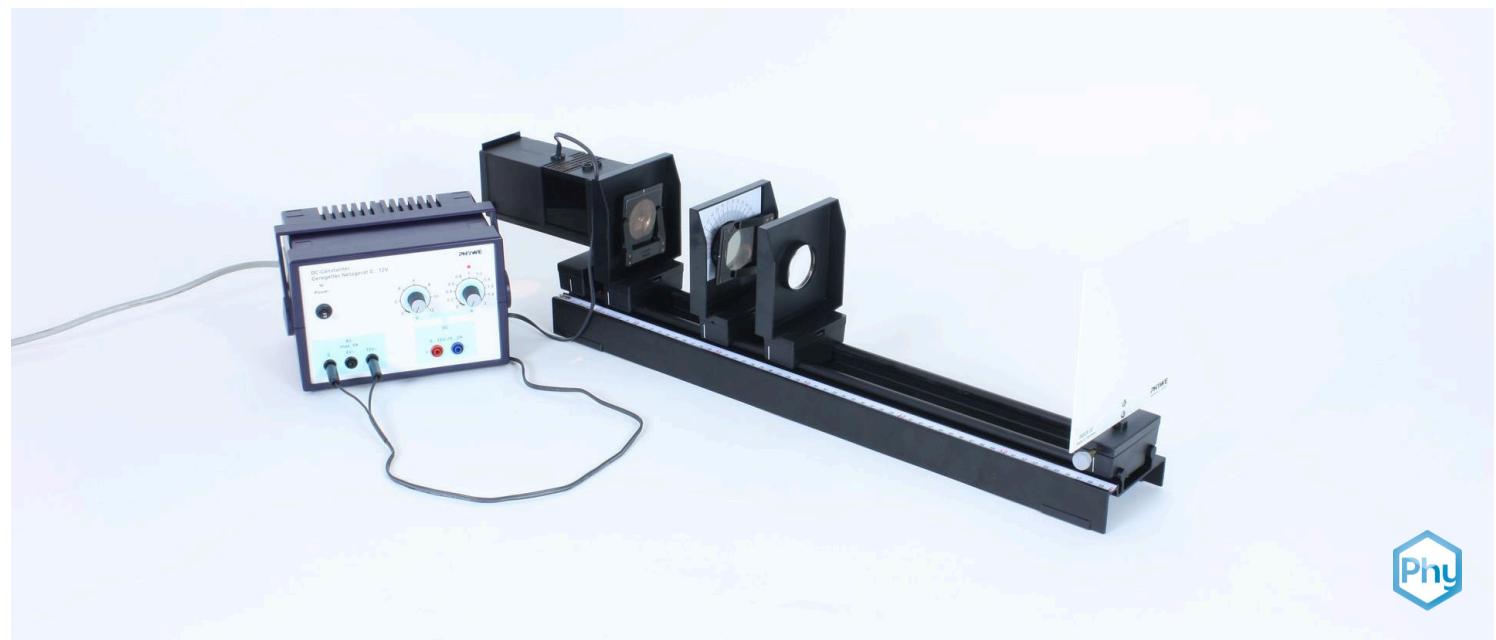


Polarisation durch Spannungsdoppelbrechung



Physik

Licht & Optik

Welleneigenschaften des Lichts



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fba9cc86f714b0003c2037a>

PHYWE

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE

Der Versuchsaufbau

Optisch anisotrope Stoffe spalten hindurchtretendes Licht in zwei Anteile mit unterschiedlichen Schwingungsebenen. Um die optische Anisotropie bei einem Stoff zu überprüfen, muss man lediglich zwei Polarisationsfilter in den Lichtweg zwischen der Lichtquelle und dem Stoff platzieren, und das hindurchkommende Licht betrachten.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

Vorwissen



Für die Schüler ist es von Vorteil, wenn sie bereits wissen, dass Licht eine Transversalwelle und polarisierbar ist.

