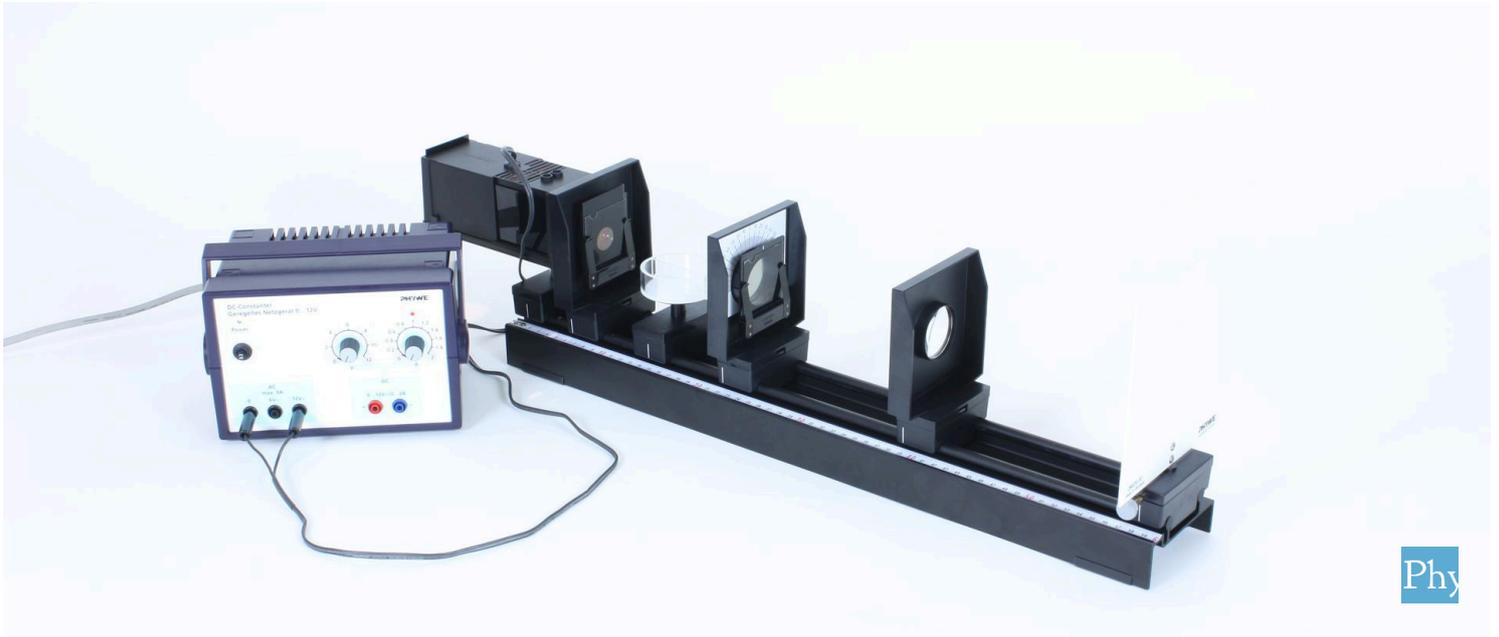


Drehung der Polarisationssebene in Zuckerlösung



Der Drehwinkel hängt bei Licht einer bestimmten Farbe von der Schichtdicke und der Konzentration der Zuckerlösung ab. Dies gilt in diesem Versuch zu untersuchen.

Physik	Licht & Optik	Welleneigenschaften des Lichts	
			
Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
leicht	1	10 Minuten	10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Drehung der Polarisationssebene in
Zuckerlösung

Ein Saccharimeter ist ein Gerät, das zur Bestimmung der Konzentration einer Zuckerlösung dient. Das Messverfahren beruht auf der Eigenschaft der optischen Aktivität der verwendeten Stoffe. Linear polarisiertes Licht dreht beim Durchgang durch die Zuckerlösung seine Polarisationsrichtung. In Abhängigkeit vom Drehwinkel kann so die Konzentration bestimmt werden. Speziell kann man die Kinetik des Spaltungsprozesses von Saccharose in Glucose und Fructose untersuchen. Das Fortschreiten der chemischen Reaktion kann in Abhängigkeit des gemessenen Drehwinkels beobachtet werden.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler sollten Kenntnisse über die Polarisations- und Reflexionseigenschaften von Licht haben.

