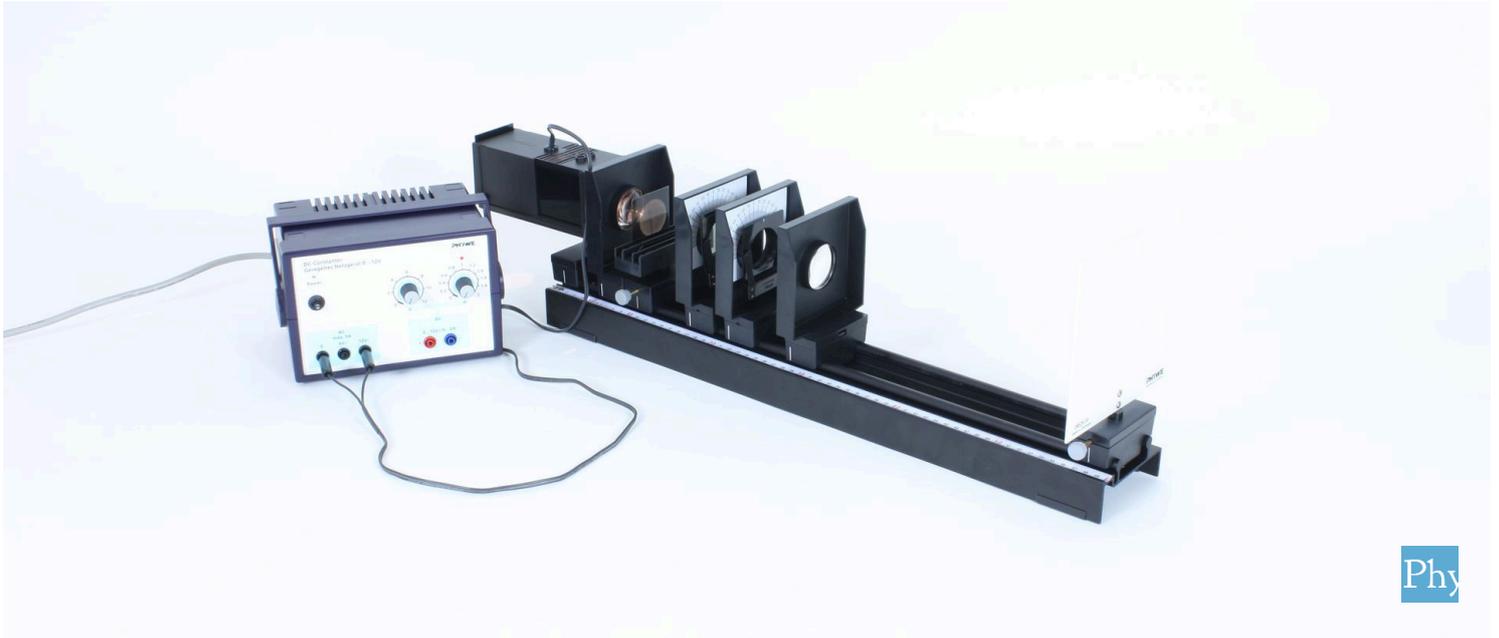


Chromatische Polarisation



Die Aufgabe dieses Versuches besteht darin Klarsichtfolie in den Raum zwischen zwei gekreuzten Polarisationsfiltern zu bringen und die Erscheinungen, die bei Drehung der Folie oder eines der Filter auftreten zu untersuchen.

Physik

Licht & Optik

Welleneigenschaften des Lichts



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Chromatische Polarisierung

Als Chromatische Polarisierung werden Farberscheinungen bezeichnet, die beim Einbringen dünner Platten oder Folien doppelbrechender Stoffe in einen Polarisationsapparat auftreten. Erstmals beobachtet wurden diese Phänomene 1811 von dem französischen Physiker Arago.

Denkbare Anwendungen sind die Beleuchtung im Theater und bei Diskos sowie die Erzeugung eindrucksvoller Farbeffekte im Film Fernsehen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler sollten zuvor die Grundlagen der Welleneigenschaften von Licht erlernt haben. Sie sollten außerdem die Begriffe Interferenz und Polarisation kennen und die Funktionsweise eines Polarisators verstanden haben.