Prinzip



In durchsichtigen Stoffen können durch Herstellungsverfahren, durch Nachbehandlung oder Einwirkung äußerer Kräfte Spannungen entstehen, die zur optischen Anisotropie dieser Stoffe führen. Das bedeutet, dass ein Lichtwellenzug in zwei Anteile mit unterschiedlichen Schwingungsebenen aufgespalten wird, wenn er diese Stoffe durchdringt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes und demzufolge der Brechungsindex sind richtungsabhängig. Diese Erscheinung heisst Spannungsdoppelbrechung.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen mit diesem Experiment erkennen, dass sich das Blickfeld hinter dem gekreuzten Analysator farbig aufhellt, wenn polarisiertes weißes Licht optisch anisotrope Stoffe durchdringt, und dass diese teilweise farbigen Aufhellungen dadurch entstehen, dass sich offenbar die Schwingungsebenen von Anteilen des hindurchtretenden Lichtes ändern.

Aufgaben



Die Schüler sollen polarisiertes Licht durch gegebene spannungsoptische Modelle senden, diese dabei unterschiedlichen Drücken aussetzen, die zu inneren Spannungen führen, und das hindurchgetretene Licht analysieren. Anschließend sollen sie auch Linsen von Brillen auf innere Spannungen untersuchen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Um das Experimentieren nicht unnötig zu erschweren, sollte man den Raum erst völlig verdunkeln, nachdem alle Schülergruppen eines der spannungsoptischen Modelle scharf abgebildet haben.

Zur Untersuchung von Brillenlinsen auf optische Anisotropie können Brillen der Schüler verwendet werden. Die Schüler werden auch interessante Farberscheinungen bemerken, die beim Durchgang des polarisierten Lichtes durch Brillenfassungen aus Kunststoff entstehen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Anmerkungen

Optisch anisotrope Gläser kann man sich selbst herstellen: Eine dünne Glasscheibe wird über einer Gasbrennerflamme bis kurz vor dem Schmelzen erhitzt und dann sofort durch heftige Bewegung in der Luft schnell abgekühlt.

Man kann bei diesem Experiment auch Sekuritglas verwenden. Es besteht aus Bereichen unterschiedlicher Spannung und zerspringt bei Beschädigung in kleine Trümmer. Am bekanntesten ist seine Verwendung bei Frontscheiben für Kraftfahrzeuge.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation



PHYWE



Im Alltag findet man Polarisationsfilter im Einsatz bei der Fotografie, um störende Lichtreflexionen zu unterdrücken, oder in Brillen, wo zwei gegeneinander versetzte Filter eingesetzt sind, die jeweils für jedes Auge verschieden polarisiertes Licht durchlassen, sodass eine dreidimensionale Wahrnehmung möglich ist.

Mit ihnen ist es jedoch auch möglich, zu analysieren, ob ein Stoff, wie beispielsweise Glas, optisch anisotropisch ist, wenn man das hindurchtretende Licht beobachtet.

Aufgaben



PHYWE

Der Versuchsaufbau

1. Sende polarisiertes Licht durch gegebene spannungsoptische Modelle, setze diese dabei unterschiedlichen Drücken aus, die zu inneren Spannungen führen, und analysiere das hindurchgetretene Licht.
2. Untersuche anschließend auch Linsen von Brillen auf innere Spannungen.

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	Linse auf Reiter, $f = +50$ mm	09820-01	1
5	Linse auf Reiter, $f = +100$ mm	09820-02	1
6	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
7	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
8	Spannungsoptisches, Modell	09829-00	1
9	Polarisationsfilter, 50 mm x 50 mm	08613-00	2
10	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
11	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
12	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1

Aufbau (1/3)

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 (2/3)

PHYWE

- Baue die Leuchte nach den Abbildungen 3 und 4 auf.
- 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 (3/3)



- Spanne den Schirm in den rechten Teil des Stativfußes ein (Abb. 7).
- Stelle eine Linse mit $f = +50$ mm bei etwa 3,5 cm und eine Linse mit $f = +100$ mm bei etwa 25 cm auf die optische Bank (Abb. 8).

