

Optische Aktivität

DREHUNG DER POLARISATIONSEBENE DURCH ZUCKERLÖSUNGEN

- Messung des Drehwinkels in Abhängigkeit von der Probenlänge.
- Messung des Drehwinkels in Abhängigkeit von der Massenkonzentration.
- Bestimmung des spezifischen Drehwinkels in Abhängigkeit von der Wellenlänge.
- Vergleich der Drehrichtungen und der Drehwinkel von Fructose, Glucose und Saccharose.
- Messung des Drehwinkels während der Inversion von Saccharose zu einem äquimolaren Gemisch aus Glucose und Fructose.

UE4040300

02/25 JS/UD

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Als optische Aktivität bezeichnet man die Drehung der Polarisationssebene von linear polarisiertem Licht beim Durchgang durch bestimmte Substanzen. Diese Drehung tritt auf in Lösungen chiraler Moleküle wie z.B. Zuckerlösungen und in bestimmten Festkörpern wie z.B. Quarzen. Man spricht von rechtsdrehenden Substanzen, wenn die Polarisationssebene gegen die Ausbreitungsrichtung des Lichts betrachtet nach rechts gedreht wird, und im anderen Fall von linksdrehenden Substanzen. Glucose- und Saccharoselösungen sind rechtsdrehend und Fructoselösungen linksdrehend.

Der Winkel α , um den die Polarisationssebene gedreht wird, hängt von der gelösten Substanz ab und ist proportional zur Massenkonzentration c und zur Länge d der Probe. Man schreibt

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

und bezeichnet $[\alpha]$ als spezifischen Drehwinkel der Substanz.

Der spezifische Drehwinkel hängt in der Form

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

von der Wellenlänge λ des Lichts und der Temperatur T der Probe ab. Er wird in Tabellenwerken meist für gelbes Natriumlicht und eine Temperatur von 25°C angegeben. Ist er bekannt, kann durch Messung des Drehwinkels in einem Polarimeter die Konzentration der Lösung bestimmt werden.

Im Experiment werden verschiedene Zuckerlösungen in einem Polarimeter untersucht und ihre Drehwinkel miteinander verglichen. Hierfür kann das Licht aus vier verschiedenfarbigen LED ausgewählt werden. Außerdem wird eine Lösung mit handelsüblichem Rohrzucker (Saccharose) in einer langsam ablaufenden Reaktion durch Zugabe von Salzsäure in seiner Doppelringstruktur aufgespaltet und in ein äquimolares Gemisch aus Glucose und Fructose gewandelt. Dabei wird die Drehrichtung von rechts nach links "invertiert", da nach Ablauf der Reaktion der resultierende Drehwinkel gleich der Summe der Drehwinkel der rechtsdrehenden Glucose und der stärker linksdrehenden Fructose ist.



Fig. 1: Messaufbau

GERÄTELISTE

1	Polarimeter mit 4 LED	1001057
1	Messzylinder, 100 ml	1002870
1	Becherglas 500 ml niedrige Form	1025691
1	Elektronische Waage 220 g	1022627

Zusätzlich erforderlich:

Fructozucker (Fructose), 500g
Traubenzucker (Glucose), 500g
Rohrzucker (Saccharose), 500g
Salzsäure, technisch

HINWEIS ZUR BESTIMMUNG DES DREHWINKELS

Bei leerer Messkammer beobachtet man durch die Sichtöffnung des Analysators minimale Helligkeit für alle Farben, wenn der Zeiger auf die 360°-Position weist.

Eine rechtsdrehende Substanz in der Messkammer dreht die Polarisationssebene – von oben betrachtet – im Uhrzeigersinn. Wird die Analysatorscheibe nun – von 360° ausgehend – ebenfalls im Uhrzeigersinn gedreht, um wieder minimale Helligkeit zu erreichen, so weist der Zeiger danach auf einen Winkel $\alpha_p < 360^\circ$. Der gesuchte Drehwinkel ist

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_p$$

Entsprechend muss die Analysatorscheibe bei einer linksdrehenden Substanz zur Einstellung minimaler Helligkeit gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Der gesuchte Drehwinkel ist

$$\alpha = -\alpha_p$$

Die durch Drehen der Analysatorscheibe erreichbare minimale Helligkeit ist nicht scharf definiert, da das Licht der LED des Polarimeters nicht spektral rein ist und zu jeder Wellenlänge aus einem LED-Spektrum leicht unterschiedliche Drehwinkel gehören. Man beobachtet daher anstelle minimaler Helligkeit genauer betrachtet einen leichten Farbwechsel, wenn die Analysatorscheibe um die optimale Position hin- und her gedreht wird.

AUFBAU

- Polarimeter über Steckernetzgerät ans Netz anschließen.

DURCHFÜHRUNG

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Probenlänge

- 50 g Fructose (Fructose) in 100 ml destilliertem Wasser durch Umrühren auflösen.
- Messzylinder aus der Messkammer nehmen und 10 ml der Fructoselösung einfüllen (10 ml entsprechen der Probenlänge $d = 19$ mm).
- Außenseite des Messzylinders trockenwischen, Messzylinder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen.
- Durch Verschieben des Umschalters die rote LED wählen.
- Analysatorscheibe aufsetzen, Leuchtpunkt der LED durch die Sichtöffnung des Analysators beobachten und Analysator so lange drehen, bis die Helligkeit ein Minimum erreicht.
- Drehwinkel α inklusive Vorzeichen in Tab. 1 notieren.
- Nacheinander gelbes, grünes und blaues Licht einschalten und jeweils den Drehwinkel α einschließlich Vorzeichen bestimmen und in Tab. 1 notieren.
- Immer wieder den Messzylinder aus der Messkammer nehmen, weitere 10 ml der Fructoselösung einfüllen und den Messzylinder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen.
- Jeweils für alle vier Farben den Drehwinkel α einschließlich Vorzeichen bestimmen und notieren.

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Massenkonzentration

- In einem Becherglas 10 g Fructose (Fructose) in 200 ml destilliertem Wasser durch Umrühren auflösen.
- Messzylinder aus der Messkammer nehmen, 100 ml der Fructoselösung einfüllen und den Messzylinder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen.
- Jeweils für alle vier Farben den Drehwinkel α inklusive Vorzeichen bestimmen und in Tab. 2 notieren.
- Immer wieder den Messzylinder aus der Messkammer nehmen, Fructoselösung in das Becherglas zurückschütten und weitere 10 g Fructose auflösen.
- 100 ml der neuen Fructoselösung in den Messzylinder füllen und den Messzylinder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen.
- Jeweils für alle vier Farben den Drehwinkel α inklusive Vorzeichen bestimmen und in Tab. 2 notieren.

Vergleich der Drehrichtungen und der Drehwinkel von Fructose, Glucose und Saccharose

- Gelbe LED wählen.
- 35 g Traubenzucker (Glucose) in 100 ml destilliertem Wasser durch Umrühren auflösen.
- Messzylinder aus der Messkammer nehmen, 50 ml der Glucoselösung einfüllen und Messzylinder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen (50 ml entsprechen der Probenlänge $d = 95$ mm).
- Analysatorscheibe aufsetzen, Leuchtpunkt der LED durch die Sichtöffnung des Analysators beobachten und Analysator so lange drehen, bis die Helligkeit ein Minimum erreicht.
- Drehwinkel α inklusive Vorzeichen bestimmen und in Tab. 3 notieren.
- 30 g Rohrzucker (Saccharose) in 100 ml destilliertem Wasser durch Umrühren auflösen.
- Lösung in den Messzylinder füllen.
- Drehwinkel α inklusive Vorzeichen bestimmen und in Tab. 3 notieren.
- Bereits bestimmte Messwerte für Fructose ebenfalls in Tab. 3 eintragen.

Messung des Drehwinkels während der Inversion von Saccharose

- Gelbe LED wählen.
- Messzylinder mit der Saccharoselösung aus der Messkammer nehmen.
- Etwas Salzsäure hinzugeben, umrühren und Lösung in einem Wasserbad auf ca. 50°C erwärmen.
- Messzylinder wieder in die Messkammer stellen, ohne Flüssigkeit in die Messkammer gelangen zu lassen.
- Drehwinkel α inklusive Vorzeichen bestimmen und in Tab. 4 notieren.
- Bestimmung des Drehwinkels inklusive Vorzeichen im Abstand von 2-3 Minuten und später in größerem Abstand wiederholen und Ergebnis in Tab. 4 notieren.

MESSBEISPIEL

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Probenlänge

Tab. 1: Drehwinkel α von Fructose in Abhängigkeit von der Probenlänge d für vier verschiedene Lichtwellenlängen. Massenkonzentration: $c = 0,48 \text{ g/cm}^3$ (50 g Fructose auf 105 ml Wasser)

d / mm	α			
	Rot (630 nm)	Gelb (580 nm)	Grün (525 nm)	Blau (468 nm)
19	-6°	-7,5°	-10°	-11,5°
38	-15°	-16°	-20°	-23,5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40,5°	-53°
95	-39,5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49,5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Hinweis: Die Messreihen der Tab. 1 und Tab. 2 wurden an Fruchtzuckern unterschiedlicher Reinheit aufgenommen.

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Massenkonzentration

Tab. 2: Drehwinkel α von Fructose in Abhängigkeit von der Massenkonzentration für vier verschiedene Lichtwellenlängen. Probenlänge $d = 190 \text{ mm}$, Volumen $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		Rot (630 nm)	Gelb (580 nm)	Grün (525 nm)	Blau (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Vergleich der Drehrichtungen und der Drehwinkel von Fructose, Glucose und Saccharose

Tab. 3: Drehwinkel α von Fructose, Glucose und Saccharose (gelbe LED)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$
Fructose	50	105	480	190	-83°	-9,2
Glucose	35	100	350	95	26°	7,8
Saccharose	30	100	300	190	32°	5,6

Messung des Drehwinkels während der Inversion von Saccharose

Tab. 4: Drehwinkel α in Abhängigkeit von der Zeit t während der Inversion von Saccharose (gelbe LED)

t / min	α	t / min	α
0,0	33°	20,0	-3°
2,0	23°	24,0	-6°
5,0	16°	27,5	-5°
8,0	9°	33,0	-8°
10,0	6°	42,0	-8°
12,0	3°	45,0	-9°
14,5	-2°	50,0	-9°
16,0	-4°		

AUSWERTUNG

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Probenlänge

Fig. 2 zeigt ein Diagramm mit den Messwerten der Tab. 1. Diese stimmen im Rahmen der Messgenauigkeit mit den eingezeichneten Ursprungsgeraden überein. Die Übereinstimmung bestätigt die in Gl. 1 beschriebene Proportionalität zwischen dem Drehwinkel α und der Probenlänge d einer optisch aktiven Lösung.

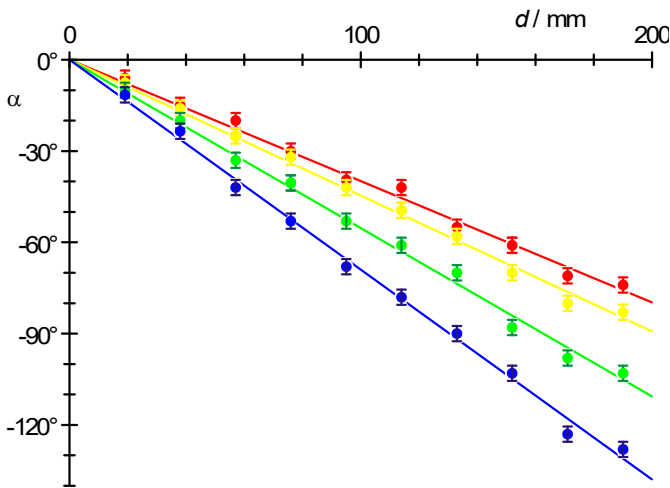


Fig. 2: Drehwinkel einer Fructoselösung ($c = 0,48 \text{ g/cm}^3$) in Abhängigkeit von der Probenlänge für vier verschiedene Lichtwellenlängen

Spezifischer Drehwinkel in Abhängigkeit von der Wellenlänge

Da die Massenkonzentration der Probe bekannt ist, lässt sich gemäß Gl. 1 aus der Steigung der in Fig. 2 dargestellten Ursprungsgeraden die spezifische Drehung $[\alpha]$ für die vier Wellenlängen des Polarimeters bestimmen.