Prinzip



Optisch aktive Stoffe, wie Zuckerlösung und Quarz, drehen die Polarisationssebene des durch sie hindurchtretenden Lichtes. Die optische Aktivität wird durch die Gestalt der Moleküle des gelösten Zuckers bzw. durch die Gitterstruktur des Quarzes hervorgerufen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Mit dem Experiment sollen die Schüler die Erscheinungen Rotationsdispersion, deren Abhängigkeit von λ , c und d , sowie den prinzipiellen Aufbau eines Saccharimeters kennenlernen.

Aufgaben



Der Drehwinkel hängt bei Licht einer bestimmten Farbe von der Schichtdicke und der Konzentration der Zuckerlösung ab. Dies gilt in diesem Versuch zu untersuchen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE
excellence in science

Zusätzliche Informationen

Der Winkel α , um den die Polarisationssebene von Licht in einer Zuckerlösung gedreht wird, hängt ab von der Wellenlänge λ des Lichtes, von der Konzentration c der Lösung sowie von der Schichtdicke d (Weg, den das Licht in der Lösung zurücklegt).

Man nennt diese Erscheinung Rotationsdispersion und nutzt sie z.B. aus, um die Konzentration optisch aktiver Stoffe in Lösungen zu bestimmen. Das Gerät, mit dem man speziell die Konzentration von Zuckerlösungen bestimmen kann, heißt Saccharimeter.

Es gibt rechts- und linksdrehende optisch aktive Stoffe.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Das Experiment muss im sehr gut verdunkelten Raum durchgeführt werden.

Der Lehrer sollte rechtzeitig vorher ausreichende Mengen konzentrierter Zuckerlösung - rechtsdrehende mit Haushaltszucker, linksdrehende mit Fruchtzucker - ansetzen (je 100 ml für jede Schülergruppe).

Die hohe Konzentration der Zuckerlösung (0,5 g/ml) wurde deshalb gewählt, damit die relativen Messfehler für den Drehwinkel, die höchstens auf 1 Grad genau abgelesen werden können, nicht zu groß werden.

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

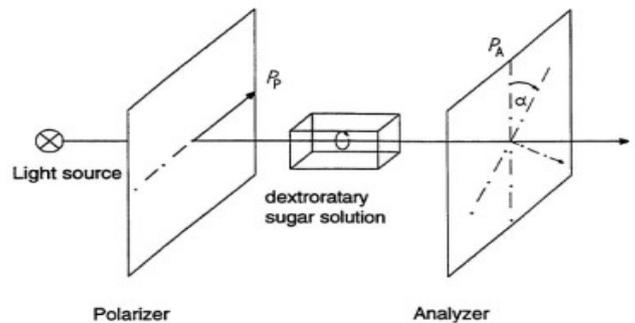
PHYWE
excellence in science

Anmerkungen

Die Messwerte müssen als Beispiele angesehen werden, da sie von der verwendeten Zuckersorte abhängig sind.

Aus Zeitgründen empfiehlt es sich gegebenenfalls, dass nur die am schnellsten arbeitenden Schülergruppen den letzten Experimentierschritt mit linksdrehender Zuckerlösung ausführen. Ihr Ergebnis können sie den anderen Schülern mitteilen.

Zur Erklärung des Begriffs "rechtsdrehend" kann die Abbildung hilfreich sein.



P_P - Polarisationsrichtung des Polarisators

P_A - Polarisationsrichtung des Analysators

α - Drehwinkel zur Auslöschung

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

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



Schülerinformationen

Motivation

In diesem Versuch geht es um die Untersuchung des sogenannten Saccharimeter-Modells. Mit Hilfe dieses Modells lässt sich die Konzentration einer Zuckerlösung bestimmen. Dies nutzt man beispielsweise bei dem Spaltungsprozess von Saccharose in Glucose und Fructose um den Fortschritt der chemischen Reaktion zu bestimmen.



Bild eines Zuckerbergs

Aufgabe

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

Wie funktioniert ein Saccharimeter?

Bauen Sie ein Saccharimeter-Modell auf und untersuchen Sie, wie sich Zuckerlösung verhält, durch die polarisiertes Licht unterschiedlicher Wellenlänge hindurchtritt. Untersuchen Sie auch, ob und wie die beobachteten Erscheinungen von der Schichtdicke und konzentration der Zuckerlösung abhängt.

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	Lochblenden, d = 1, 2, 3 und 5 mm	09815-00	1
6	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	1
7	Linse auf Reiter, f = +100 mm	09820-02	1
8	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
9	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
10	Tisch mit Stiel	09824-00	1
11	Küvette, Doppelhalbkreis, r = 30 mm	09810-06	1
12	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
13	Polarisationsfilter, 50 mm x 50 mm	08613-00	2
14	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
15	Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml	46054-00	1
16	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	D(-) - Fructose	
2	Lineal	1
3	Saugfähiges Papier	

Aufbau (1/2)

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 (2/3)

PHYWE
excellence in science

- Bauen Sie die Leuchte nach den Abbildungen rechts oben auf und 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. Spannen Sie den Schirm in den rechten Teil des Stativfußes ein.



