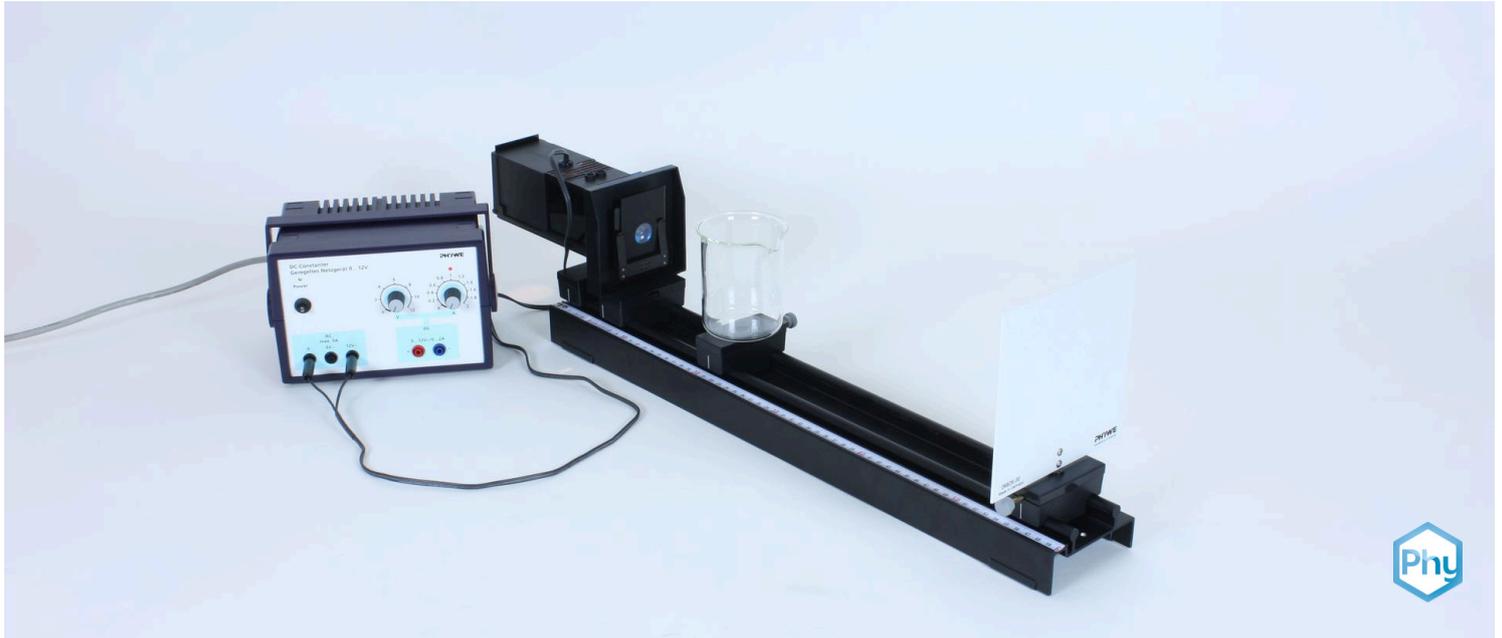


Polarisation durch Streuung



Die Aufgabe dieses Versuches besteht darin, zu untersuchen, warum der wolkenlose Himmel bei Tage blau erscheint, und ob dieses Licht polarisiert ist.

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/5fa2f698d55fef00035ee9d9>

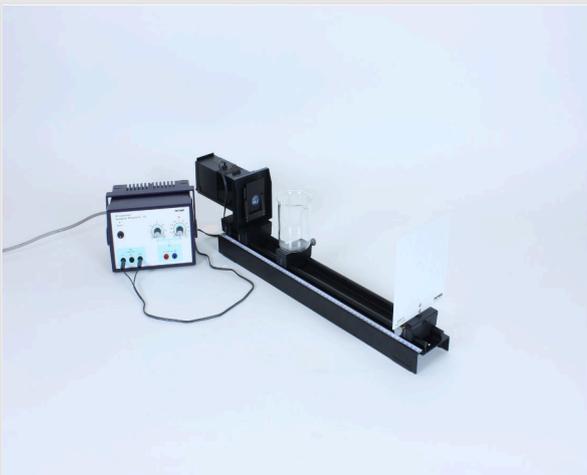
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Polarisation durch Streuung