Prinzip



Die Klarsichtfolie zerlegt das Licht in zwei senkrecht zueinander polarisierte Anteile. Dadurch werden je nach Stellung des Analysators bestimmte Farben ausgelöscht, und es tritt bei einer bestimmten Stellung des Analysators die zur ausgelöschten Farbe komplementäre Mischfarbe auf dem Schirm auf. Welche Farben auftreten, ist abhängig von der Schichtdicke der Klarsichtfolie, ihre Intensität von dem Winkel, den die Streckrichtung der Folie und die Polarisationsrichtung des Analysators miteinander haben.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler sollen die Zusammenhänge zwischen der Farbe und der Intensität der Farberscheinungen und dem Drehwinkel der Polarisationsfilter zueinander erkennen. Zudem ist das Ziel zu erfassen, dass die beiden Anteile, in die das auftreffende natürliche Licht zerlegt wird, senkrecht zueinander polarisiert sind, und symmetrisch liegende, komplementäre Farben haben.

Aufgaben



Die Aufgabe dieses Versuches besteht darin Klarsichtfolie in den Raum zwischen zwei gekreuzten Polarisationsfiltern zu bringen und die Erscheinungen, die bei Drehung der Folie oder eines der Filter auftreten zu untersuchen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Der Lehrer sollte vor dem Experimentieren geeignete Kunststofffolien bereitlegen; nicht jede Folie ist optisch anisotrop.

Es empfiehlt sich, die Präparate aus Kunststofffolien-Streifen vorher von den Schülern anfertigen zu lassen, um zügiges Experimentieren zu gewährleisten. Einmal sorgfältig hergestellt, kann ein Satz der Präparate die Gerätesammlung für längere Zeit komplettieren.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE
excellence in science

Zusätzliche Informationen

Die meisten der gebräuchlichen Kunststofffolien haben durch Strecken oder Walzen während ihres Herstellungsprozesses bleibende innere Spannungen erhalten, die ihre optische Anisotropie bewirken. Die Lichtgeschwindigkeit in solchen Folien ist damit richtungsabhängig, d.h., ein auf ihre Grenzfläche auftreffender Lichtstrahl wird in zwei Anteile, den ordentlichen und den außerordentlichen Strahl, zerlegt.

Bringt man diese Folien zwischen zwei Polarisationsfilter, dann treten im Gesichtsfeld hinter dem Analysator Farberscheinungen auf, wobei die Farben und ihre Intensität vom Drehwinkel der Polarisationsfilter zueinander, von der Stellung der Streckrichtung der Folien und deren Schichtdicke abhängig ist.

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE
excellence in science

Anmerkungen

Vor dem Zuschneiden der Streifen aus Klarsichtfolie, also auch vor der Herstellung des Folienstreifen-Präparates, muss die Streckrichtung der vorgesehenen Folie ermittelt werden. Im allgemeinen ist dies aber nicht nötig, weil rechteckige Folien so geliefert werden, dass eine ihrer Seiten parallel zu ihrer Streckrichtung verläuft.

Die Anisotropie der Folienstreifen bewirkt eine Aufspaltung des vom Polarisator her auftreffenden Lichtes in zwei Anteile, die senkrecht zueinander polarisiert und bei $\delta = 45^\circ$ von gleicher Intensität sind. Da diese Anteile die Folie mit unterschiedlicher Geschwindigkeit durchlaufen, haben sie gegeneinander einen Gangunterschied Δ .

Kommen die Anteile zur Interferenz, dann wird - gleiche Intensität, also $\delta = 45^\circ$ vorausgesetzt - die Farbe ausgelöscht, für die $\Delta = (2k + 1) \cdot \lambda/2$ gilt; die Folie erscheint in der komplementären Mischfarbe.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

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

PHYWE
excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE
excellence in science

Jeder hat die bunten Farberscheinungen in Diskotheken, Theatern oder Kinos womöglich schon mal gesehen. Oftmals basiert diese Erscheinung auf dem Phänomen der Chromatischen Polarisation. Bringt man einen doppelbrechenden Stoff, wie beispielsweise eine Klarsichtfolie in einen Polarisationsapparat, so lassen sich zwischen Polarisator und Analysator bunte Farberscheinungen erkennen.



Diskotheek

Aufgabe

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

Wie kann man mit Klarsichtfolie interessante Farbeffekte erzeugen?

Bringen Sie Klarsichtfolie in den Raum zwischen zwei gekreuzten Polarisationsfiltern und untersuchen Sie die Erscheinungen, die bei Drehung der Folie oder eines der Filter auftreten.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Leuchtbbox, Halogen 12 V/20 W	09801-00	1
2	Boden mit Stiel für Leuchtbbox 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	2
7	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
8	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1
9	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	1
10	Polarisationsfilter, 50 mm x 50 mm	08613-00	2
11	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
12	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Zusätzliches Material

PHYWE
excellence in science

Position	Material	Menge
1	Klebeband	
2	Schere	1
3	Klarsichtfolien verschiedener Art	

Aufbau (1/4)

PHYWE
excellence in science

- Bauen Sie mit den beiden Stativstangen und dem variablen Stativfuß die optische Bank auf und legen Sie den Maßstab an.



