

## **A 33      Spezifische Drehung von gelöstem Rohrzucker - Rohrzuckerinversion**

### **Aufgabe:**

1. Bestimmen Sie den Drehwinkel  $\alpha$  für Rohrzucker für folgende Konzentrationen an Rohrzucker  $\beta = 0,05 \text{ g/ml}$ ,  $0,10 \text{ g/ml}$ ,  $0,15 \text{ g/ml}$ ,  $0,20 \text{ g/ml}$  in wässriger Lösung.
2. Bestimmen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k$  der Rohrzuckerinversion in  $\text{s}^{-1}$ .

### **Grundlagen:**

#### **a) Spezifische Drehung von gelöstem Rohrzucker:**

Bei linear polarisiertem Licht schwingt der Vektor der elektrischen Feldstärke  $\vec{E}$  in einer Ebene. Optisch aktive Substanzen drehen die Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht. Der Drehwinkel  $\alpha$ , um den diese Schwingungsebene gedreht wird, kann mit einem Polarimeter gemessen werden. Die optisch aktive Substanz befindet sich zwischen Polarisator und Analysator. Die Lichtintensität hinter dem Analysator hängt von dessen Stellung zur Polarisationsrichtung ab. Der Drehwinkel  $\alpha$  ist dabei proportional der Konzentration an gelöster optisch aktiver Substanz.

$$\alpha = \alpha^* \cdot l \cdot \beta \quad (1)$$

$l$ : Länge der durchstrahlten Schicht ( $l = 20 \text{ cm}$  im Versuch)

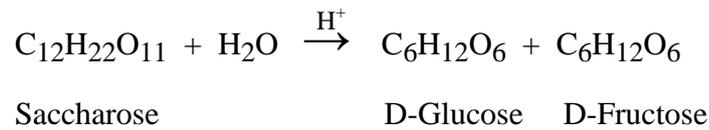
$\beta$ : Massenkonzentration der optisch aktiven Substanz

$\alpha^*$ : spezifische Drehung

Da  $\alpha$  von der Frequenz des Lichtes abhängt, wird im Versuch monochromatisches Licht mit einer Wellenlänge von  $589 \text{ nm}$  verwendet.

#### **a) Rohrzuckerinversion:**

Rohrzucker wird in saurer Lösung nach einer Reaktion 1. Ordnung in Glucose und Fructose (sogenannter „Invertzucker“) hydrolysiert.



Für die Änderung der Konzentration  $c$  des Edukts einer Reaktion 1. Ordnung gilt:

$$\frac{dc}{dt} = -kc \quad (2)$$

Durch Integration nach Trennung der Variablen erhält man

$$c = c_0 \cdot \exp(-k t) \quad (3)$$

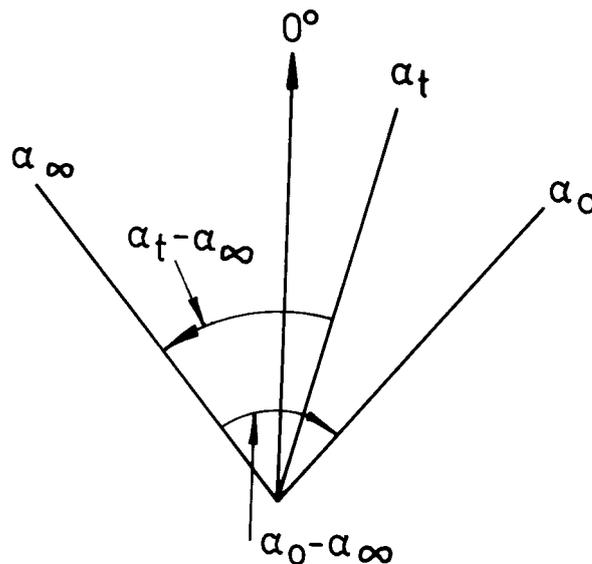
$$\ln(c/c_0) = -k t \quad (4)$$

$k$ : Geschwindigkeitskonstante

$c$ : Konzentration zur Zeit  $t$

$c_0$ : Konzentration zur Zeit  $t = 0$

Rohrzucker dreht die Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht nach rechts, Invertzucker nach links. Die zeitliche Veränderung der optischen Drehung wird zur Verfolgung der chemischen Reaktion ausgenutzt.