Licht ist polarisierbar. In den vorherigen Versuchen wurde bereits gezeigt, dass Licht mittels Reflexion an Oberflächen oder durch Brechung polarisiert werden kann. Eine weitere Möglichkeit ist die Polarisation durch Streuung. Wird unpolarisiertes Licht auf ein Streuzentrum gestrahlt, kann jede beliebige Polarisationsrichtung in einen vertikal und einen senkrecht schwingenden Anteil zerlegt werden, der das Streuzentrum zu entsprechenden Schwingungen anregen kann. Auch in der Natur ist Polarisation durch Streuung beobachtbar: Trifft unpolarisiertes Sonnenlicht auf die Moleküle in der Atmosphäre, und beobachtet man es unter einem Winkel von 90° , kommt es zur Streuung und ein Teil des Lichts wird linear polarisiert.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

Vorwissen



Die Schüler sollten Kenntnisse über Reflexion, Brechung und Streuung von Lichtwellen sowie deren Polarisationsseigenschaften haben.

Prinzip



Das Lichtbündel, das durch das trübe Medium hindurchtritt, wird z.T. gestreut. Die Intensität der Streuung nimmt mit der Trübung zu. Das durch Streuung abgelenkte Licht hat eine bläuliche Farbe und ist senkrecht zur optischen Achse des Lichtbündels polarisiert; offenbar wird vorzugsweise blaues Licht gestreut. Je länger der Weg ist, den das Lichtbündel im trüben Medium zurücklegt, um so vollständiger ist das blaue Licht gestreut.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten Kenntnisse über Reflexion, Brechung und Streuung von Lichtwellen sowie deren Polarisationsseigenschaften haben.

Prinzip



Das Lichtbündel, das durch das trübe Medium hindurchtritt, wird z.T. gestreut. Die Intensität der Streuung nimmt mit der Trübung zu. Das durch Streuung abgelenkte Licht hat eine bläuliche Farbe und ist senkrecht zur optischen Achse des Lichtbündels polarisiert; offenbar wird vorzugsweise blaues Licht gestreut. Je länger der Weg ist, den das Lichtbündel im trüben Medium zurücklegt, um so vollständiger ist das blaue Licht gestreut.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen den Tyndall-Effekt beim Experiment auslösen und erkennen, dass und wie das Streulicht polarisiert ist und dass das hindurchtretende Licht keine Polarisation aufweist. Sie sollen ferner erkennen, dass mit wachsender Trübung eine immer besser erkennbare Blaufärbung des gestreuten sowie eine Färbung des hindurchtretenden Lichtes von Gelb zu Gelb-Rot auftritt.

Aufgaben



Die Aufgabe dieses Versuches besteht darin, zu untersuchen, warum der wolkenlose Himmel bei Tage blau erscheint, und ob dieses Licht polarisiert ist.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Das Experiment muss im gut verdunkelten Raum stattfinden.

Milchteilchen sind relativ groß. Daher kann es passieren, dass die Schüler die Blaufärbung des Streulichtes nicht ohne Hinweis durch den Lehrer wahrnehmen, weil sie nicht sehr intensiv ist.

Überzeugendere Beobachtungsergebnisse lassen sich erreichen, wenn man Kolophonium in Spiritus löst (1g Kolophonium in 20cm³ Spiritus) und die Lösung tropfenweise in das Wasser gibt. Die Streuung der blauen Anteile des natürlichen Lichtes wird in stärkerem Maße gewährleistet, und der Farbunterschied zwischen hindurchtretendem und gestreutem Licht wird deshalb größer. Von Nachteil ist, dass das Kolophonium relativ rasch ausflockt und die benutzten Gläser trübt.