Aufbau (2/4)

PHYWE
excellence in science

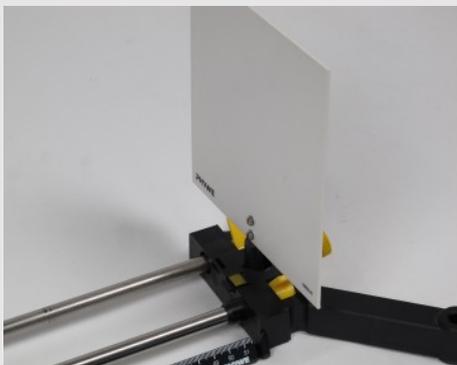
- Bauen Sie die Leuchte nach den Abbildungen rechts oben auf.
- Spannen Sie die Leuchte so in den linken Teil des Stativfußes ein, dass sie mit der Linsenseite von der optischen Bank weg weist .
- Schieben Sie die lichtundurchlässige Blende vor die Linse der Leuchte.



Aufbau (3/4)

PHYWE
excellence in science

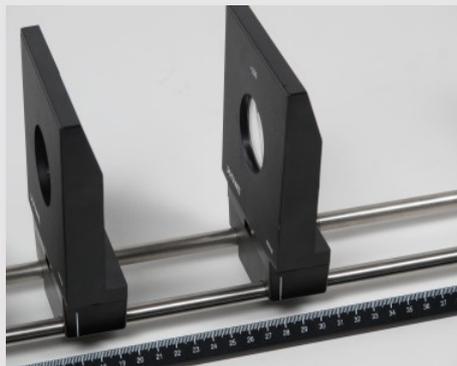
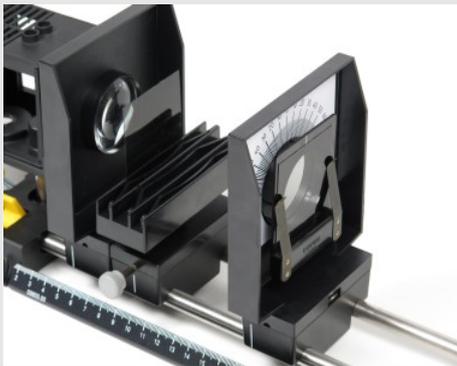
- Spannen Sie den Schirm in den rechten Teil des Stativfußes ein und stellen Sie eine Linse mit $f = +50$ mm unmittelbar neben die Leuchte auf die optische Bank.
- Stellen Sie einen Plattenhalter mit einem Polarisationsfilter (Polarisator) auf einen Reiter bei etwa 8 cm auf.



Aufbau (4/4)

PHYWE
excellence in science

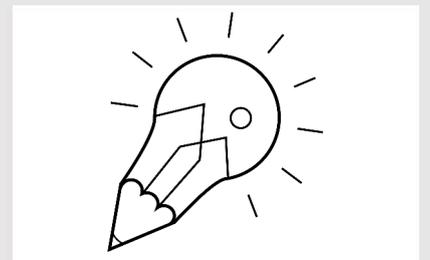
- Schieben Sie den zweiten Polarisationsfilter (Analysator) in einen Blendenhalter, stecken Sie diesen so auf die Fassung, dass die Markierung über dem Nullpunkt der Skale liegt.
- Platzieren Sie die Fassung bei etwa 17 cm und eine Linse mit $f = +100$ mm bei etwa 28 cm.



Durchführung (1/3)

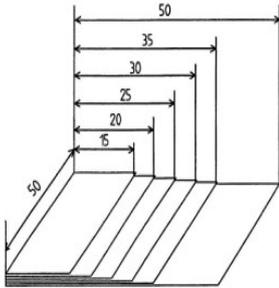
PHYWE
excellence in science

- Schließen Sie die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalten Sie das Netzgerät ein.
- Falls die Polarisationsfilter nicht gekreuzt sind, stecken Sie den Polarisator um 90° gedreht in den Plattenhalter. Halten Sie einen rechteckigen Streifen Klarsichtfolie bei etwa 12 cm in den Strahlengang und drehen Sie ihn um die optische Achse; halten Sie zuletzt den Streifen so, dass er einen Winkel von etwa 45° mit den Polarisationsrichtungen der Filter bildet; Strecken Sie den Streifen auch einmal - falls die Folie weich genug ist.
- Halten Sie zerknüllte Verpackungsfolie anstelle des Streifens zwischen Polarisator und Analysator und drehen Sie den Analysator nach links und rechts. Beobachten Sie während dieser Manipulationen den Bildschirm und notieren Sie die Beobachtungen.