Das Ergebnis ist in Tab. 5 sowie Fig. 3 dargestellt. Die dort eingezeichnete Kurve wurde gemäß Gl. 2 berechnet.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grad}}{\text{g}}$$

Tab. 5: Spezifischer Drehwinkel in Abhängigkeit von der Wellenlänge

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{grad cm}^2/\text{g}$	-8,4	-9,4	-11,6	-14,5

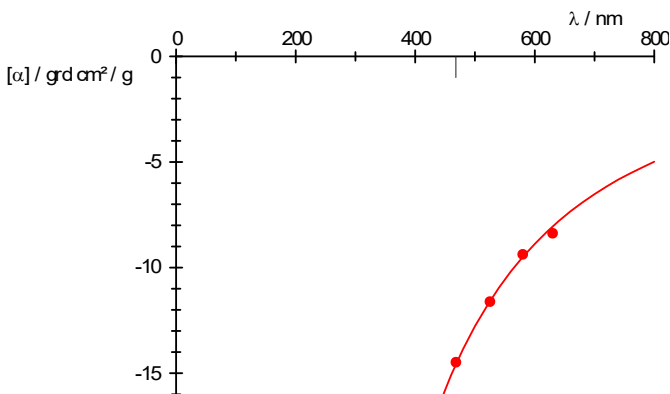


Fig. 3: Spezifischer Drehwinkel in Abhängigkeit von der Wellenlänge

Drehwinkel in Abhängigkeit von der Massenkonzentration

Fig. 4 zeigt ein Diagramm mit den Messwerten der Tab. 2. Diese stimmen im Rahmen der Messgenauigkeit mit den eingezeichneten Ursprungsgeraden überein. Die Übereinstimmung bestätigt die in Gl. 1 beschriebene Proportionalität zwischen dem Drehwinkel α und der Massenkonzentration c einer optisch aktiven Lösung.

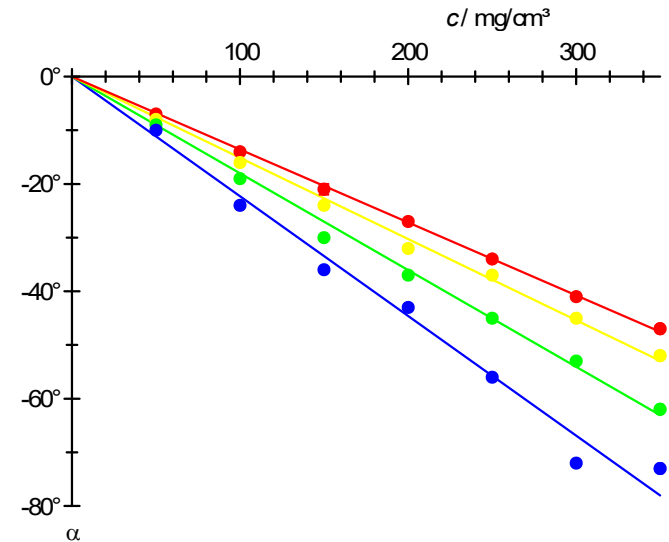


Fig. 4: Drehwinkel einer Fructoselösung in Abhängigkeit von der Massenkonzentration für vier verschiedene Lichtwellenlängen

Vergleich der Drehrichtungen und der Drehwinkel von Fructose, Glucose und Saccharose

In Tab. 3 wird aus den Messwerten unter Anwendung von Gleichung 1 der spezifische Drehwinkel der drei untersuchten Zuckerlösungen berechnet. Es zeigt sich, dass sich die verschiedenen Zuckerlösungen sowohl im Betrag wie auch im Vorzeichen des Drehwinkels unterscheiden.

Messung des Drehwinkels während der Inversion von Saccharose

Fig. 5 zeigt eine grafische Darstellung der Messwerte der Tab. 4. Die Inversion der Drehrichtung von rechts nach links findet nach etwa 15 min statt.

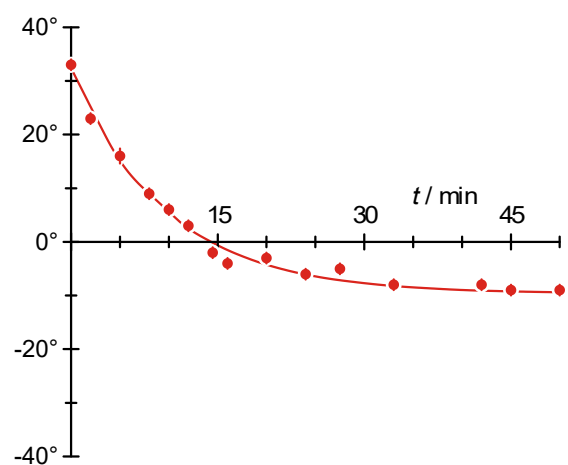


Fig. 5: Drehwinkel für gelbes Licht einer Saccharoselösung ($c = 0,3 \text{ g/cm}^3$, $d = 190 \text{ mm}$) während der Inversion in Abhängigkeit von der Zeit

Optical Activity

INVESTIGATE THE ROTATION OF THE PLANE OF POLARISATION BY SUGAR SOLUTIONS

- Measurement of the angle of rotation as a function of the length of the sample.
- Measurement of the angle of rotation as a function of the solution concentration.
- Determining the specific rotation for different light wavelengths.
- Comparing the directions of rotation and angles of rotation for fructose, glucose and saccharose.
- Measurement of the angle of rotation during the inversion of saccharose to give an equimolar mixture of glucose and fructose.

UE4040300

02/25 JS/UD

BASIC PRINCIPLES

The term **optical activity** is used to describe the rotation of the plane of polarisation of linearly polarised light when it passes through certain substances. This rotation is observed in solutions of chiral molecules such as sugars and in certain solids such as quartz. Substances that rotate the plane of polarisation to the right (i.e., clockwise) as viewed against the direction of propagation of the light are described as **dextro-rotatory**, whereas substances with the opposite behaviour are described as **laevo-rotatory**. Glucose and saccharose solutions are dextro-rotatory, whereas fructose solutions are laevo-rotatory.

The angle α through which the plane of polarisation is rotated by a solution depends on the nature of the dissolved substance, and it is proportional to the concentration (mass per unit volume) c and to the length or thickness d of the sample. The relationship is expressed as:

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

where $[\alpha]$ is called the specific rotation of the dissolved substance.

The specific rotation depends on the wavelength λ of the light and the sample temperature T , and the relationship has the form:

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

Values of $[\alpha]$ in published tables are usually given for yellow sodium light at an ambient temperature of 25°C. If $[\alpha]$ is known, the concentration of a solution can be determined by measuring the angle of rotation in a polarimeter.

In the experiment, measurements are made on solutions of different sugars in a polarimeter under different conditions, and the angles of rotation are compared. The colour of the light can be changed by choosing between four LEDs. The effect of adding hydrochloric acid to a solution of ordinary cane sugar (saccharose) is also investigated. This causes a slow reaction whereby the double-ring structure is split to give an equimolar mixture of glucose and fructose. During this

process the direction of rotation becomes "inverted" from clockwise to anti-clockwise, because the angle of rotation after completion of the reaction is the sum of the angles of rotation of the dextro-rotatory glucose and the more strongly laevo-rotatory fructose.



Fig. 1: Experiment set-up

LIST OF APPARATUS

1	Polarimeter with 4 LEDs	1001057
1	Graduated Cylinder, 100 ml	1002870
1	Beaker 500 ml low form	1025691
1	Electronic Balance 220 g	1022627

Additionally required:

Fructose (fruit-sugar), 500 g
Glucose (grape-sugar), 500 g
Saccharose (cane-sugar), 500 g
Hydrochloric acid, technical grade

PROCEDURE FOR MEASURING THE ANGLE OF ROTATION

When the measurement chamber is empty, the light intensity seen through the viewing hole of the analyser is at a minimum for all colours when the pointer is at the 360° position.

A dextro-rotatory substance in the measurement chamber rotates the plane of polarisation in the clockwise direction as viewed from above. If the analyser disc is now also rotated clockwise – starting from the 360° position – until the light intensity is again at a minimum, the pointer indicates an angle α_P ($\alpha_P < 360^\circ$). This gives the required angle of rotation as:

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_P$$

With a laevo-rotatory substance the analyser must instead be rotated anticlockwise to find the position of minimum light intensity, giving a scale reading α_P . In this case the angle of rotation is:

$$\alpha = -\alpha_P$$

The position for minimum light intensity obtained by rotating the analyser is not sharply defined, because the light from the LED of the polarimeter is not spectrally pure – its spectrum contains different wavelengths, each with a slightly different angle of rotation. Consequently, instead of seeing a definite minimum of light intensity as the analyser is rotated back and forth through the optimal position, one sees a slight colour change.

SET-UP

- Connect the polarimeter to the mains supply using the mains voltage adapter plug.

EXPERIMENT PROCEDURE

Measuring the angle of rotation as a function of the sample length

- Dissolve 50 g of fructose in 100 ml of distilled water by stirring.
- Take the cylindrical sample cell out of the measurement chamber and pour 10 ml of the fructose solution into it (10 ml corresponds to a sample length $d = 19$ mm).
- Wipe the outside of the sample cell dry and place it in the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber.
- Move the selector switch to choose the red LED.
- Place the analyser disc on the top and, observing the light spot of the LED through the viewing hole in the analyser, rotate the analyser until a minimum brightness is reached.
- Record the angle of rotation α , with the correct sign, in Table 1.
- Replace the red LED in turn with the yellow, green and blue LEDs, measure the angle of rotation α in each case, and record the results, with the correct sign, in Table 1.
- Take the sample cell out of the measurement chamber, add a further 10 ml of the fructose solution, and place it in the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber.
- Measure the angle of rotation α for all four colours as before, and record the results, with the correct sign, in Table 1.

Measuring the angle of rotation as a function of the solution concentration

- In a beaker, dissolve 10 g of fructose in 200 ml of distilled water by stirring.
- Take the sample cell out of the measurement chamber, pour 100 ml of the fructose solution into it, and place it in the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber.
- Measure the angle of rotation α for each of the four colours and record the results, with the correct sign, in Table 2.
- Repeatedly take the sample cell out of the measurement chamber, pour the fructose solution back into the beaker, and dissolve a further 10 g of fructose in it.
- Pour 100 ml of the new fructose solution into the sample cell and place it in the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber.
- Measure the angle of rotation α for each of the four colours and record the results, with the correct sign, in Table 2.

Comparing the direction of rotation and angle of rotation for fructose, glucose and saccharose

- Choose the yellow LED.
- Dissolve 35 g of glucose in 100 ml of distilled water by stirring.
- Take the sample cell out of the measurement chamber, pour 50 ml of the glucose solution into it, and place it in the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber. (50 ml corresponds to a sample length $d = 95$ mm.)
- Place the analyser disc on the top and, observing the light spot of the LED through the hole in the analyser, rotate the analyser until a minimum brightness is reached.
- Measure the angle of rotation α and record the result, with the correct sign, in Table 3.
- Dissolve 30 g of saccharose in 100 ml of distilled water by stirring.
- Pour the solution into the sample cell.
- Measure the angle of rotation α and record the result, with the correct sign, in Table 3.
- Also enter in Table 3 the results obtained earlier for fructose.

Measuring the angle of rotation during the inversion of saccharose

- Choose the yellow LED.
- Take the sample cell containing the saccharose solution out of the measurement chamber.
- Add a little hydrochloric acid, stir, and heat the solution to about 50°C in a water bath.
- Put the sample cell back into the measurement chamber, ensuring that no liquid is transferred to the wall of the measurement chamber.
- Measure the angle of rotation α and record the result, with the correct sign, in Table 4.

- Measure the angle and direction of rotation at intervals of 2-3 minutes, then later at longer time intervals, and enter the results in Table 4.

SAMPLE MEASUREMENTS

The angle of rotation as a function of the sample length

Table 1: Angle of rotation α for fructose as a function of the sample length d for four different light wavelengths. Solution concentration $c = 0.48 \text{ g/cm}^3$ (50 g fructose in 105 ml water)

d / mm	α			
	red (630 nm)	yellow (580 nm)	green (525 nm)	blue (468 nm)
19	-6°	-7.5°	-10°	-11.5°
38	-15°	-16°	-20°	-23.5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40.5°	-53°
95	-39.5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49.5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Note: The two series of measurements in Table 1 and Table 2 were made with fructose of different grades of purity.