Es ist darauf zu achten, dass die verwendeten Polarisationsfilter eine Kerbe zur Kennzeichnung der Polarisationsrichtung besitzen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

Zusätzliche Informationen

Ein paralleles Lichtbündel, das durch ein völlig klares Medium hindurchtritt, kann senkrecht zur optischen Achse nicht wahrgenommen werden, wohl aber, wenn das Medium trüber wird bzw. ist. Dann werden Anteile des Lichtes an kleinen Teilchen gestreut. Diese Erscheinung heisst Tyndall-Effekt nach dem irischen Physiker John Tyndall (1830 bis 1893), der sie 1868 zuerst untersucht hat. Die Teilchen, die die Trübung des Mediums hervorrufen, wirken wie Dipole, die angeregt werden und ihrerseits Licht aussenden. Dieses schwingt in Ebenen, die senkrecht auf den Schwingungsebenen des durch das trübe Medium hindurchtretenden Lichtes stehen.

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

Anmerkungen

Die Streuung des Lichtes und damit die Farbunterschiede zwischen dem gestreuten und dem nicht gestreuten Anteil des Lichtes werden umso deutlicher, je kleiner die Teilchen sind, durch die die Streuung hervorgerufen wird. Deshalb erscheint der Himmel dann besonders blau, wenn die Luft sehr rein ist. Dann enthält sie vor allem nur besonders kleine Teilchen, die sie nur wenig trüben und das Licht besonders gut streuen.

Der Einsatz des Blaufilters zum Ende des Experiments wurde deshalb vorgeschlagen, weil damit die bevorzugte Streuung der blauen Anteile des Spektrums und damit die daraus resultierende Blaufärbung des Streulichtes, die vorher weniger überzeugend sichtbar war, überzeugend nachgewiesen werden kann.

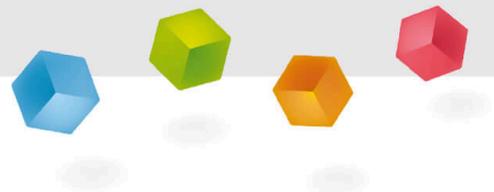
Sicherheitshinweise

PHYWE

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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE

Licht natürlicher Quellen ist meist unpolarisiert. Es gibt aber verschiedene Möglichkeiten, wie man aus unpolarisiertem Licht polarisiertes erzeugen kann. Im vorherigen Versuch wurde die Methode der Polarisation durch Brechung betrachtet. Eine weitere Möglichkeit ist die Polarisation durch Streuung. Im Sommer oder an kalten Wintertagen können wir oftmals einen strahlend blauen, wolkenlosen Himmel sehen. Doch warum ist der Himmel eigentlich blau? Schauen wir tiefer ins Weltall hinein sehen wir, dass fast alles um uns herum schwarz ist. Was passiert also mit den Sonnenstrahlen, wenn sie auf unsere Atmosphäre treffen, sodass wir nur blaues Licht sehen?



blauer Himmel

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	Farbfiltersatz für additive Farbmischung	09807-00	1
5	Blende mit Loch, d = 20 mm	09816-01	1
6	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	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	Polarisationsfilter, 50 mm x 50 mm	08613-00	1
11	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
12	Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml	46054-00	1
13	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Material

PHYWE

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	Blende mit Loch, d = 20 mm	09816-01	1
6	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	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	Polarisationsfilter, 50 mm x 50 mm	08613-00	1
11	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
12	Recherglas Boro, niedrige Form 250 ml	16054-00	1

Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Pipette	1
2	etwas Milch	

Aufbau (1/3)

PHYWE

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



Aufbau (2/3)

PHYWE

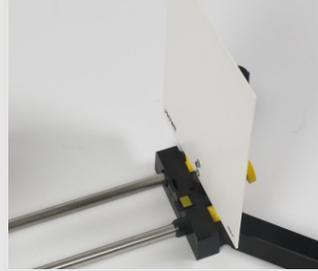
- Bauen Sie die Leuchte nach den Abbildungen rechts oben auf.
- Spannen Sie die Leuchte so in den linken Teil des Stativfußes ein, dass sie mit der Linsenseite von der optischen Bank weg weist.
- Schieben Sie die lichtundurchlässige Blende vor die Linse der Leuchte.



