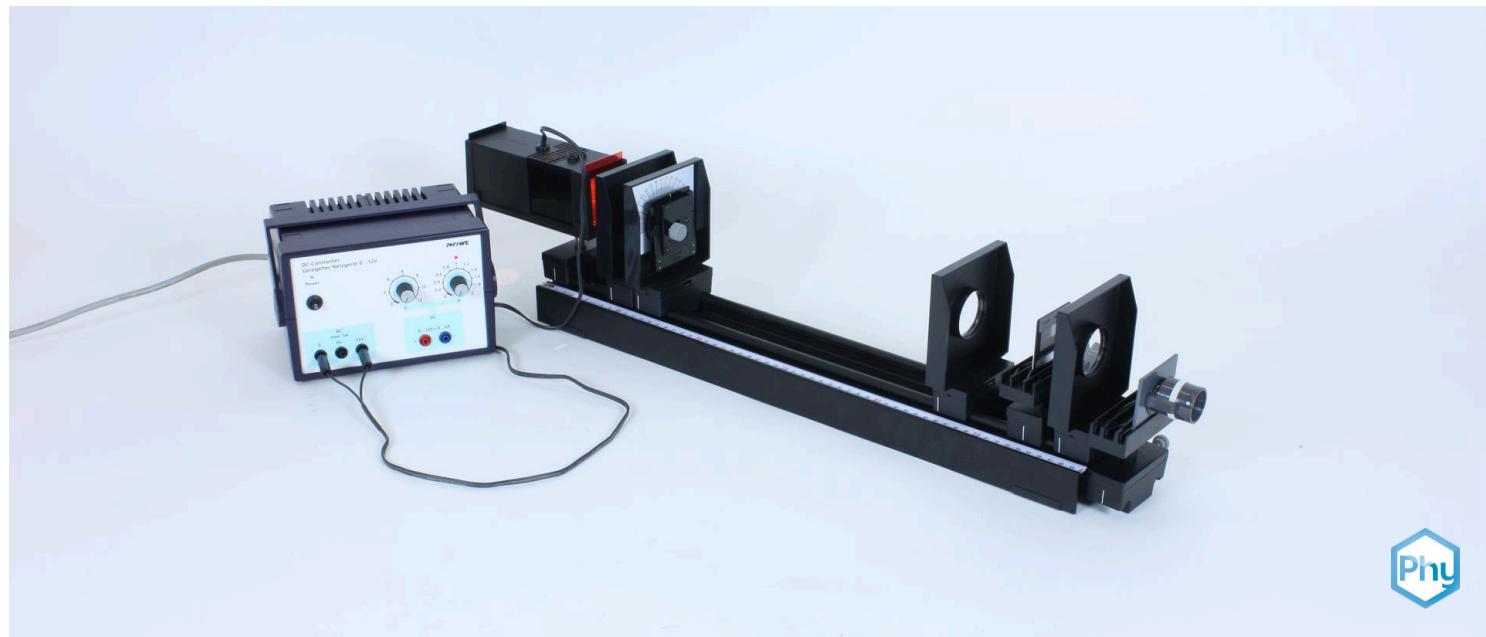


# Bestimmung der Wellenlänge durch Beugung am Gitter



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/5fae95ebda80e000035c2039>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Der Versuchsaufbau

Beugung von Licht tritt, obwohl sie nicht immer beobachtbar ist, praktisch überall im Alltag auf, auch an Objekten wie einem Gitter.

Durch diesen Versuch werden die geeigneten Bedingungen geschaffen, damit die Wellennatur von Licht bei Durchtritt durch ein Gitter sichtbar wird. Das Phänomen kann mit dem Lichtwellenmodell nach Huygens erklärt werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler brauchen für diesen Versuch keine besonderen Vorkenntnisse.

### Prinzip



Wenn ein Lichtbündel auf ein Gitter auftrifft, dann wird es dort gebeugt. Nach dem Huygenschen Prinzip wird das ankommende Lichtbündel als eine Wellenfront verstanden, wobei jeder Punkt auf dieser Wellenfront ein Ausgangspunkt für eine neue Welle, der sogenannten Elementarwelle, darstellt. Die einzelnen Elementarwellen überlagern sich, und es kommt aufgrund der Kohärenz zu einem Interferenzmuster.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

### Lernziel



Die Experimente dienen vorzugsweise der Übung in der Ermittlung von Wellenlängen durch Beugung an optischen Transmissionsgittern.

Weitere Ziele liegen in der Erarbeitung von Größenvorstellungen über die Wellenlängen des sichtbaren Teils des Spektrums sowie in der Erkenntnis, dass man bei Experimenten zur Bestimmung der Wellenlänge von Filterlicht i.a. eine erhebliche Toleranz einkalkulieren muss, falls es sich nicht um teure Spezialfilter für definierte Wellenlängen handelt.