The angle of rotation as a function of the solution concentration

Table 2: Angle of rotation α for fructose as a function of solution concentration for four different light wavelengths. Sample length $d = 190 \text{ mm}$, volume $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		red (630 nm)	yellow (580 nm)	green (525 nm)	blue (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Comparing the directions of rotation and angles of rotation for fructose, glucose and saccharose

Table 3: Angle of rotation α for fructose, glucose and saccharose (yellow LED)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{deg cm}^2/\text{g}$
fructose	50	105	480	190	-83°	-9.2
glucose	35	100	350	95	26°	7.8
saccharose	30	100	300	190	32°	5.6

Measurement of the angle of rotation during the inversion of saccharose

Table 4: Angle of rotation α as a function of the time t during the inversion of saccharose (yellow LED)

t / min	α	t / min	α
0.0	33°	20.0	-3°
2.0	23°	24.0	-6°
5.0	16°	27.5	-5°
8.0	9°	33.0	-8°
10.0	6°	42.0	-8°
12.0	3°	45.0	-9°
14.5	-2°	50.0	-9°
16.0	-4°		

EVALUATION

Angle of rotation as a function of the sample length

Figure 2 shows the data of Table 1 as a graph of angle of rotation α against sample length d . The data points fit the straight lines drawn through the origin within the limits of accuracy of the measurements, in agreement with the linear relationship for an optically active solution that is described by Equation 1.

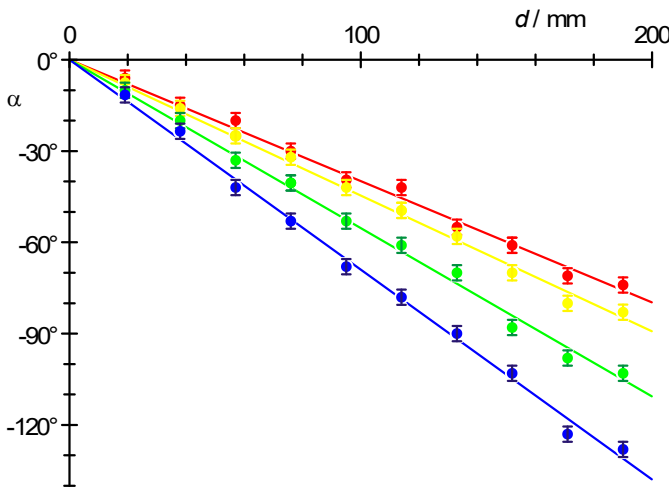


Fig. 2: Angle of rotation of a fructose solution ($c = 0.48 \text{ g/cm}^3$) as a function of sample length for four different light wavelengths

Specific rotation as a function of the light wavelength

As the solution concentration of the sample is known, Equation 1 can be applied to determine the specific rotation values $[\alpha]$ for the polarimeter's four wavelengths from the gradients of the straight lines in Figure 2.

The results are shown in Table 5 and Figure 3. The curve drawn in the figure was calculated using Equation 2.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grd}}{\text{g}}$$

Table 5: Specific rotation as a function of the light wavelength

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{deg cm}^2/\text{g}$	-8.4	-9.4	-11.6	-14.5

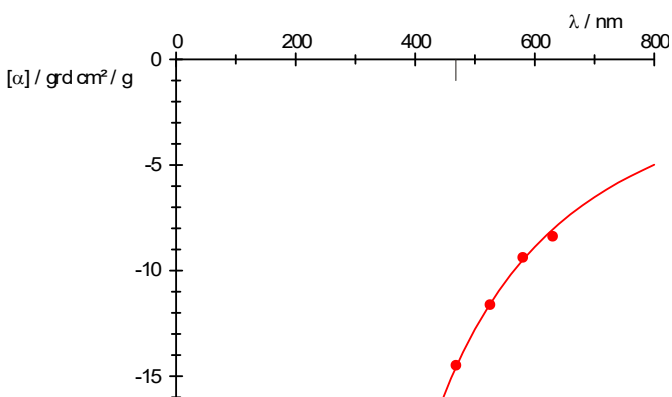


Fig. 3: Specific rotation as a function of the light wavelength

Angle of rotation as a function of the solution concentration

Figure 4 shows the data of Table 2 as a graph of angle of rotation α against solution concentration c . The data points fit the straight lines drawn through the origin within the limits of accuracy of the measurements, in agreement with the linear relationship for an optically active solution that is described by Equation 1.

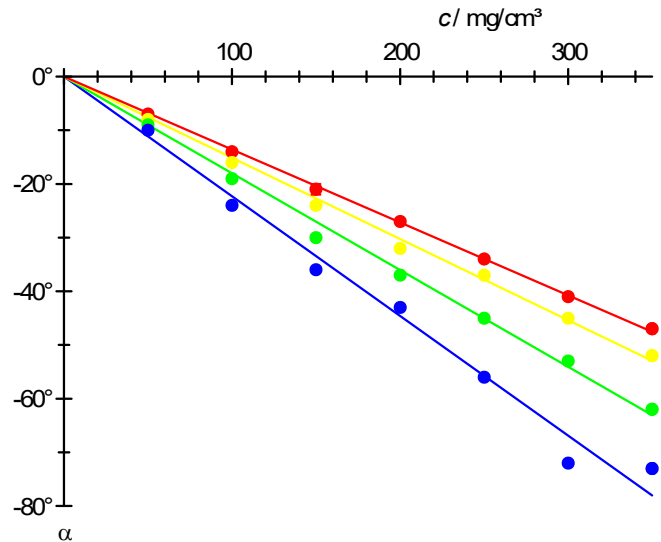


Fig. 4: Angle of rotation for a fructose solution as a function of the solution concentration for four different light wavelengths

Comparison of the directions of rotation and angles of rotation for fructose, glucose und saccharose

Table 3 lists the specific rotations for the three sugar solutions investigated, calculated from the experimental data using Equation 1. It can be seen that the different sugar solutions behave differently with regard to both the magnitude and the direction of the rotation.

Measuring the angle of rotation during the inversion of saccharose

Figure 5 shows a plot of the data from Table 4. The inversion of the direction of rotation from clockwise to anticlockwise occurs after about 15 minutes.

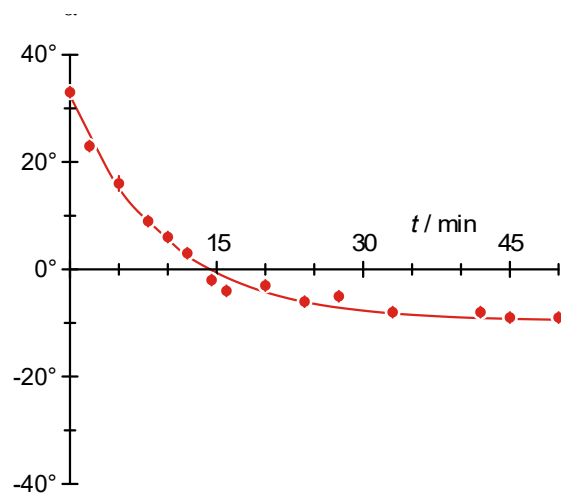


Fig. 5: Angle of rotation as a function of time measured with yellow light during the inversion of a saccharose solution ($c = 0.3 \text{ g/cm}^3$, $d = 190 \text{ mm}$)

Actividad óptica

GIRO DEL PLANO DE POLARIZACIÓN POR SOLUCIONES DE AZÚCAR

- Medición del ángulo de giro en dependencia con la longitud de la muestra.
- Medición del ángulo de giro en dependencia con la concentración de masa.
- Determinación del ángulo de giro específico en dependencia con la longitud de onda.
- Comparación de las direcciones y de los ángulos de giro de la fructosa, la glucosa y la sacarosa.
- Medición del ángulo de giro durante la inversión de la sacarosa hacia una mezcla equimolar de glucosa y fructosa.

UE4040300

02/25 JS/UD

FUNDAMENTOS GENERALES

Como actividad óptica se denomina el giro del plano de polarización de la luz polarizada linealmente al paso a través de determinadas sustancias. Este giro tiene lugar en soluciones de moléculas quirales, como por ejemplo, en soluciones de azúcar y en determinados cuerpos sólidos, por ejemplo, en cuarzos. Se habla de sustancias de giro a la derecha cuando observando el plano de polarización en sentido contrario a la propagación de la luz, éste gira hacia la derecha, de lo contrario se habla de sustancias de giro a la izquierda. Las soluciones de glucosa y de sacarosa son de giro a la derecha, por otro lado la de fructosa es de giro a la izquierda.

El ángulo α , en el cual se gira el plano de polarización depende de la sustancia diluida y es proporcional a la concentración de masa c y a la longitud d de la muestra; se escribe:

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

y $[\alpha]$ designa al ángulo de giro específico de la sustancia.

El ángulo de giro específico depende en la siguiente forma

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

de la longitud de onda de la luz λ y de la temperatura T de la muestra. Éste se indica en tablas bibliográficas, por lo general para luz amarilla del sodio y una temperatura de 25°C. Si se conoce, se puede determinar la concentración de una solución midiendo el ángulo de giro en un polarímetro.

En el experimento se estudian diferentes soluciones en un polarímetro y se comparan entre sí sus ángulos de giro. Aquí se puede seleccionar la luz de cuatro LEDs de diferentes colores. Además se disocia una solución de azúcar de caña del comercio (sacarosa) en su estructura anular doble, agregándole ácido clorhídrico en una reacción de desarrollo lento, para convertirla en una mezcla equimolar de glucosa y fructosa. En este proceso se "invierte" la dirección del giro de derecha a izquierda, porque después del desarrollo de la reacción el

ángulo de giro resultante es la suma de los ángulos de giro de la glucosa de giro a la derecha y de la fructosa de giro fuerte a la izquierda.



Fig. 1: Montaje de medición

LISTA DE EQUIPOS

1	Polarímetro con 4 LED	1001057
1	Probeta graduada de 100 ml	1002870
1	Vaso de precipitados de forma baja 500 ml	1025691
1	Balanza electrónica 220 g	1022627

Adicionalmente se requiere:

Fructosa, 500g
Glucosa, 500 g
Sacarosa, 500 g
Ácido clorhídrico, técnico

ADVERTENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE GIRO

Con la cámara de medida vacía se observa, con todos los colores, una claridad mínima por la apertura de observación del analizador, cuando el índice se encuentra en la posición 360°

Una sustancia de giro a la derecha en la cámara de medida gira el plano de polarización en sentido de las manecillas del reloj, si se observa desde arriba. Si partiendo de 360° el disco del analizador se gira a su vez en sentido de las manecillas del reloj, para volver a lograr una claridad mínima, el índice muestra un ángulo $\alpha_p < 360^\circ$. El ángulo de giro buscado será:

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_p$$

Correspondientemente, en caso de una sustancia de giro a la izquierda, el disco del analizador se deberá girar en sentido contrario a las manecillas del reloj, para lograr claridad mínima. El ángulo de giro buscado será:

$$\alpha = -\alpha_p$$

La claridad mínima que se puede lograr girando el disco del analizador no está claramente definida, porque la luz del LED del polarizador no es de pureza espectral y para cada longitud de onda del espectro del LED corresponde un ángulo de giro levemente diferente. Por lo tanto en lugar de una claridad mínima, si se observa exactamente se detecta un leve cambio de color si el disco del analizador se gira levemente en vaivén alrededor de la posición óptima.

MONTAJE

- Se conecta el polarizador a la red, por medio de la fuente de alimentación enchufable.

EJECUCIÓN

Ángulo de giro en dependencia con la longitud de la muestra

- Agitando se disuelven 50 g fructosa en 100 ml de agua destilada.
- Se saca el cilindro de la cámara de medida se llenan en él 10 ml de la solución de fructosa (10 ml de solución corresponden a una longitud de muestra de $d = 19$ mm).
- Se seca con un trapo la pared externa del cilindro de medida y se coloca nuevamente en la cámara de medida evitando derramar líquido en la cámara de medida.
- Corriendo la posición del conmutador se selecciona el LED rojo.
- Se coloca encima el disco del analizador, se observa el punto luminoso del LED a través del orificio de observación del analizador y este último se gira hasta que la claridad haya llegado a un mínimo
- En la Tab. 1 se anota el ángulo de giro α junto con su signo.
- Secuencialmente se conecta luz amarilla, verde y azul se determina cada vez el ángulo de giro α con su signo y se anota en la Tab. 1.
- En cada paso se vuelve a sacar el cilindro de medida de la cámara, se agregan otros 10 ml de solución de fructosa y se retorna el cilindro a la cámara de medida, teniendo en cuenta de no derramar líquido en la cámara.
- Cada vez se determina y se anota el ángulo de giro α para los cuatro colores, con su signo.