Aufbau (3/3)

PHYWE
excellence in science

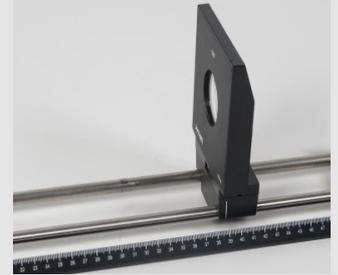


- Stellen Sie die Linse mit $f = +50mm$ unmittelbar an der Leuchte auf die optische Bank.
- Schieben Sie die Lochblende und einen Polarisationsfilter (Polarisator) in einen Blendenhalter ein und stecken Sie diesen auf die Fassung der Linse mit $f = 50mm$ (Lochblende der Linse zugekehrt).

Durchführung (1/5)

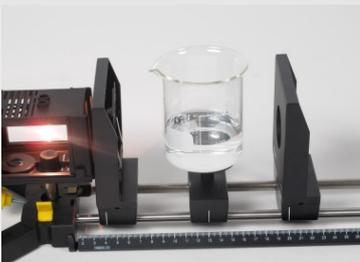
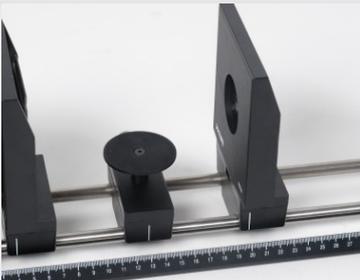
PHYWE
excellence in science

- Schließen Sie die Leuchte an das Netzgerät an (12 V~) und schalten Sie das Netzgerät ein.
- Setzen Sie die Linse mit $f = +100\text{mm}$ bei etwa 39 cm auf und bilden Sie durch Verschieben der Linse das Loch der Blende scharf ab.
- Schieben Sie den zweiten Polarisationsfilter (Analysator) in den zweiten Blendenhalter und stecken Sie diesen so auf die Fassung mit Skale, dass ihre Markierung über der Nullmarke der Skale steht.



Durchführung (2/5)

PHYWE
excellence in science



- Stellen Sie die Fassung mit Skale bei etwa 20 cm auf; falls der Schirm nicht oder nicht ganz dunkel ist, drehen Sie den Polarisator, bis der Lichtfleck verschwindet, d.h. die Filter gekreuzt sind.
- Setzen Sie den Reiter mit Tisch bei etwa 13 cm auf; stellen Sie das Becherglas mit 100 ml konzentrierter Zuckerlösung (50 g Zucker in 100 ml Lösung, also Konzentration $c = 0,5\text{ g/ml}$) so auf den Tisch, dass das Lichtbündel längs des Durchmessers des Becherglases durch die Zuckerlösung hindurchtritt, und beobachten Sie den Schirm.
- Drehen Sie langsam den Analysator von 0° bis 90° nach rechts und wieder zurück auf 0° , beobachten Sie dabei den Schirm und notieren Sie die Beobachtungen.

Durchführung (3/5)

PHYWE
excellence in science

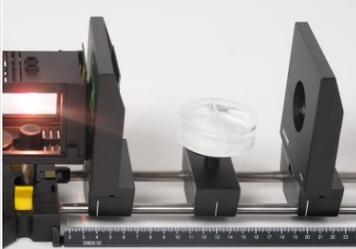
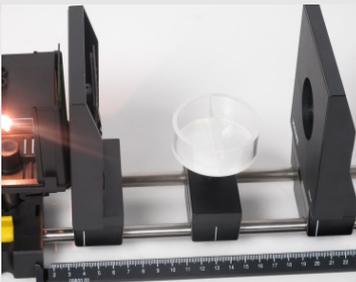


Justierung des Rotfilters

- Schieben Sie den Rotfilter in den Schacht der Leuchte und drehen Sie den Analysator so weit nach rechts, bis der Schirm dunkel ist. Lesen Sie den erforderlichen Drehwinkel α ab.
- Ersetzen Sie den Rotfilter nacheinander durch den Grün- und den Blaufilter, messen Sie jeweils den für die Auslöschung notwendigen Drehwinkel.
- Hinweis: Das Licht, das die Farbfilter durchlassen, ist nicht ganz einfarbig. Deshalb kann keine absolute Dunkelheit auf dem Schirm erreicht werden. Stellen Sie für die Messungen die Drehwinkel so ein, dass größtmögliche Auslöschung eintritt. Insbesondere muss bei Verwendung des Blaufilters darauf geachtet werden, dass er einen erheblichen Anteil Rot hindurchlässt; der Analysator muss daher so weit gedreht werden, bis der Lichtfleck rot erscheint.

