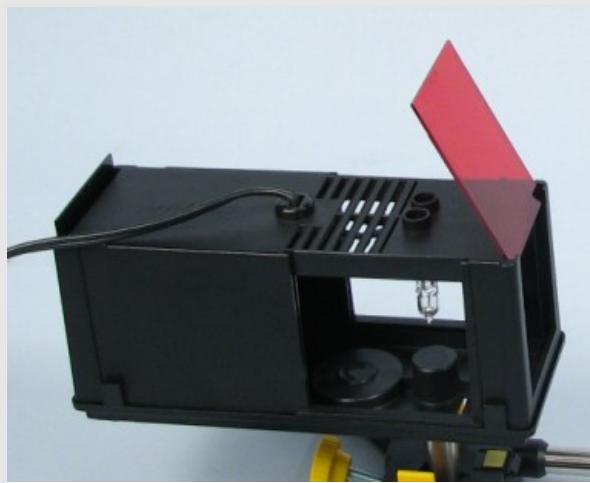


Abbildung 12

- Schiebe den Rotfilter in den Schacht der Leuchte (Abb. 12)
- Beobachte wiederum das Bild und beschreibe es.

Durchführung (3/4)

PHYWE

- Befestige ein Papier mit 3 Büroklammern auf dem Schirm (Abb. 13), ohne den Ort des Schirmes zu verändern; stelle ggf. das Bild noch einmal scharf.
- Messe die Abstände g (zwischen Farbenglas und Linse mit $f = +100 \text{ mm}$) und b (zwischen Linse mit $f = +100 \text{ mm}$ und Schirm) (Abb. 14) und notiere die Ergebnisse.

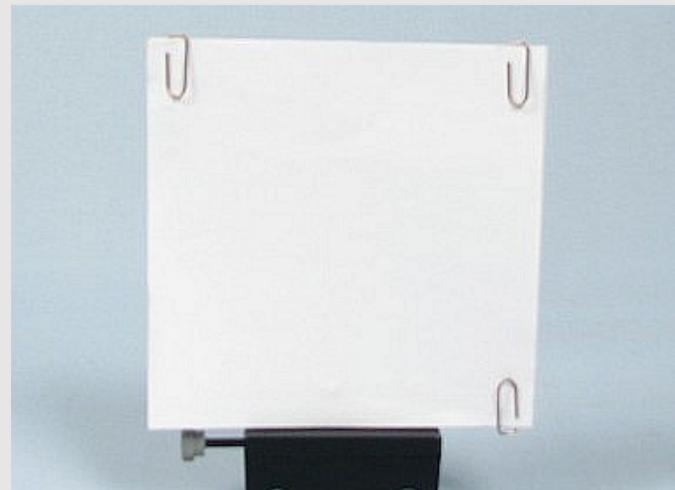


Abbildung 13

Durchführung (4/4)

PHYWE

- Markiere mit einem Bleistift die Durchmesser der abgebildeten dunklen Ringe auf dem Papier und ermittle auf diese Weise möglichst viele Durchmesser D'_n .
- Schalte das Netzgerät aus.
- Messe mit einem Lineal die Durchmesser D'_n und notiere die Werte; D'_1 ist der Wert für den kleinsten Ring.

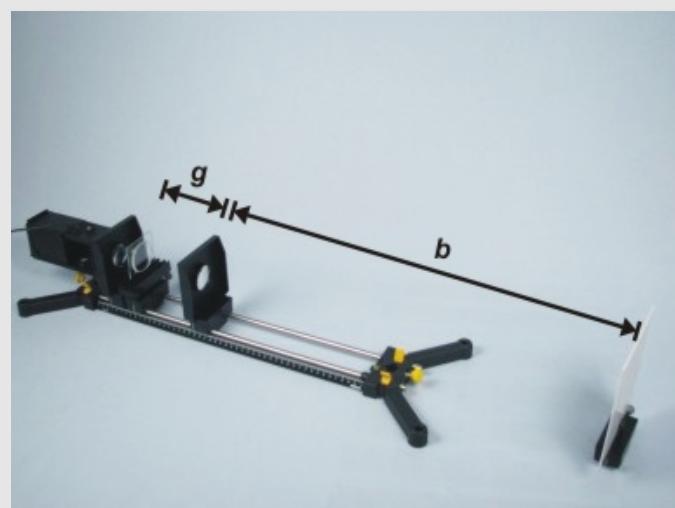


Abbildung 14



Protokoll

Aufgabe 1

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Wenn das Licht von der Glasplatte auf die [redacted] auftrifft, passiert ein Teil die Linse sofort. Ein anderer Teil wird an der [redacted] der Linse und danach an der Oberfläche der [redacted] reflektiert, bevor auch er die Linse passiert. Er hat gegenüber dem ersten Teil einen [redacted]. Ist $\Delta = (2n - 1) \cdot (\lambda/2)$ dann [redacted] sich die Lichtanteile mit der Wellenlänge λ aus, für $\Delta = n \cdot \lambda$ [redacted] sie sich.

Glasplatte

Linse

löschen

verstärken

Oberfläche

Gangunterschied Δ

Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

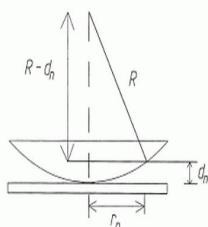


Abbildung 15

Für die dunklen Ringe, die beim Durchgang monochromatischen Lichtes durch das Newtonsche Farbenglas entstehen (vgl. Abb 15), gilt: $r_{n+1}^2 - r_n^2 = R\lambda$.

Welche Formel erhält man mit der Beziehung $2r_n = D_n$?

$4R \cdot \lambda = D_{n+1}^2 - D_n^2$

$8R \cdot \lambda = D_{n+1}^2 - D_n^2$

$(1/4)R \cdot \lambda = D_{n+1}^2 + D_n^2$

Aufgabe 3

PHYWE

Berechnen Sie die Durchmesser D_n mit Hilfe der Gleichung $D_n/D'_n = g/b$. Bestimmen Sie dann den Mittelwert für $D_{n+1}^2 - D_n^2 = g/b$ um anschließend mit der Formel aus Aufg. 2 den Radius R der Linse zu berechnen. (Die Wellenlänge des roten Farbfilterlichtes beträgt etwa 630 nm). Welchen Wert erhalten Sie für R?

$R \approx 10 \text{ m}$

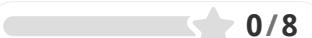
$R \approx 12 \text{ m}$

$R \approx 8 \text{ m}$

 Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 23: Entstehung der Interferenzringe	0/6
Folie 24: Gleichung der Newtonschen Ringe	0/1
Folie 25: Radius der Linse	0/1

Gesamtsumme

 0/8 Lösungen Wiederholen

15/15