Ángulo de giro en dependencia con la concentración de masa:

- Agitando en un vaso de precipitados se disuelven 10 g de fructosa en 200 ml de agua destilada.
- Se saca el cilindro de la cámara de medida, y se vierten en el mismo 100 ml de solución de fructosa y se retorna a la cámara, teniendo cuidado de no derramar líquido en la cámara.
- Cada vez se determina y se anota en la Tab. 2 el ángulo de giro α para los cuatro colores, con su signo.
- En cada paso se vuelve a sacar el cilindro de medida de la cámara, se agregan otros 10 ml de solución de fructosa y se retorna el cilindro a la cámara de medida, teniendo en cuenta de no derramar líquido en la cámara.
- 100 ml de la nueva solución de fructosa se llenan en el cilindro de medida y se coloca este último en la cámara, teniendo cuidado de no derramar líquido en la misma.
- Cada vez se determina y se anota en la Tab. 2 el ángulo de giro α para los cuatro colores, con su signo.

Comparación de los ángulos y las direcciones de giro de la fructosa, de la glucosa y de la sacarosa:

- Se selecciona el LED amarillo.
- Agitando se disuelven 35 g glucosa en 100 ml de agua destilada.
- Se saca el cilindro de la cámara de medida, se llenan 50 ml de la solución de glucosa y se retorna el cilindro de medida a la cámara, sin derramar líquido en la misma (50 ml corresponden a una longitud de muestra de $d = 95$ mm)
- Se coloca encima el disco del analizador, se observa el punto luminoso del LED a través del orificio de observación del analizador y este último se gira hasta que la claridad haya llegado a un mínimo.
- Se determina el ángulo de giro α junto con su signo y se anota en la Tab. 3.
- Agitando se disuelven 30 g de sacarosa en 100 ml de agua destilada.
- Se vierte la solución en el cilindro de medida.
- Se determina el ángulo de giro α junto con su signo y se anota en la Tab. 3.
- Los valores de medida determinados para la fructosa se anotan también en la Tab. 3.

Medición del ángulo de giro durante la inversión de la sacarosa.

- Se selecciona el LED amarillo.
- El cilindro de medida con la solución de sacarosa se saca de la cámara.
- Se le agrega un poco de ácido clorhídrico, se agita y se calienta la solución en un baño María hasta una temperatura de unos 50°C.
- Se vuelve a colocar el cilindro en la cámara de medida, teniendo cuidado de no derramar líquido en la cámara
- Se determina el ángulo de giro α junto con su signo y se anota en la Tab. 4.
- Determinación del ángulo de giro junto con su signo en intervalos de 2 a 3 minutos y luego se repite en intervalos más largos, el resultado se anota en la Tab. 4.

EJEMPLO DE MEDICIÓN

Ángulo de giro en dependencia con la longitud de la muestra

Tab. 1: Ángulo de giro α de la fructosa en dependencia con la longitud de la muestra d para cuatro longitudes de onda diferentes. Concentración de masa $c = 0,48 \text{ g/cm}^3$ (50 g fructosa en 105 ml de agua)

d / mm	α			
	Rojo (630 nm)	Amarillo (580 nm)	Verde (525 nm)	Azul (468 nm)
19	-6°	-7,5°	-10°	-11,5°
38	-15°	-16°	-20°	-23,5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40,5°	-53°
95	-39,5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49,5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Observación: Las series de medidas de las Tab. 1 y Tab. 2 se han registrado con azúcares de purzas diferentes.

Ángulo de giro en dependencia con la concentración de masa:

Tab. 2: Ángulo de giro α de la fructosa en dependencia con la concentración de masa para cuatro diferentes longitudes de onda. Longitud de la muestra $d = 190 \text{ mm}$, Volumen $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		Rojo (630 nm)	Amarillo (580 nm)	Verde (525 nm)	Azul (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Comparación de los ángulos y las direcciones de giro de la fructosa, de la glucosa y de la sacarosa:

Tab. 3: Ángulo de giro α de la fructosa, la glucosa y la sacarosa (LED amarillo)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$
Fructosa	50	105	480	190	-83°	-9,2
Glucosa	35	100	350	95	26°	7,8
Sacarosa	30	100	300	190	32°	5,6

Medición del ángulo de giro durante la inversión de la sacarosa:

Tab. 4: Ángulo de giro α en dependencia con el tiempo t , durante la inversión de la sacarosa (LED amarillo)

t / min	α	t / min	α
0,0	33°	20,0	-3°
2,0	23°	24,0	-6°
5,0	16°	27,5	-5°
8,0	9°	33,0	-8°
10,0	6°	42,0	-8°
12,0	3°	45,0	-9°
14,5	-2°	50,0	-9°
16,0	-4°		

EVALUACIÓN

Ángulo de giro en dependencia con la longitud de la muestra

La Fig. 2 muestra un diagrama con los valores de medida de la Tab. 1. Estos concuerdan, dentro del marco de la exactitud de medida, con las rectas dibujadas que pasan por el origen de coordenadas. La concordancia comprueba la proporcionalidad entre el ángulo de giro α y la longitud de la muestra d de una solución de actividad óptica, como se indica en la ecuación 1.

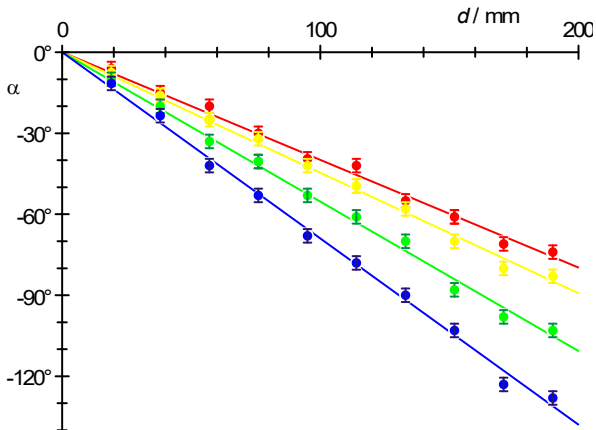


Fig. 2: Ángulo de giro de una solución de fructosa ($c = 0,48 \text{ g/cm}^3$) en dependencia con la longitud de la muestra para cuatro longitudes de onda

Ángulo de giro específico en dependencia con la longitud de onda:

Como la concentración de la masa de la muestra es conocida se puede determinar el ángulo giro específico $[\alpha]$ para las cuatro longitudes de onda del polarímetro, con las pendientes de las rectas que pasan por el origen en la Fig. 2, de acuerdo con la Ec. 1.

El resultado se tiene representado tanto en la Tab. 5 así como en la Fig. 3. Las curvas dibujadas allí se calcularon de acuerdo con la Ec. 2.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grd}}{\text{g}}$$

Tab. 5: Ángulo de giro específico en dependencia con la longitud de onda

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{grd cm}^2 / \text{g}$	-8,4	-9,4	-11,6	-14,5

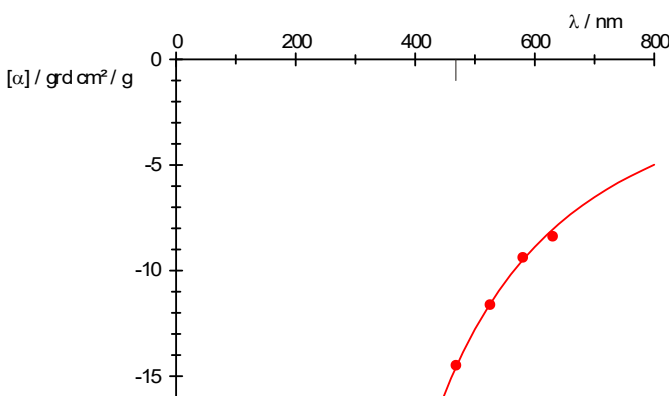


Fig. 3: Ángulo de giro específico en dependencia con la longitud de onda

Ángulo de giro en dependencia con la concentración de masa:

La Fig. 4 muestra un diagrama con los valores de medida de la Tab. 2. Dentro del marco de la exactitud de medida, concuerdan con las rectas dibujadas que pasan por el origen de coordenadas. La concordancia comprueba la proporcionalidad descrita en la Ec. 1, entre el ángulo de giro α y la concentración de masa c de una solución de actividad óptica.

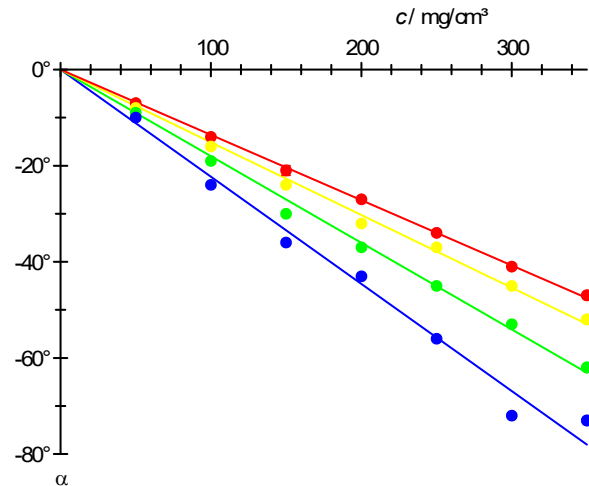


Fig. 4: Ángulo de giro de una solución de fructosa en dependencia con la concentración de masa para cuatro diferentes longitudes de onda de la luz

Comparación de los ángulos y las direcciones de giro de la fructosa, la glucosa y la sacarosa:

Aplicando la ecuación 1 se calcula en la Tab. 3 el ángulo de giro específico de las tres soluciones de azúcar estudiadas. Se muestra que las diferentes soluciones de azúcar se diferencian en el ángulo de giro, tanto en valor absoluto como en signo.

Medición del ángulo de giro durante la inversión de la sacarosa.

La Fig. 5 muestra una representación gráfica de los valores de medida de la Tab. 4. La inversión de la dirección de giro de la derecha hacia la izquierda tiene lugar después de unos 15 min.

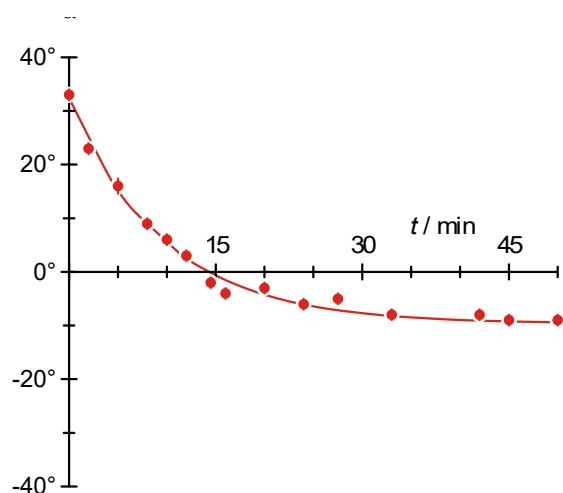


Fig. 5: Ángulo de giro para la luz amarilla de una solución de sacarosa ($c = 0,3 \text{ g/cm}^3$, $d = 190 \text{ mm}$) en dependencia con el tiempo durante la inversión

Activité optique

ROTATION DU PLAN DE POLARISATION PAR DES SOLUTIONS DE SUCRE

- Mesure de l'angle de rotation en fonction de la longueur d'échantillon.
- Mesure de l'angle de rotation en fonction de la concentration de la masse.
- Détermination de l'angle de rotation spécifique en fonction de la longueur d'onde.
- Comparaison des sens et angles de rotation du fructose, du glucose et du saccharose.
- Mesure de l'angle de rotation pendant l'inversion du saccharose en mélange équimolaire de glucose et de fructose.

UE4040300

02/25 JS/UD

NOTIONS DE BASE GENERALES

Par activité optique, on entend la rotation du plan de polarisation de la lumière polarisée linéairement lorsque celle-ci traverse certaines substances. Cette rotation apparaît dans des solutions aux molécules chirales, telles par ex. les solutions de sucre, et dans certains solides, tels par ex. les quartz. Les solutions de glucose et de fructose tournent à droite et les solutions de fructose tournent à gauche.