Durchführung (2/3)

PHYWE
excellence in science

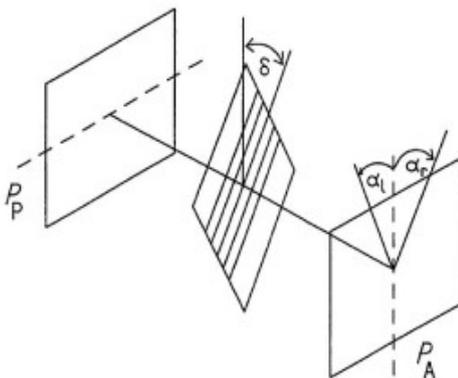


Skizze des Präparats aus Klarsichtfolien

- Zur genaueren Untersuchung der beobachteten Erscheinungen schieben Sie das Präparat aus Klarsichtfolien-Streifen in den zweiten Blendenhalter, stecken diesen auf die Fassung mit Skale auf, drehen die Marke des Blendenhalters um 45° und platzieren den Blendenhalter bei etwa 11 cm.
- Bilden Sie durch Verschieben des Präparats oder der Linse mit $f = +100$ mm die Streifen auf dem Schirm scharf ab. Beschreiben Sie das Bild des Präparats.
- Hinweis:
Die Abbildung links verdeutlicht ein Beispiel, wie Stücke geeigneter Folie zugeschnitten und übereinandergelegt werden können. Anschließend werden ihre Ränder mit Tesafilmstreifen überklebt und auf diese Weise gegen Verrutschen gesichert.

Durchführung (3/3)

PHYWE
excellence in science



Skizze zur Polarisatorstellung

- Drehen Sie das Präparat um 45° nach links und nach rechts, beobachten Sie dabei den Schirm und notieren Sie die Beobachtungen. Notieren Sie die Farbe, die Lage sowie die Intensität.
- Bringen Sie das Präparat in die Ausgangsstellung $\delta = 45^\circ$ wie in der Abbildung dargestellt und drehen Sie den Analysator nach links (α_l) und rechts (α_r); beobachten Sie dabei den Schirm; achten Sie auf die Farben, deren Aufeinanderfolge und Intensität sowie auf die Drehwinkel des Analysators. Notieren Sie die Beobachtungen.
- Schalten Sie das Netzgerät aus.



Protokoll

Aufgabe 1

Wie kann man mit Klarsichtfolie interessante Farbeffekte erzeugen?
Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Mit Klarsichtfolie kann man interessante Farbeffekte erzeugen, wenn sie
[] einem [] und einem Analysator
steht und [] oder [] wird oder
wenn man übereinander gelegte bzw. geknüllte Folie dazwischen hält und den
[] [] .

 Überprüfen

Aufgabe 2

Die Erklärung der beobachteten Erscheinungen beruht darauf, dass manche Stoffe chromatische Polarisation des Lichts hervorrufen, das durch sie hindurchtritt. Fassen Sie die Ergebnisse des Experiments zusammen.

Die Klarsichtfolie zerlegt das Licht in zwei zueinander Anteile. Dadurch werden je nach Stellung des bestimmte Farben ausgelöscht, und es tritt bei einer bestimmten Stellung des Analysators die zur ausgelöschten Farbe komplementäre Mischfarbe auf dem Schirm auf. Welche Farben auftreten, hängt von der Schicht der Klarsichtfolie ab, ihre Intensität von dem , den die Streckrichtung der Folie und die Polarisationsrichtung des Analysators miteinander haben.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

Nennen Sie Möglichkeiten, wie man die Farberscheinungen, die beim Experiment aufgetreten sind, praktisch nutzen könnte.

- Bunte Lichterketten
- Theater- und Kinobeleuchtung
- Umlenkung von Lichtstrahlen im Fernglas
- Farbeffekte im Kino

✓ Überprüfen



Bild eines Theatersaals

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 22: Erzeugung von Farbeffekten	0/6
Folie 23: Erklärung der Lichterscheinung	0/5
Folie 24: Anwendungen der Chromatischen Polarisation	0/2

Gesamtsumme  0/13

 Lösungen

 Wiederholen