Aufbau (3/3)

PHYWE

- Spannen Sie den Schirm in den rechten Teil des Stativfußes ein.
- Stellen Sie die Linse mit $f = +50\text{mm}$ unmittelbar neben der Leuchte auf die optische Bank und stecken Sie den Blendenhalter mit der eingeschobenen Lochblende auf die Fassung der Linse.
- Füllen Sie das Becherglas mit ca. 250 ml Wasser und stellen Sie es in etwa 10 cm Entfernung von der Linse auf die beiden Reiter, wobei die aufgedruckte Beschriftung des Becherglases nach hinten zeigen sollte.



Durchführung (1/2)

PHYWE



- Schließen Sie die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalten Sie das Netzgerät ein.
- Machen Sie das Wasser durch vorsichtige Hinzugabe von Milch schrittweise trüber; füllen Sie dazu die Pipette nur mit sehr wenig Milch und verrühren Sie diese im Wasser.
- Beobachten Sie nach jedem dieser Schritte die Farbe des Lichtflecks auf dem Schirm sowie die des senkrecht zur optischen Achse sichtbaren Lichtes und untersuchen Sie auch die Polarisation des hindurchtretenden und des senkrecht zur optischen Achse sichtbaren Lichtes; entfernen Sie dazu kurzzeitig den Schirm und blicken Sie dem Licht durch den Analysator entgegen (Vorsicht! Blendwirkung!).
- Notieren Sie die Beobachtungen.

Durchführung (2/2)

PHYWE



- Hinweis: Zur Untersuchung des senkrecht zur optischen Achse austretenden Lichtanteils sollte dieses nicht nur von vorn, sondern zum Beispiel auch von oben durch den Analysator betrachtet werden.
- Blicken Sie von oben ohne Polarisationsfilter auf das Lichtbündel im trüben Wasser und achten Sie dabei auf die Färbung des Lichtbündels längs des Lichtweges; notieren Sie die Beobachtungen.
- Schieben Sie den Blaufilter in den Schacht der Leuchte und beobachten Sie das Streulicht und das Licht auf dem Schirm.
- Notieren Sie die Beobachtungen.
- Schalten Sie das Netzgerät aus.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Dass man das Lichtbündel im trüben Wasser auch seitlich beobachten kann, ist auf dessen teilweise Streuung zurückzuführen. Füllen Sie den Lückentext aus.

Das Lichtbündel, das durch das trübe Wasser hindurchtritt, wird z.T. gestreut. Die Intensität der Streuung nimmt mit der Trübung zu. Das durch Streuung abgelenkte Licht hat eine bläuliche Farbe und ist senkrecht zur optischen Achse des Lichtbündels ; offenbar wird vorzugsweise Licht gestreut. Das Licht, das keine Streuung erfährt, ist gefärbt und . Je länger der Weg ist, den das Lichtbündel im trüben Medium zurücklegt, um so vollständiger ist das blaue Licht gestreut.

Aufgabe 2

PHYWE

Warum erscheint der wolkenlose Himmel bei Tage blau, und ist dieses Licht polarisiert?

Der wolkenlose Himmel erscheint bei Tage blau, weil vor allem die blauen Anteile des Sonnenlichts an kleinen Teilchen reflektiert werden, die sich in der Luft befinden. Dieses blaue Licht ist unpolarisiert.

Der wolkenlose Himmel erscheint bei Tage blau, weil vor allem die blauen Anteile des Sonnenlichts an kleinen Teilchen gestreut werden, die sich in der Luft befinden. Dieses blaue Licht ist (linear) polarisiert.



blauer Himmel

Aufgabe 3

PHYWE



Abendrot

Erklären Sie nun auch, wie das Abendrot zustande kommt.

Das Licht der Sonne muss abends einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen als z.B. mittags, wenn es unser Auge trifft, denn es muss die Atmosphäre schräg durchlaufen. Bedingt durch den längeren Weg werden die bläulichen Anteile des Spektrums vollständiger gestreut, so dass das ungestreute Licht gelb-rot erscheint.

Das Licht der Sonne muss abends einen kürzeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen als z.B. mittags, wenn es unser Auge trifft, denn es muss die Atmosphäre schräg durchlaufen. Bedingt durch den kürzeren Weg werden die bläulichen Anteile des Spektrums vollständiger gestreut, so dass das ungestreute Licht gelb-rot erscheint.