$\alpha_0$ : Drehwinkel zur Zeit  $t = 0$ ;       $\alpha_t$ : Drehwinkel zur Zeit  $t$ ;

$\alpha_\infty$ : Drehwinkel für völlige Inversion zur Zeit  $t = \infty$

Die gesamte Drehwinkeländerung ( $\alpha_0 - \alpha_\infty$ ) ist proportional zur Gesamtkonzentration an Rohrzucker. Die Drehwinkeländerung ( $\alpha_t - \alpha_\infty$ ) bis zur Zeit  $t$  liefert ein Maß für die umgesetzte Menge Rohrzucker

$$c_0 \sim \alpha_0 - \alpha_\infty \quad (5)$$

$$c_t \sim \alpha_t - \alpha_\infty \quad (6)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (5) und (6) in Gleichung (3) erhält man

$$\ln \left( \frac{\alpha_t - \alpha_\infty}{\alpha_0 - \alpha_\infty} \right) = -kt \quad (7)$$

Durch Auftragen von  $\ln \left( \frac{\alpha_t - \alpha_\infty}{\alpha_0 - \alpha_\infty} \right)$  gegen die Zeit  $t$  kann aus der Steigung der Geraden die

Geschwindigkeitskonstante  $k$  berechnet werden.

### **Durchführung:**

Eine ins Detail gehende Bedienungsanleitung ist in der Platzvorschrift zu finden. Die Bedienung des Gerätes wird zusammen mit dem Praktikumsbetreuer durchgesprochen.

Zur Bestimmung des Drehwinkels wird die Röhre mit den jeweiligen Lösungen befüllt. Nach Verschließen wird die Röhre in die Messanordnung eingebracht. Dabei ist darauf zu achten, dass die unvermeidliche Luftblase vollständig in der kugelförmigen Verdickung der Röhre bleibt.

Das polarimetrische Einstellfeld wird mit der Augenlinse scharf eingestellt. Die Teilschatten des Beobachtungsfelds sind mit den Drehknöpfen für Grob- und Feinbetrieb auf gleiche Schattigkeit zu bringen (nicht die Stellung gleicher Helligkeit verwenden!).

### **Zu Aufgabe 1:**

Stellen Sie sich als erstes in je einem 100 ml-Messkolben zwei Lösungen mit  $\beta = 0,20$  g/ml bzw. 0,15 g/ml her. Die beiden anderen Lösungen lassen sich am schnellsten durch Verdünnen mit einer entsprechenden Menge H<sub>2</sub>O bereiten. Bestimmen Sie die Temperatur der jeweiligen Lösungen.

**Zu Aufgabe 2:**

Verwenden Sie für  $\beta = 0,15 \text{ g/ml}$  die verbliebene Rohrzuckerlösung aus Aufgabe 1 und pipettieren Sie 25 ml in einen Erlenmeyer-Kolben; in einen zweiten Erlenmeyer-Kolben werden 25 ml einer 2 M Salzsäurelösung pipettiert. Beide Lösungen werden zusammengeschüttet, umgeschwenkt und zum Spülen wieder in den ersten Erlenmeyer-Kolben zurückgeschüttet. Dann wird die Temperatur bestimmt und blasen- sowie schlierenfrei in die Messküvette eingefüllt. Die Messung beginnt nach Einfüllen der Lösung in die Messküvette und der Bestimmung des 1. Messwertes ( $\alpha_0$ ; das Auslösen der Stoppuhr nicht vergessen). Den Drehwinkel  $\alpha_t$  etwa 1 Stunde lang verfolgen (zuerst kürzere, dann größere Zeitabstände).

Zur Bestimmung des Drehwinkels  $\alpha_\infty$  für völlige Inversion den Rest der Zucker-HCl-Mischung in drittem Kolben verschlossen ca. 30 Minuten auf 60 °C im Wasserbad erhitzen (nicht überhitzen!). Lösung auf Zimmertemperatur abkühlen (in kaltes Wasser stellen), in Küvette einfüllen und Drehwinkel bestimmen.

**Auswertung:****Zu Aufgabe 1:**

1. Tragen Sie in einem Diagramm den Drehwinkel  $\alpha$  gegen  $\beta$  auf und ermitteln Sie aus der Steigung der Geraden die spezifische Drehung  $\alpha^*$ .
2. Führen Sie eine Fehlerberechnung durch und vergleichen ihr Ergebnis mit Literaturwerten.

**Zu Aufgabe 2:**

3. Zeichnen Sie folgendes Diagramm: 
$$\ln \left( \frac{\alpha_t - \alpha_\infty}{\alpha_0 - \alpha_\infty} \right) = -kt$$

Bestimmen Sie aus der Steigung die Geschwindigkeitskonstante  $k$  des Rohrzuckerzerfalls in  $\text{s}^{-1}$ .

4. Diskutieren Sie Messfehler und den Einfluss der Temperatur.

**Was man wissen sollte:**

Linear, zirkular, elliptisch polarisiertes Licht, Nicolsches Prisma, spezifisches Drehvermögen, Rotationsdispersion, Funktionsweise eines Polarimeters, Reaktionsgeschwindigkeitsgesetze, Reaktionsordnung einer Reaktion, praktische Anwendung von polarisiertem Licht