L'angle α dans lequel est tourné le plan de polarisation dépend de la substance dissoute et est proportionnelle à la concentration de masse c et à la longueur d de l'échantillon. On écrit

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

$[\alpha]$ étant l'angle de rotation spécifique de la substance.

L'angle de rotation spécifique, dans l'équation

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

dépend de la longueur d'onde λ de la lumière et de la température T de l'échantillon. Dans les tableaux qu'on trouve dans les publications, on le présente généralement pour la lumière de sodium jaune et une température de 25 °C. S'il est connu, la mesure de l'angle de rotation dans un polarimètre permet de déterminer la concentration de la solution.

L'expérience étudie différentes solutions de sucre dans un polarimètre et compare leur angle de rotation. On peut sélectionner la lumière provenant de quatre LED de différentes couleurs. En outre, au cours d'une lente réaction déclenchée par l'ajout d'acide chlorhydrique, une solution de sucre de canne conventionnelle (saccharose) est décomposée en une structure à anneau double et transformée en un mélange équimolaire de glucose et de fructose. Le sens de rotation est alors « inversé » de droite à gauche, car l'angle de rotation qui résulte de la réaction est égal à la somme de l'angle de rotation du glucose tournant à droite et du fructose tournant plus vivement à gauche.



Fig. 1 : Dispositif de mesure

LISTE DES APPAREILS

1	Polarimètre à 4 LED	1001057
1	Cylindre de mesure, 100 ml	1002870
1	Bécher forme basse 500 ml	1025691
1	Balance électronique 220 g	1022627

Autres équipements requis :

- 500g de fructose
- 500g de glucose
- 500 g de saccharose
- Acide chlorhydrique technique

REMARQUE CONCERNANT LA DETERMINATION DE L'ANGLE DE ROTATION

La chambre de mesure étant vide, nous observons par l'ouverture de regard de l'analyseur la luminosité minimale pour toutes les couleurs lorsque l'aiguille indique la position 360 degrés.

Une substance dextrogyre placée dans la chambre de mesure fait tourner le niveau de polarisation – vue d'en haut – dans le sens des aiguilles d'une montre. Si le disque analyseur est alors également tourné – en partant de 360 degrés – dans le sens des aiguilles d'une montre afin d'obtenir de nouveau la luminosité minimale, l'aiguille indique alors de nouveau un angle $\alpha_p < 360$ degrés. L'angle de rotation recherché est :

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_p$$

Pour une substance lévogyre, le disque analyseur doit donc être tourné dans le sens contraire des aiguilles d'une montre afin d'obtenir la luminosité minimale. L'angle de rotation recherché est :

$$\alpha = -\alpha_p$$

La luminosité minimale obtenue en tournant le disque analyseur, n'est pas nettement définie, car la lumière des LED du polarimètre ne présente pas une pureté spectrale et chaque longueur d'onde d'un spectre de différentes LED a donc des angles de rotation légèrement différents. Au lieu d'une luminosité minimale, nous observons donc plus exactement un léger changement de couleur lorsque le disque analyseur est tourné et retourné autour de la position optimale.

MONTAGE

- Raccordez le polarimètre au réseau en utilisant l'alimentation enfichable.

REALISATION

Angle de rotation en fonction de la longueur de l'échantillon :

- Faites dissoudre par agitation 50 g de fructose dans 100 ml d'eau distillée.
- Retirez le cylindre de mesure de la chambre de mesure et remplissez-le de 10 ml de la solution de glucose (10 ml correspondant à la longueur de l'échantillon $d = 19$ mm).
- Séchez la face extérieure du cylindre de mesure, placez ce dernier dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette chambre.
- Sélectionnez la LED rouge en déplaçant le commutateur.
- Insérez le disque analyseur, observez le point lumineux de la LED par l'ouverture de regard de l'analyseur et tournez ce dernier jusqu'à ce que la luminosité ait atteint un minimum.
- Consignez l'angle de rotation α y compris son signe +/- dans le tableau 1.
- Allumez successivement les lumières jaune, verte et bleue, puis déterminez les angles de rotation respectifs α , y compris leurs signes +/- et consignez-les dans le tableau 1.

- Retirez à plusieurs reprises le cylindre de mesure de la chambre de mesure, et remplissez-le chaque fois de 10 ml de la solution de glucose ; remplacez le cylindre de mesure dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette dernière.
- Déterminez pour toutes les quatre couleurs les angles de rotation α respectifs, y compris leurs signes +/- et consignez les résultats.

Angle de rotation en fonction de la concentration massique :

- Prenez un bécher gradué et faites-y dissoudre par agitation 10 g fructose dans 200 ml d'eau distillée.
- Retirez le cylindre de mesure de la chambre de mesure, remplissez-le de 100 ml de la solution de fructose et remplacez le cylindre de mesure dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette dernière.
- Déterminez l'angle de rotation α y compris son signe +/- pour toutes les quatre couleurs et consignez-les dans le tableau 2.
- Retirez à plusieurs reprises le cylindre de mesure de la chambre de mesure, reversez la solution de fructose dans le bécher gradué et dissolvez chaque fois 10 g de fructose.
- Remplissez le cylindre de mesure de 100 ml de la nouvelle solution de fructose et placez le cylindre de mesure dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette dernière.
- Déterminez l'angle de rotation α y compris son signe +/- pour toutes les quatre couleurs et consignez-les dans le tableau 2.

Comparaison des sens de rotation et des angles de rotation du fructose, du glucose et du saccharose :

- Sélectionnez la LED jaune.
- Faites dissoudre par agitation 35 g de glucose dans 100 ml d'eau distillée.
- Retirez le cylindre de mesure de la chambre de mesure, remplissez-le de 50 ml de la solution de glucose et remplacez le cylindre de mesure dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette dernière (50 ml correspondant à la longueur de l'échantillon $d = 95$ mm).
- Insérez le disque analyseur, observez le point lumineux de la LED par l'ouverture de regard de l'analyseur et tournez ce dernier jusqu'à ce que la luminosité ait atteint un minimum.
- Déterminez l'angle de rotation α y compris son signe +/- et consignez-les dans le tableau 3.
- Faites dissoudre par agitation 30 g de saccharose dans 100 ml d'eau distillée.
- Remplissez le cylindre de mesure de la solution.
- Déterminez l'angle de rotation α y compris son signe +/- et consignez-les dans le tableau 3.
- Portez également les valeurs mesurées et déterminées pour le fructose dans le tableau 3.

Mesure de l'angle de rotations pendant l'inversion du saccharose.

- Sélectionnez la LED jaune.
- Retirez le cylindre de mesure avec la solution de saccharose de la chambre de mesure.
- Ajoutez un peu d'acide chlorhydrique, agitez le tout et faites réchauffer la solution à environ 50 degrés Celsius dans un bain-marie.
- Remplacez le cylindre de mesure dans la chambre de mesure en veillant à ce qu'aucun liquide ne s'infilte dans cette dernière.
- Déterminez l'angle de rotation α y compris son signe +/- et consignez-les dans le tableau 2.
- Déterminez l'angle de rotation y compris son signe +/- à des intervalles de 2 à 3 minutes ; répétez ensuite cette opération à de plus grands intervalles et consignez les résultats dans le tableau 4.

EXEMPLE DE MESURE

Angle de rotation en fonction de la longueur de l'échantillon :

Tableau 1 : angle de rotation α du fructose en fonction de la longueur de l'échantillon d pour quatre longueurs d'onde différentes. Concentration massique : $c = 0,48 \text{ g/cm}^3$ (50 g fructose pour 105 ml d'eau)

d / mm	α			
	Rouge (630 nm)	Jaune (580 nm)	Vert (525 nm)	Bleu (468 nm)
19	-6°	-7,5°	-10°	-11,5°
38	-15°	-16°	-20°	-23,5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40,5°	-53°
95	-39,5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49,5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Remarque : les séries de mesure des tableaux 1 et 2 ont été effectuées en utilisant des fructoses de pureté différente.

Angle de rotation en fonction de la concentration massique :

Tableau 2 : angle de rotation α du fructose en fonction de la concentration massique pour quatre longueurs d'onde différentes. Longueur de l'échantillon $d = 190 \text{ mm}$, volume $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		Rouge (630 nm)	Jaune (580 nm)	Vert (525 nm)	Bleu (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Comparaison des sens de rotation et des angles de rotation du fructose, du glucose et du saccharose :

Tableau 3 : angle de rotation α du fructose, du glucose et du saccharose (LED jaune)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$
Fructose	50	105	480	190	-83°	-9,2
Glucose	35	100	350	95	26°	7,8
Saccharose	30	100	300	190	32°	5,6

Mesure de l'angle de rotation pendant l'inversion du saccharose :

Tableau 4 : angle de rotation α en fonction du temps t pendant l'inversion du saccharose (LED jaune)

t / min	α	t / min	α
0,0	33°	20,0	-3°
2,0	23°	24,0	-6°
5,0	16°	27,5	-5°
8,0	9°	33,0	-8°
10,0	6°	42,0	-8°
12,0	3°	45,0	-9°
14,5	-2°	50,0	-9°
16,0	-4°		

ÉVALUATION

Angle de rotation en fonction de la longueur de l'échantillon :

La figure 2 visualise un diagramme présentant les valeurs mesurées du tableau 1. Dans le cadre de la précision de mesures, ces valeurs sont conformes aux droites d'origine tracées. La correspondance confirme la proportionnalité décrite dans l'équation 1 entre l'angle de rotation α et la longueur de l'échantillon d d'une solution optiquement active.

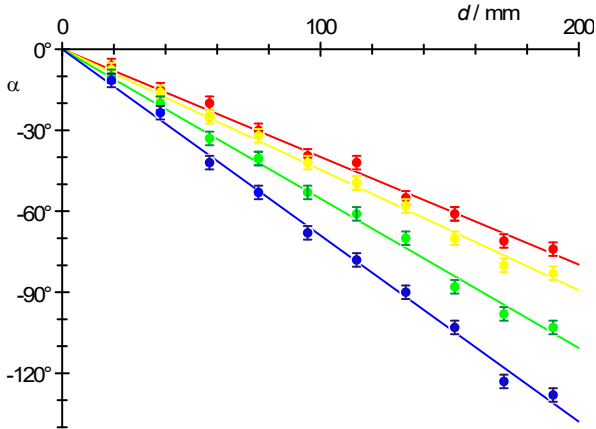


Fig. 2 : Angle de rotation d'une solution de fructose ($c = 0,48\text{g/cm}^3$) en fonction de la longueur d'échantillon pour quatre longueurs d'onde lumineuse différentes

Angle de rotation spécifique en fonction de la longueur d'onde :

La concentration massique de l'échantillon étant connue, il est possible de déterminer, conformément à l'équation 1, la rotation spécifique $[\alpha]$ pour les quatre longueurs d'onde du polarimètre en utilisant la pente de la droite d'origine illustrée dans la figure 2.

Les résultats se trouvent au tableau 5 ainsi que sur la figure 3. La courbe qui y est tracée a été calculée conformément à l'équation 2.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grd}}{\text{g}}$$

Tableau 5 : angle de rotation spécifique en fonction de la longueur d'onde

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{grd cm}^2 / \text{g}$	-8,4	-9,4	-11,6	-14,5

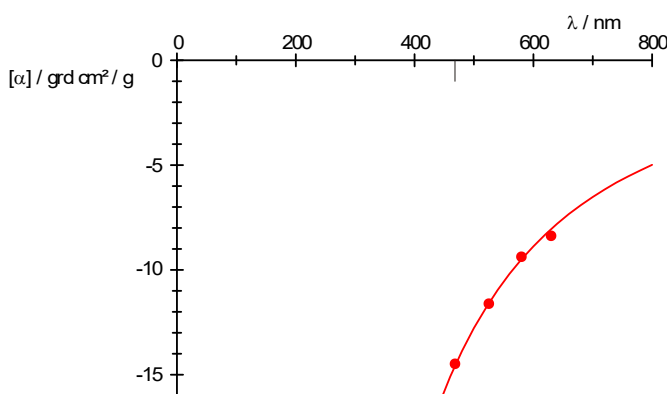


Fig. 3 : Angle de rotation spécifique en fonction de la longueur d'onde

Angle de rotation en fonction de la concentration massique :

La figure 4 visualise un diagramme présentant les valeurs mesurées du tableau 2. Dans le cadre de la précision de mesures, ces valeurs sont conformes aux droites d'origine tracées. La correspondance confirme la proportionnalité décrite dans l'équation 1 entre l'angle de rotation α et la concentration massique c d'une solution optiquement active.