### Aufgaben



Die Schüler sollen durch Beugung an einem Transmissionsgitter die Grenzwellenlängen der Farben des sichtbaren Spektrums und für einen Rot-, einen Grün- und einen Blaufilter den jeweiligen Durchlassbereich ermitteln.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Experimente können im halbverdunkelten Raum aufgebaut und durchgeführt werden. Um eine Überblendung der Beugungsspektren zu vermeiden, kann mit 6 V~ sowie mit ausreichend schmalem Leuchtspalt gearbeitet werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

### Anmerkungen

Die Messungen und Berechnungen können ergeben, dass - wie im vorliegenden Fall - die Obergrenze des Durchlassbereichs des Rotfilters über der experimentell ermittelten oberen Grenzwellenlänge des sichtbaren Lichts liegt. Dieser widersprüchliche Sachverhalt erklärt sich daraus, dass bei Messungen im kompletten Spektrum des weißen Lichtes das äußerste sichtbare Rot durch die Helligkeit des Spektrums überblendet wird. Sollten die Schüler zu ähnlichen Ergebnissen gelangen, dann sollten sie das Netzgerät noch einmal einschalten und das Beugungsmuster abwechselnd ohne und mit Verwendung des Rotfilters beachten.

## Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

### Anmerkungen

Stehen die Experimentierleuchte (Best.-Nr. 11615-05), eine Spektrallampe (z.B. Hg, Best.-Nr. 08120-14) sowie die Drossel für Spektrallampen (Best.-Nr. 13662-93) zur Verfügung, dann können mit dem prinzipiell gleichen Versuchsaufbau Wellenlängen bestimmter Spektrallinien ermittelt werden.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



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

**PHYWE**

# Schülerinformationen

## Motivation

**PHYWE**

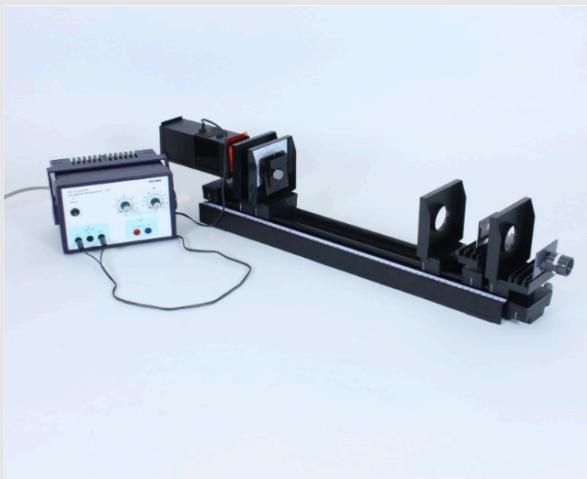
Die Sonne als natürliche Lichtquelle

Als Licht bezeichnet man den für den Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Mit Beugungsobjekten, wie beispielsweise ein Gitter, 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. Ermittle durch Beugung an einem Transmissionsgitter die Grenzwellenlängen der Farben des sichtbaren Spektrums und für einen Rot-, einen Grün- und einen Blaufilter den jeweiligen Durchlassbereich.

## 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	Linse auf Reiter, $f = +300$ mm	09820-04	1
8	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
9	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
10	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	2
11	Messlupe	09831-00	1
12	Gitter, 80 Striche/mm	09827-00	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

## Aufbau (1/6)

PHYWE

- 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 (2/6)

PHYWE

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



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6

## Aufbau (3/6)

PHYWE

- Stelle die Linse mit  $f = +50 \text{ mm}$  bei 6 cm auf die optische Bank (Abb. 7).



Abbildung 7

## Aufbau (4/6)

PHYWE

- Stecke den Blendenhalter mit verstellbarem Spalt (Leuchtpunkt) auf den Blendenhalter und setze die Fassung mit Skale bei 9,5 cm auf (Abb. 8).
- Setze die eine Linse mit  $f = +300 \text{ mm}$  bei 40 cm auf und die andere Linse am äußersten rechten Ende (Abb. 9).



Abbildung 8

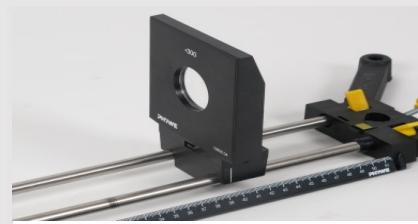


Abbildung 9

## Aufbau (5/6)

PHYWE

- Setze eine Linse mit  $f = +100 \text{ mm}$  ganz an der rechten Seite auf, sodass sie mit der Vorderseite von der optischen Bank weg, nach rechts, zeigt (Abb. 10).
- Ordne einen Plattenhalter auf Reiter links dicht neben der Linse mit  $f = +100 \text{ mm}$  so an, dass die Federn zur Linse weisen, damit das Gitter später möglichst dicht an dieser Linse gehalten werden kann (Abb. 11).