Durchführung (4/5)

PHYWE
excellence in science



- Setzen Sie den Grünfilter ein und arbeiten Sie im Folgenden nur mit dem grünen Licht.
- Messen Sie den lichten Halbmesser der Doppelhalbkreis-Küvette und stellen Sie die Küvette anstelle des Becherglases so auf den Tisch, dass ihre Trennwand senkrecht zur optischen Achse steht.
- Gießen Sie zunächst nur in eine Hälfte der Küvette so viel Zuckerlösung, dass das Lichtbündel komplett durch die Lösung hindurchtritt, und messen Sie den für die Auslöschung notwendigen Drehwinkel. Notieren Sie den lichten Halbmesser (Schichtdicke d) und den Drehwinkel α .
- Füllen Sie auch die andere Hälfte der Küvette mit der Zuckerlösung (Verdopplung der Schichtdicke); messen Sie den Drehwinkel und notieren Sie ihn zusammen mit der Schichtdicke.

Durchführung (5/5)

PHYWE
excellence in science

- Messen Sie den inneren Durchmesser des Becherglases.
- Gießen Sie die Zuckerlösung aus der Küvette in das Becherglas zurück; geben Sie 100 ml Wasser hinzu und halbieren Sie somit die Konzentration; rühren Sie die Lösung um, stellen Sie das Becherglas wie bei der ersten Messung auf den Tisch, messen Sie den Drehwinkel.
- Gießen Sie 100 ml Lösung aus dem Becherglas und geben Sie wiederum 100 ml Wasser in das Becherglas, setzen Sie somit die Konzentration auf ein Viertel herab. Rühren Sie die Lösung um, messen sie den Drehwinkel.
- Leeren Sie das Becherglas und füllen Sie ihn mit 100 ml konzentrierter Fruchtzuckerlösung. Bestimmen Sie wiederum für grünes Licht den Drehwinkel α . Notieren Sie Drehwinkel und Drehrichtung.
- Schalten Sie das Netzgerät aus und reinigen Sie die verwendeten Geräte.

PHYWE
excellence in science

Protokoll

Aufgabe 1

Erklären Sie Ihre Beobachtungen.

Die Drehung der Polarisationssebene des durch die Zuckerlösung hindurchtretenden Lichtes ist abhängig von der des Lichtes. Bei einem bestimmten Drehwinkel des Analysators wird immer eine bestimmte Farbe des Spektrums ausgelöscht, und der Lichtfleck auf dem Schirm erscheint in der zur ausgelöschten Farbe Mischfarbe.

Die Polarisationssebene roten Lichtes wird am , die des blauen Lichtes am gedreht.

 Überprüfen

Aufgabe 2

Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Drehwinkel α in Abhängigkeit von der Schichtdicke d ?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Drehwinkel α in Abhängigkeit von der Konzentration c ?

 Es besteht ein quadratischer Zusammenhang. Es besteht ein exponentieller Zusammenhang. Es besteht ein linearer Zusammenhang. Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE
excellence in science

Schreiben Sie den Zusammenhang zwischen α_S , c und d in Gleichungsform. Der Proportionalitätsfaktor heißt spezifische Drehung α_S . Berechnen Sie die spezifische Drehung für grünes Licht. Die spezifische Drehung für grünes Licht beträgt etwa:

 123° ml / (g cm) 0° ml / (g cm) 8° ml / (g cm) Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE
excellence in science

Wie ist ein Saccharimeter im Prinzip aufgebaut, und wozu kann man es verwenden?

Ein Saccharimeter besteht aus einer Quelle [] Lichts, einem [] einem Behälter für die zu untersuchende zuckerhaltige Flüssigkeit und einem Analysator. Der [] enthält eine Messvorrichtung zum Ablesen des [] bzw. der Konzentration der Zuckerlösung.

Das Saccharimeter kann man z.B. zur Kontrolle des Zuckergehaltes von Fruchtsaft oder Wein verwenden.

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 23: Drehung der Polarisationssebene	0/4
Folie 24: Mehrere Aufgaben	0/2
Folie 25: spezifische Drehung	0/1
Folie 26: Aufbau Saccharimeter	0/4

Gesamtsumme  0/11

 Lösungen

 Wiederholen