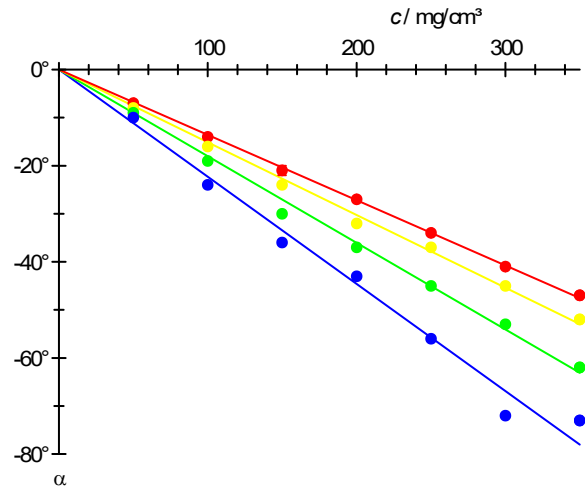


Fig. 4 : Angle de rotation d'une solution de glucose en fonction de la concentration massique pour quatre longueurs d'onde différentes

Comparaison des sens de rotation et des angles de rotation du fructose, du glucose et du saccharose :

L'angle de rotation spécifique des trois solutions de sucres examinées sera calculé dans le tableau 3 à partir des valeurs mesurées en appliquant l'équation 1. Nous pouvons constater que les différentes solutions de sucres se différencient tout autant en ce qui concerne la valeur de leurs angles de rotation que le signe +/- de ces derniers.

Mesure de l'angle de rotation pendant l'inversion du saccharose :

La figure 5 montre une représentation graphique des valeurs mesurées du tableau 4. L'inversion du sens de rotation de la droite vers la gauche a lieu environ après 15 minutes.

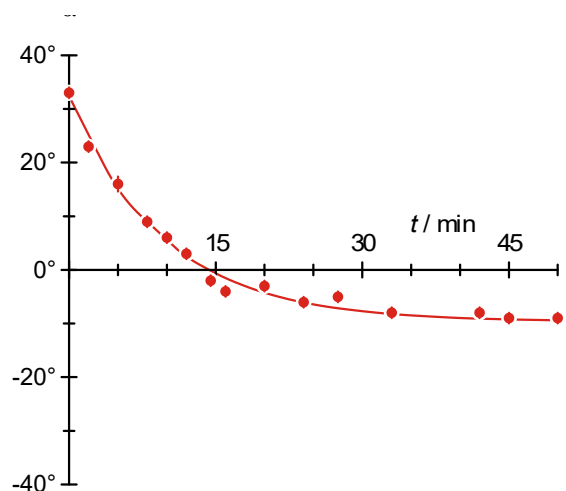


Fig. 5 : Angle de rotation pour la lumière jaune d'une solution de saccharose ($c = 0,3\text{g/cm}^3$, $d = 190\text{mm}$) pendant l'inversion en fonction du temps

Attività ottica

ROTAZIONE DEL PIANO DI POLARIZZAZIONE ATTRAVERSO SOLUZIONI ZUCCHERINE

- Misurazione dell'angolo di rotazione in funzione della lunghezza della prova.
- Misurazione dell'angolo di rotazione in funzione della concentrazione della massa.
- Determinazione dell'angolo di rotazione specifico in funzione della lunghezza d'onda.
- Confronto dei sensi di rotazione e dell'angolo di rotazione di fruttosio, glucosio e saccarosio.
- Misurazione dell'angolo di rotazione durante l'inversione del saccarosio in una miscela equimolare di glucosio e fruttosio.

UE4040300

02/25 JS/UD

BASI GENERALI

Come attività ottica si definisce la rotazione del piano di polarizzazione della luce a polarizzazione lineare al passaggio attraverso determinate sostanze. Questa rotazione si verifica nelle soluzioni di molecole chirali, come per es. le soluzioni zuccherine, e in determinati corpi solidi, come i quarzi. Si parla di sostanza con rotazione destrorsa quando il piano di polarizzazione, considerato nel senso opposto alla direzione di propagazione della luce, ruota verso destra, e di sostanze a rotazione sinistrorsa nel caso opposto. Le soluzioni di glucosio e saccarosio sono a rotazione destrorsa e le soluzioni di fruttosio a rotazione sinistrorsa.

L'angolo α , attorno al quale viene ruotato il piano di polarizzazione, dipende dalla sostanza in soluzione ed è proporzionale alla concentrazione della massa c e alla lunghezza d della prova. Si scrive

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

e si definisce $[\alpha]$ l'angolo di rotazione specifico della sostanza.

L'angolo di rotazione specifico dipende nella formula

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

dalla lunghezza d'onda λ della luce e dalla temperatura T del campione. Nelle tabelle esso viene nella maggior parte dei casi indicato per la luce gialla al sodio e una temperatura di 25°C. Quando è noto, con la misurazione dell'angolo di rotazione in un polarimetro è possibile determinare la concentrazione della soluzione.

Nell'esperimento vengono esaminate in un polarimetro diverse soluzioni zuccherine e ne vengono confrontati i rispettivi angoli di rotazione. A tale scopo, può essere scelta la luce di quattro LED di diverso colore. Inoltre, una soluzione di comune zucchero di canna (saccarosio) viene scissa nella sua struttura a doppio anello con una lenta reazione mediante l'aggiunta di acido cloridrico e trasformata in una miscela equimolare di glucosio e fruttosio. In tal modo il senso di rotazione viene "invertito" da destra verso sinistra, in quanto al termine della reazione l'angolo di rotazione risultante è pari alla

somma dell'angolo di rotazione destrorsa del glucosio e dell'angolo di rotazione sinistrorsa del fruttosio, che è maggiore.



Fig. 1: Struttura di misura

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1	Polarimetro con 4 LED	1001057
1	Cilindro graduato, 100 ml	1002870
1	Becher forma bassa 500 ml	1025691
1	Bilancia elettronica 220 g	1022627

Dotazione supplementare necessaria:

Fruttosio, 500g
Glucosio, 500 g
Saccarosio, 500 g
Acido cloridrico, tecnico

INDICAZIONI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANGOLO DI ROTAZIONE

Con la camera di misurazione vuota, attraverso l'apertura dell'analizzatore si osserva una luminosità minima per tutti i colori quando l'indicatore è in posizione 360° .

Una sostanza con rotazione destrorsa nella camera di misura fa ruotare il piano di polarizzazione – visto dall'alto – in senso orario. Se il disco dell'analizzatore – a partire da 360° - viene ruotato anch'esso in senso orario per raggiungere nuovamente la luminosità minima, l'indicatore si troverà successivamente a un angolo $\alpha_p < 360^\circ$. L'angolo di rotazione ricercato è

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_p$$

Allo stesso modo, con una sostanza con rotazione sinistrorsa il disco dell'analizzatore deve essere ruotato in senso antiorario per impostare la luminosità minima. L'angolo di rotazione ricercato è

$$\alpha = -\alpha_p$$

La luminosità minima raggiungibile con la rotazione del disco dell'analizzatore non è definita nitidamente, in quanto la luce del LED del polarimetro non è luce spettrale pura e a ogni lunghezza d'onda dello spettro di un LED appartiene un diverso angolo di rotazione. Se il disco dell'analizzatore viene ruotato avanti e indietro attorno alla posizione ottimale, a un'osservazione più attenta si determina pertanto, in luogo della luminosità minima, una leggera variazione cromatica.

MONTAGGIO

- Collegare il polarimetro alla rete attraverso l'alimentatore.

ESECUZIONE

Angolo di rotazione in funzione della lunghezza della prova

- Sciogliere 50 g di fruttosio in 100 ml di acqua distillata mescolando.
- Estrarre il cilindro graduato dalla camera di misura e versare 10 ml di soluzione di fruttosio (10 ml corrispondono a una lunghezza della prova $d = 19$ mm).
- Asciugare l'esterno del cilindro graduato e riposizionarlo nella camera di misura senza far penetrare il liquido nella camera.
- Selezionare il LED rosso spostando il commutatore.
- Collocare il disco dell'analizzatore, osservare il punto fluorescente del LED attraverso l'apertura dell'analizzatore e ruotare quest'ultimo finché la luminosità non raggiunge il minimo.
- Annotare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno nella Tab. 1.
- Accendere una dopo l'altra la luce gialla, verde e blu e ogni volta annotare l'angolo di rotazione α comprensivo del segno nella Tab. 1.
- Estrarre nuovamente il cilindro graduato dalla camera di misura, versare altri 10 ml di soluzione di fruttosio e ricollocare il cilindro nella camera di misura senza far penetrare liquido nella camera.

- Determinare e annotare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno per tutti i quattro colori.

Angolo di rotazione in funzione della concentrazione della massa

- Sciogliere in un becher 10 g di fruttosio in 200 ml di acqua distillata mescolando.
- Estrarre il cilindro graduato dalla camera di misura, versare 100 ml di soluzione di fruttosio e ricollocare il cilindro nella camera di misura senza far penetrare liquido nella camera.
- Determinare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno per tutti i quattro colori e annotarlo nella Tab. 2.
- Estrarre nuovamente il cilindro graduato dalla camera di misura, versare altra soluzione di fruttosio e sciogliervi altri 10 g di fruttosio.
- Versare 100 ml della nuova soluzione di fruttosio nel cilindro graduato e ricollocare il cilindro nella camera di misura senza far penetrare liquido nella camera.
- Determinare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno per tutti i quattro colori e annotarlo nella Tab. 2.

Confronto dei sensi di rotazione e dell'angolo di rotazione di fruttosio, glucosio e saccarosio.

- Selezionare il LED giallo.
- Sciogliere 35 g di glucosio in 100 ml di acqua distillata mescolando.
- Estrarre il cilindro graduato dalla camera di misura, versare 50 ml di soluzione di glucosio e ricollocare il cilindro nella camera di misura senza far penetrare liquido nella camera (50 ml corrispondono alla lunghezza della prova $d = 95$ mm).
- Collocare il disco dell'analizzatore, osservare il punto fluorescente del LED attraverso l'apertura dell'analizzatore e ruotare quest'ultimo finché la luminosità non raggiunge il minimo.
- Determinare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno e annotarlo nella Tab. 3.
- Sciogliere 30 g di saccarosio in 100 ml di acqua distillata mescolando.
- Versare la soluzione nel cilindro graduato.
- Determinare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno e annotarlo nella Tab. 3.
- Riportare nella Tab. 3 anche i valori già misurati per il fruttosio.

Misurazione dell'angolo di rotazione durante l'inversione del saccarosio.

- Selezionare il LED giallo.
- Estrarre dalla camera di misura il cilindro graduato con la soluzione di saccarosio.
- Aggiungere una piccola quantità di acido cloridrico, mescolare e riscaldare la soluzione in un bagno d'acqua a ca. 50°C .
- Collocare nuovamente il cilindro graduato nella camera di misura senza far penetrare liquido nella camera.
- Determinare l'angolo di rotazione α comprensivo di segno e annotarlo nella Tab. 4.

- Ripetere la determinazione dell'angolo di rotazione comprensivo di segno a intervalli di 2-3 minuti e successivamente a intervalli maggiori, annotando i risultati nella Tab. 4.

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Angolo di rotazione in funzione della lunghezza della prova

Tab. 1: Angolo di rotazione α del fruttosio in funzione della lunghezza della prova d per quattro diverse lunghezze d'onda luminosa. Concentrazione della massa: $c = 0,48 \text{ g/cm}^3$ (50 g di fruttosio in 105 ml di acqua)

d / mm	α			
	Rosso (630 nm)	Giallo (580 nm)	Verde (525 nm)	Blu (468 nm)
19	-6°	-7,5°	-10°	-11,5°
38	-15°	-16°	-20°	-23,5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40,5°	-53°
95	-39,5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49,5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Nota: Le serie di misure della Tab. 1 e della Tab. 2 sono state effettuate con tipi di fruttosio di diversa purezza.