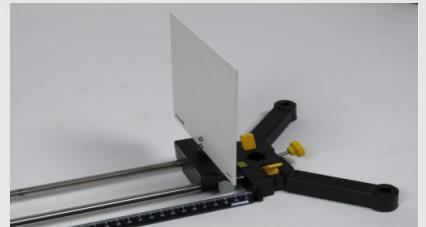


Abbildung 7

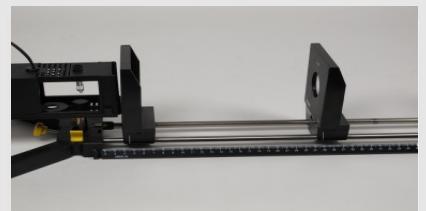


Abbildung 8

Durchführung (1/3)



- Schließe die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalte das Netzgerät ein (Abb. 9).
- Halte ein spannungsoptisches Modell bei etwa 8 cm in den Strahlengang.
- Verschiebe es so, dass ein scharfes Bild auf dem Schirm entsteht.
- Merke dir die Position des Modells (Abb. 10).



Abbildung 9



Abbildung 10

Durchführung (2/3)



- Stecke einen Blendenhalter mit Filter (Polarisator) auf die Linse mit $f = +50$ mm (Abb. 11) und den anderen Blendenhalter mit Filter (Analysator) auf die Fassung mit Skale.
- Stelle letztere bei etwa 20 cm auf die optische Bank (Abb. 12).
- Stelle den Analysator so ein, dass beide Filter gekreuzt sind ($\alpha = 90^\circ$).
- Halte spannungsoptische Modelle nacheinander an der vorher bestimmten Position in den Strahlengang, drücke mit den Fingern die schmalen Enden unterschiedlich stark zusammen und beobachte dabei die Erscheinungen auf dem Schirm. Notiere die Beobachtungen.



Abbildung 11



Abbildung 12

Durchführung (3/3)



- Halte anstelle der spannungsoptischen Modelle Brillenlinsen aus Glas und Kunststoff in den Strahlengang. Notiere die Beobachtungen.
- Halte spannungsoptische Modelle unter Druck in den Strahlengang und ändere dabei den Winkel des Analysators durch Drehen. Notiere die Beobachtungen.
- Schalte das Netzgerät aus.



Abbildung 11



Abbildung 12



Protokoll

Aufgabe 1



Trage die fehlenden Wörter ein.

Wenn die spannungsoptischen Modelle in den Strahlengang gehalten werden, ohne Druck auszuüben, bleibt der Schirm erwartungsgemäß .

Stehen die Modelle unter Druck, der innere erzeugt, werden sie zum Teil auf dem Schirm abgebildet, und zwar an unterschiedlichen Stellen in unterschiedlichen Farben.

Die farbigen Aufhellungen ändern sich bezüglich Farbe, Lage und Form, wenn der Drehwinkel zwischen dem und dem Analysator geändert wird.

Überprüfen

Aufgabe 2



Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Die farbigen Aufhellungen lassen sich dadurch erklären, dass das

polarisierte

Licht beim Durchgang durch die unter äußerer
stehenden spannungsoptischen Modelle in Teile
mit unterschiedlichen aufgespalten wird.

komplementäre Mischfarbe

Krafteinwirkung

Schwingungsebenen

Bei den verschiedenen Winkeln α , um die der Polarisator und der Analysator
gegeneinander gedreht sind, werden unterschiedliche Farben des (weißen)
Lichtes gelöscht, und es tritt die jeweils auf.

 Überprüfen

Aufgabe 3



Wie könnten die beobachteten Erscheinungen technisch genutzt werden?

- Man könnte die Erscheinungen technisch dafür nutzen, innere Spannungen von Gläsern zu reduzieren.
- Mit den beobachteten Erscheinungen kann man technisch in Gläser oder andere optische Stoffe Spannungen erzeugen.
- Die beobachteten Erscheinungen können technisch genutzt werden, um zu prüfen, ob und wo Gläser innere Spannungen haben.

 Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 19: Beschreibung der Beobachtungen	0/3
Folie 20: Erklärung der Erscheinung	0/4
Folie 21: Technische Anwendungsmöglichkeit	0/1

Gesamtsumme

 0/8 Lösungen Wiederholen