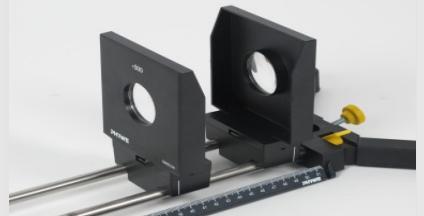


Abbildung 10

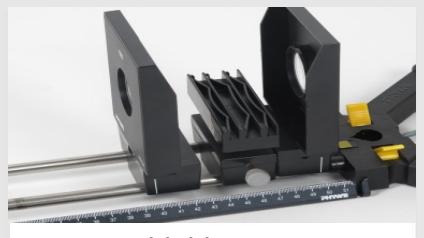


Abbildung 11

## Aufbau (6/6)

PHYWE

- Stelle den Plattenhalter mit Beobachtungsoptik auf dem Reiter so nahe wie möglich rechts neben der optischen Bank auf (Abb. 12); Drehe deshalb die Rändelschraube des rechten Teils des variablen Stativfußes ganz hinein.



Abbildung 12

## Durchführung (1/3)

PHYWE

- Verschiebe die Beobachtungsoptik etwas, bis der Leuchtspalts auf der Beobachtungsebene scharf abgebildet ist.
- Schiebe das Gitter mit 80 Strichen/mm ( $g = 0,0125 \text{ mm}$ ) in die rechte Fassung des Plattenhalters vor die Linse mit  $f = +100 \text{ mm}$  (Abb. 14).



Abbildung 13



Abbildung 14

## Durchführung (2/3)

PHYWE

- Justiere die Versuchsanordnung: Leuchtspalts parallel zu den Gitterstrichen; optimale Breite des Leuchtspaltes, damit das Interferenzmuster nicht überblendet wird, aber scharf und hell genug ist.
- Messe mit der Beobachtungsoptik den Abstand  $d_{\max}$  des gerade noch sichtbaren Rot und den Abstand  $d_{\min}$  des gerade noch sichtbaren Violett vom Helligkeitsmaximum 0. Ordnung (Abb. 15).
- Messe den Abstand  $e$  zwischen der Mitte der Linse mit  $f = +100 \text{ mm}$  und der Beobachtungsebene (Abb. 15) und notiere die Messwerte.

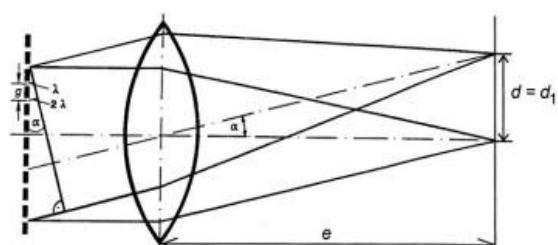


Abbildung 15

## Durchführung (3/3)

PHYWE

- Schiebe den Rotfilter in den Schacht der Leuchte (Abb. 16) und messe mit der Beobachtungsoptik den Abstand  $d_{\max}$  der äußeren und den Abstand  $d_{\min}$  der inneren Begrenzung des Beugungstreifens 1. Ordnung vom Helligkeitsmaximum 0. Ordnung.
- Geben den Farbbereich an und notiere die Messwerte.
- Führe die Messungen auch für den Grünfilter und den Blaufilter durch.
- Schalte das Netzgerät aus.



Abbildung 16

PHYWE

## Protokoll



## Aufgabe 1

PHYWE

### Beschreibung der Beobachtungen

Durch die Beugung von weißem Licht am Gitter entstehen zueinander [ ] farbige Streifen (Spektren), die [ ] zu einem hellen weißen Streifen angeordnet sind. Von diesem weißen Streifen aus gesehen, ist die Farbe [ ] am weitesten, die Farbe [ ] am wenigsten entfernt.

- [ ] Rot
- [ ] symmetrisch
- [ ] Violett
- [ ] parallele

 Überprüfen

## Aufgabe 2

PHYWE

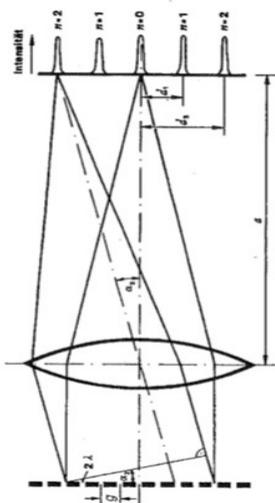


Abbildung 17

### Herleitung der Wellenlänge

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

PHYWE

### Berechnung der kritischen Wellenlängen

	Farbbereich	Wellenlängenbereich $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$
Weißes Licht:	violett bis dunkelrot	440 nm – 655 nm
Roter Filter:	gelbgrün bis dunkelrot	655 nm – 714 nm
Grüner Filter:	blau bis orange	405 nm – 714 nm
Blauer Filter:	blau bis grün	571 nm – 738 nm
Blauer Filter 2:	blau bis rot	417 nm – 548 nm

✓ Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 23: Beschreibung der Beobachtungen

0/4

Folie 24: Herleitung der Wellenlänge

0/8

Folie 25: Berechnung der kritischen Wellenlängen

0/5

Gesamtsumme

0/17

👁 Lösungen⟳ Wiederholen

15/15