Angolo di rotazione in funzione della concentrazione della massa

Tab. 2: Angolo di rotazione α del fruttosio in funzione della concentrazione della massa d per quattro diverse lunghezze d'onda luminosa. Lunghezza della prova $d = 190 \text{ mm}$, volume $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		Rosso (630 nm)	Giallo (580 nm)	Verde (525 nm)	Blu (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Confronto dei sensi di rotazione e dell'angolo di rotazione di fruttosio, glucosio e saccarosio

Tab. 3: Angolo di rotazione α di fruttosio, glucosio e saccarosio (LED giallo)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$
Fructose	50	105	480	190	-83°	-9,2
Glucose	35	100	350	95	26°	7,8
Saccharose	30	100	300	190	32°	5,6

Misurazione dell'angolo di rotazione durante l'inversione del saccarosio

Tab. 4: Angolo di rotazione α in funzione del tempo t durante l'inversione del saccarosio (LED giallo)

t / min	α	t / min	α
0,0	33°	20,0	-3°
2,0	23°	24,0	-6°
5,0	16°	27,5	-5°
8,0	9°	33,0	-8°
10,0	6°	42,0	-8°
12,0	3°	45,0	-9°
14,5	-2°	50,0	-9°
16,0	-4°		

ANALISI

Angolo di rotazione in funzione della lunghezza della prova

La Fig. 2 illustra un diagramma realizzato con i valori misurati riportati nella Tab. 1. Essi coincidono, nei limiti della precisione di misura, con le rette di origine tracciate. La corrispondenza conferma la proporzionalità descritta nell'equazione 1 tra l'angolo di rotazione α e la lunghezza della prova d di una soluzione otticamente attiva.

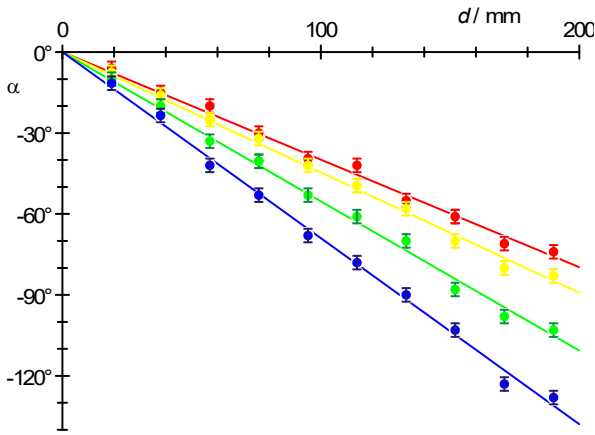


Fig. 2: Angolo di rotazione di una soluzione di fruttosio ($c = 0,48 \text{ g/cm}^3$) in funzione della lunghezza della prova per quattro diverse lunghezze d'onda luminosa

Angolo di rotazione specifico in funzione della lunghezza d'onda

Poiché la concentrazione della massa della prova è nota, secondo l'equazione 1 è possibile determinare per le quattro lunghezze d'onda del polarimetro la rotazione specifica $[\alpha]$ dalla pendenza delle rette di origine rappresentate nella Fig. 2.

Il risultato è rappresentato nella Tab. 5 e nella Fig. 3. La curva qui tracciata è stata calcolata sulla base dell'equazione 2.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grd}}{\text{g}}$$

Tab. 5: Angolo di rotazione specifico in funzione della lunghezza d'onda

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$	-8,4	-9,4	-11,6	-14,5

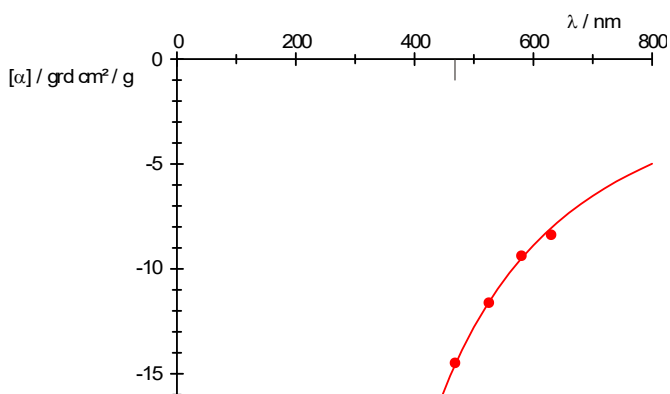


Fig. 3: Angolo di rotazione specifico in funzione della lunghezza d'onda

Angolo di rotazione in funzione della concentrazione della massa

La Fig. 4 illustra un diagramma realizzato con i valori misurati riportati nella Tab. 2. Essi coincidono, nei limiti della precisione di misura, con le rette di origine tracciate. La corrispondenza conferma la proporzionalità descritta nell'equazione 1 tra l'angolo di rotazione α e la concentrazione della massa c di una soluzione otticamente attiva.

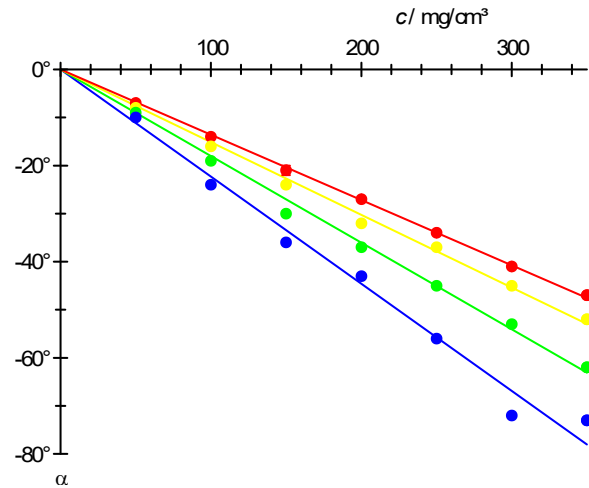


Fig. 4: Angolo di rotazione di una soluzione di fruttosio in funzione della concentrazione della massa per quattro diverse lunghezze d'onda luminosa

Confronto dei sensi di rotazione e dell'angolo di rotazione di fruttosio, glucosio e saccarosio

Nella Tab. 3 è calcolato l'angolo di rotazione specifico delle tre soluzioni zuccherine esaminate utilizzando l'equazione 1. Emerge che le diverse soluzioni zuccherine differiscono sia per il valore che per il segno dell'angolo di rotazione.

Misurazione dell'angolo di rotazione durante l'inversione del saccarosio

La Fig. 5 illustra una rappresentazione grafica dei valori misurati della Tab. 4. L'inversione del senso di rotazione da destra a sinistra si verifica dopo 15 min circa.

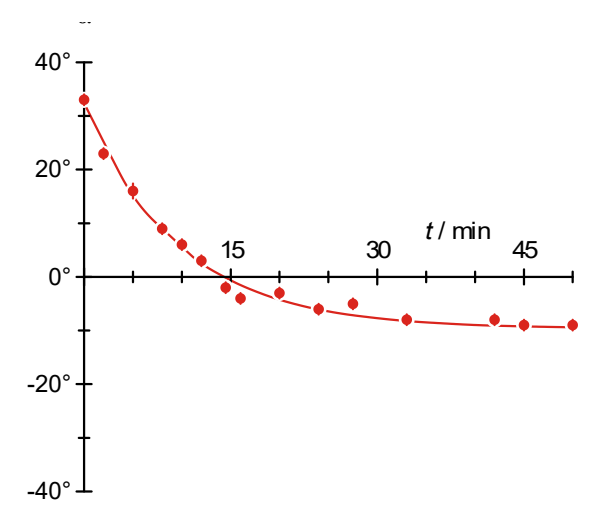


Fig. 5: Angolo di rotazione per la luce gialla di una soluzione di saccarosio ($c = 0,3 \text{ g/cm}^3, d = 190 \text{ mm}$) durante l'inversione in funzione del tempo

Atividade óptica

ROTAÇÃO DO NÍVEL DE POLARIZAÇÃO ATRAVÉS DE SOLUÇÕES DE AÇÚCAR

- Medir o ângulo de rotação em dependência do comprimento da amostra.
- Medir o ângulo de rotação em dependência da concentração de massa.
- Determinação do ângulo de rotação específico em dependência do comprimento de onda.
- Comparação da direção de virada e do ângulo de rotação da frutose, glicose e sacarose.
- Medir o ângulo de rotação durante a inversão da sacarose para uma mistura equimolar de glicose e frutose.

UE4040300

02/25 JS/UD

FUNDAMENTOS GERAIS

Designa-se como atividade ótica a rotação do nível de polarização de uma luz polarizada linearmente quando atravessa por certa substância. Esta rotação aparece em soluções de moléculas quirais como, por exemplo, soluções de açúcar e em certos objetos como quartzo. Fala-se de substâncias que viram para a direita, quando o nível da polarização for refletido na direção do espectro de luz com tendência para direita e em outros casos por substâncias com tendências de virar à esquerda. As soluções de glicose e sacarose são substâncias que viram para a direita e a solução de frutose são as que viram para a esquerda.

O ângulo α , sob qual é girado o nível de polarização, depende da substância liberada e é proporcional à concentração de massa c e ao comprimento d da amostra. Escreve-se

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

e descreve-se $[\alpha]$ como um ângulo de rotação específico da substância.

O ângulo de rotação específica depende, na fórmula,

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

do comprimento de onda λ , da luz e da temperatura T da amostra. Ele é demonstrado em valores tabelares para a luz amarelada do Sódio e a uma temperatura de 25°C. Se for conhecido, pode-se determinar a concentração da solução através da medição do ângulo de rotação em um polarímetro.

Em um experimento, diferentes soluções de açúcar são examinadas em um polarímetro e os seus ângulos de rotação comparados. Para isto a luz pode ser escolhida de quatro diferentes cores de LED. Além disso, uma solução de açúcar comum (sacarose) é separada lentamente, através da adição de ácido clorídrico, em uma reação de estrutura anelada dupla e transformada em uma mistura equimolar de glicose e frutose. Com isto a direção de rotação é invertida da direita para a esquerda, uma vez que o ângulo de

rotação, após o término da reação é a soma dos ângulos de rotação da glicose para a direita e da frutose virando fortemente para a esquerda.



Fig. 1: Arranjo de medição

LISTA DE APARELHOS

1	Polarímetro com 4 LED	1001057
1	Cilindro de medição, 100 ml	1002870
1	Copo forma baixa 500 ml	1025691
1	Balança eletrônica 220 g	1022627

Exigência complementar:

Açúcar de frutas (Frutose), 500g
Açúcar de uva (Glicose), 500 g
Açúcar de cana (Sacarose), 500 g
Ácido clorídrico, técnico

INDICAÇÃO PARA A DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE ROTAÇÃO

Observa-se na câmara de medição vazia, através da abertura de observação do analisador a luminosidade mínima para todas as cores, quando o ponteiro indica 360° .

Uma substância que vira na câmara de medição para a direita, vira o plano de polarização – observada desde acima – no sentido do ponteiro do relógio. Se agora o disco do analisador também é virado no sentido horário – partindo de 360° – para alcançar novamente a luminosidade mínima, é assim que o ponteiro indica depois sobre um ângulo $\alpha_p < 360^\circ$. O ângulo de rotação buscado é

$$\alpha = 360^\circ - \alpha_p$$

Correspondentemente, o disco do analisador tem que ser girado em sentido anti-horário, quando a substância é de virar à esquerda para o estabelecimento da luminosidade mínima. O ângulo de rotação buscado é.

$$\alpha = -\alpha_p$$

A luminosidade mínima que pode ser obtida pela rotação do disco do analisador não é definida nitidamente, porque a luz do LED do polarímetro não tem pureza espectral e por pertencer a ângulos de rotação facilmente distinguíveis para cada comprimento de onda de um espectro LED. Por isso pode-se observar no lugar da luminosidade mínima, ao olhar mais minuciosamente, uma ligeira mudança de cor, quando se gira o disco do analisador para cá e para lá, em volta da posição ótima.

MONTAGEM

- Ligar o polarímetro através da fonte de alimentação a rede elétrica.

EXECUÇÃO

Ângulo de rotação em dependência do comprimento da amostra:

- Dissolver por revolvimento 50 g de açúcar de fruta (frutose) em 100 ml de água destilada.
- Retirar o cilindro de medição da câmara de medição e encher com 10 ml da solução de frutose (10 ml equivalem ao comprimento de amostra $d = 19$ mm).
- Secar o lado externo do cilindro de medição, colocar o cilindro de medição dentro da câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição.
- Através de deslocação de o comutador escolher o LED vermelho.
- Montar o disco do analisador, observar o ponto luminoso do LED através da abertura de observação do analisador e girar o analisador até que a luminosidade chega a um mínimo.
- Anotar o ângulo de rotação α inclusive o signo de direção na Tab. 1.
- Sucessivamente ligar a luz amarela, verde e azul e determinar a cada vez o ângulo de rotação α inclusive o signo de direção e anotar na Tab. 1.

- Sempre de novo retirar o cilindro de medição da câmara de medição, encher com outros 10 ml da solução de frutose e colocar o cilindro de medição na câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição.
- A cada vez determinar o ângulo de rotação α para as quatro cores inclusive o signo de direção e anotar.

Ângulo de rotação em dependência da concentração de massa:

- Num copo de vidro dissolver por revolvimento 10 g de açúcar de fruta (frutose) em 200 ml de água destilada.
- Retirar o cilindro de medição da câmara de medição e encher com 100 ml da solução de frutose e colocar o cilindro de medição dentro da câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição.
- A cada vez determinar o ângulo de rotação α para as quatro cores inclusive o signo de direção e anotar na Tab. 2.
- Sempre de novo retirar o cilindro de medição da câmara de medição, despejar de volta a solução de frutose no copo de vidro e dissolver outros 10 g de açúcar de frutas.
- Encher o cilindro de medição com 100 ml da nova solução de frutose e colocar o cilindro de medição dentro da câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição.
- A cada vez determinar o ângulo de rotação α para as quatro cores inclusive o signo de direção e anotar na Tab. 2.

Comparação da direção de rotação e do ângulo de rotação da frutose, glicose e sacarose:

- Selecionar o LED amarelo.
- Dissolver por revolvimento 35 g de açúcar de uva (glicose) em 100 ml de água destilada.
- Retirar o cilindro de medição da câmara de medição, encher com 50 ml da solução de glicose e colocar o cilindro de medição dentro da câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição (50 ml equivalem ao comprimento de amostra $d = 95$ mm).
- Montar o disco do analisador, observar o ponto luminoso do LED através da abertura de observação do analisador e girar o analisador até que a luminosidade chega a um mínimo.
- Determinar o ângulo de rotação α inclusive o signo de direção e anotar na Tab. 3.
- Dissolver por revolvimento 30 g de açúcar de cana (sacarose) em 100 ml de água destilada.
- Despejar a solução no cilindro de medição.
- Determinar o ângulo de rotação α inclusive o signo de direção e anotar na Tab. 3.
- Anotar também os já determinados valores de medição na Tab. 3.

Medição do ângulo de rotação durante a inversão da sacarose.

- Selecionar o LED amarelo.
- Retirar o cilindro de medição com a solução de sacarose da câmara de medição.
- Adicionar um pouco de ácido clorídrico, revolver e aquecer a solução num banho de água de aproximadamente 50°C.
- Colocar de novo o cilindro de medição dentro da câmara de medição, sem que chegue líquido dentro da câmara de medição.
- Determinar o ângulo de rotação α inclusive o signo de direção e anotar na Tab.4.
- Determinação do ângulo de rotação, inclusive o signo de direção em intervalos de 2-3 minutos e mais tarde em intervalo maior e anotar o resultado na Tab.4.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Ângulo de rotação em dependência do comprimento da amostra:

Tab. 1: Ângulo de rotação α da frutose em dependência do comprimento da amostra d para quatro comprimentos de onda diferentes. Concentração de massa: $c = 0,48 \text{ g/cm}^3$ (50 g frutose sobre 105 ml de água)

d / mm	α			
	Vermelho (630 nm)	Amarelo (580 nm)	Verde (525 nm)	Azul (468 nm)
19	-6°	-7,5°	-10°	-11,5°
38	-15°	-16°	-20°	-23,5°
57	-20°	-25°	-33°	-42°
76	-30°	-32°	-40,5°	-53°
95	-39,5°	-42°	-53°	-68°
114	-42°	-49,5°	-61°	-78°
133	-55°	-58°	-70°	-90°
152	-61°	-70°	-88°	-103°
171	-71°	-80°	-98°	-123°
190	-74°	-83°	-103°	-128°

Indicação: As séries de medição da Tab. 1 e Tab. 2 foram obtidas de açúcares de frutas com purezas diferentes.

Ângulo de rotação em dependência da concentração de massa:

Tab. 2: Ângulo de rotação α em dependência da concentração de massa para quatro comprimentos de onda. Comprimento da amostra $d = 190 \text{ mm}$, Volume $V = 100 \text{ ml}$

m / g	$c / \text{mg/cm}^3$	α			
		Vermelho (630 nm)	Amarelo (580 nm)	Verde (525 nm)	Azul (468 nm)
10	50	-7°	-8°	-9°	-10°
20	100	-14°	-16°	-19°	-24°
30	150	-21°	-24°	-30°	-36°
40	200	-27°	-32°	-37°	-43°
50	250	-34°	-37°	-45°	-56°
60	300	-41°	-45°	-53°	-72°
70	350	-47°	-52°	-62°	-73°

Comparação da direção de rotação e do ângulo de rotação da frutose, glicose e sacarose:

Tab. 3: Ângulo de rotação α da frutose, glicose e sacarose (LED amarelo)

	m / g	V / ml	$c / \text{mg/cm}^3$	h / mm	α	$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$
Frutose	50	105	480	190	-83°	-9,2
Glicose	35	100	350	95	26°	7,8
Sacarose	30	100	300	190	32°	5,6

Medição do ângulo de rotação durante a inversão da sacarose:

Tab. 4: Ângulo de rotação α em dependência do tempo t durante a inversão da sacarose (LED amarelo)

t / min	α	t / min	α
0,0	33°	20,0	-3°
2,0	23°	24,0	-6°
5,0	16°	27,5	-5°
8,0	9°	33,0	-8°
10,0	6°	42,0	-8°
12,0	3°	45,0	-9°
14,5	-2°	50,0	-9°
16,0	-4°		

ANÁLISE

Ângulo de rotação em dependência do comprimento da amostra:

Fig. 2 mostra um diagrama com os valores de medição da Tab. 1. Estes concordam na moldura de precisão da medição com as retas de origem desenhadas. A concordância confirma a proporcionalidade descrita na equação 1 entre o ângulo de rotação α e o comprimento da amostra d de uma solução opticamente ativa.

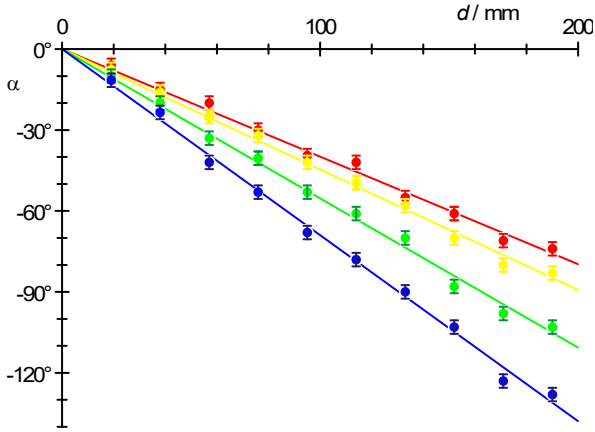


Fig. 2: Ângulo de rotação de uma solução de frutose ($c = 0,48 \text{ g/cm}^3$) dependente do comprimento da amostra para quatro comprimentos de onda diferentes

Ângulo de rotação específico em dependência do comprimento da amostra:

Como a concentração de massa da amostra é conhecida, pode-se determinar segundo a equação 1 a rotação específica $[\alpha]$ para os quatro comprimentos de onda do polarímetro, a partir da subida da reta de origem mostrada na Fig. 2.

O resultado está representado na Tab. 5 assim como na Fig. 3. A curva aí desenhada foi calculada segundo a equação 2.

$$k(T) = -3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{grd}}{\text{g}}$$

Tab. 5: Ângulo de rotação específico em dependência do comprimento da amostra

λ / nm	630	580	525	468
$[\alpha] / \text{grd cm}^2/\text{g}$	-8,4	-9,4	-11,6	-14,5

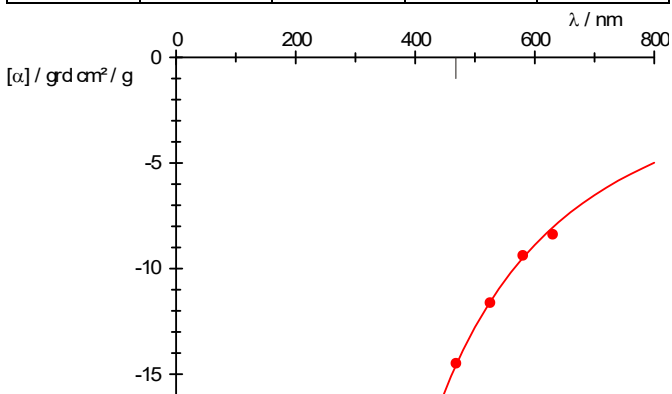


Fig. 3: Ângulo de rotação específico em dependência do comprimento da amostra

Ângulo de rotação em dependência da concentração de massa:

Fig. 4 mostra um diagrama com os valores de medição Tab. 2. Estes concordam na moldura de precisão da medição com as retas de origem desenhadas. A concordância confirma a proporcionalidade descrita na equação 1 entre o ângulo de rotação α e a concentração de massa c de uma solução opticamente ativa.

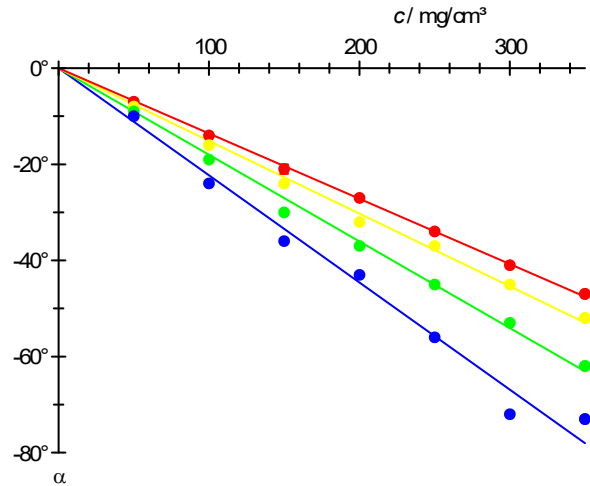


Fig. 4: Ângulo de rotação de uma solução de frutose em dependência da concentração de massa para quatro comprimentos de onda de luz diferentes

Comparação da direção de rotação e do ângulo de rotação da frutose, glicose e sacarose:

Na Tab. 3 é calculado, a partir dos valores de medição por meio da utilização da equação 1, o ângulo de rotação específico das três soluções de açúcar analisadas. Mostra-se que as diferentes soluções de açúcar se diferenciam tanto no valor como também no signo da direção do ângulo de rotação.

Medição do ângulo de rotação durante a inversão da sacarose:

Fig. 5 mostra uma representação gráfica dos valores de medição da Tab. 4. A inversão da direção de rotação da direita para a esquerda acontece em aproximadamente 15 minutos.

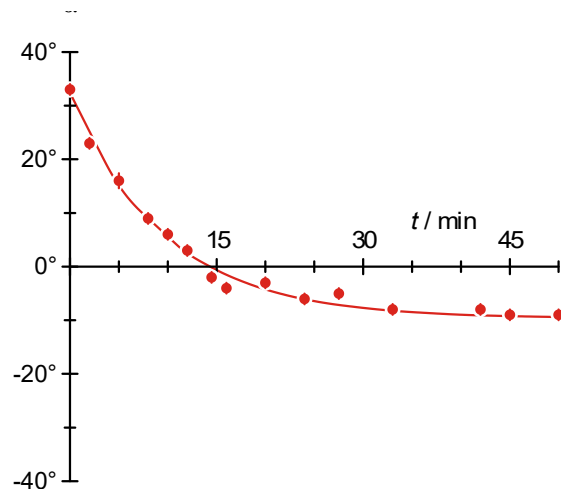


Fig. 5: Ângulo de rotação para a luz amarela de uma solução de sacarose ($c = 0,3 \text{ g/cm}^3$, $d = 190 \text{ mm}$) durante a inversão em dependência do tempo