

การทดลองที่ 2 โพลาริเมตร

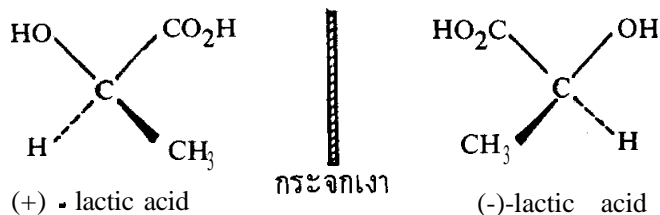
วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาการหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ของสารออปติคัลลิแอคทีฟในสารละลาย (ซูโครสในน้ำและกลูโคสในน้ำ) ที่อุณหภูมิและความดันห้อง
- 2.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของซูโครสในน้ำที่มีต่อมุมของการหมุน
- 2.3 คำนวณค่าการหมุนจำเพาะของสาร
- 2.4 ศึกษาวิวัฒนาการของกลูโคสในน้ำ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมที่สมดุลและค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

ทฤษฎี

โพลาริเมตรเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการเปลี่ยนทิศทางของแสงโพลาไรซ์ (polarized light) เมื่อผ่านสารออปติคัลลิแอคทีฟ (optically active substance) ซึ่งมีสมบัติในการหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ (plane of polarized) ที่ผ่านเข้ามา สารประกอบที่มีคุณสมบัติออปติคัลลิแอคทีฟ ได้แก่ ไอโซเมอร์ชนิดออปติคัลประเภทอีแนนซีโอเมอร์ (enantiomer) ซึ่งหมายถึงโมเลกุลคู่หนึ่งที่มีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน แต่การจัดเรียงตัวของอะตอมหรือหมู่ของอะตอมในสามมิติต่างกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่ามีคอนฟิกูเรชัน (configuration) ต่างกันและไม่สามารถซ้อนกันได้สนิทไม่ว่าจะหมุนโมเลกุลไปในทิศทางใดก็ตาม อีแนนซีโอเมอร์แต่ละตัวสามารถหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ได้ในทิศทางตรงกันข้าม ถ้าหมุนไปทางขวามือหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา (clockwise rotation) เรียกว่า เดกโตรโรตาทอรี (dextrorotatory) ใช้สัญลักษณ์เป็นเครื่องหมาย +, R หรือ d แต่ถ้าหมุนไปทางซ้ายมือหรือทวนเข็มนาฬิกา (counter-clockwise rotation) เรียกว่า ลีโวโรตาทอรี (levorotatory) ใช้สัญลักษณ์เป็นเครื่องหมาย - หรือ l เมื่อนำอีแนนซีโอเมอร์ชนิด + และ - มาผสมกันด้วยจำนวนเท่า ๆ กันจะได้ของผสมราซีมิก (racemic mixture) ซึ่งไม่สามารถหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ได้อีก ดังนั้นของผสมราซีมิกจึงเป็นออปติคัลลิอินแอคทีฟ (optically inactive)

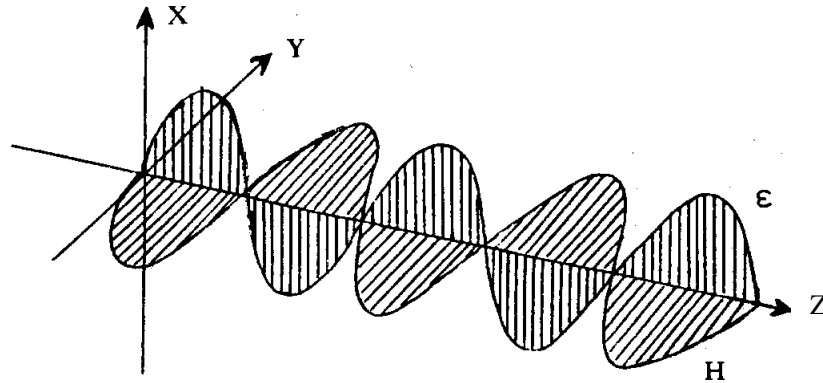
ตัวอย่าง อีแนนซีโอเมอร์



การทดลองที่ 2

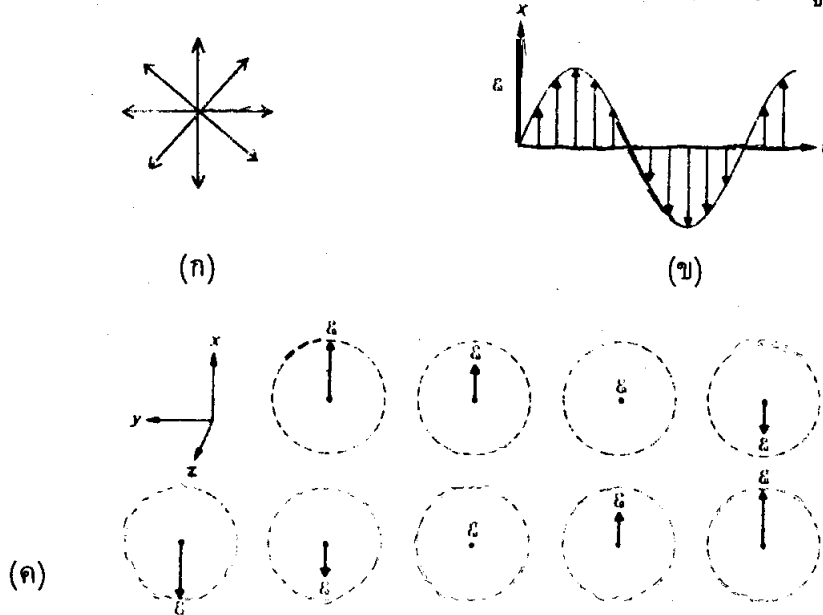
แสงโพลาไรซ์และออปติคัลโรเตชัน (Polarized Light and Optical Rotation)

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) รูปหนึ่งซึ่งประกอบด้วยสนามไฟฟ้า (electric field) ในแนวตั้งและสนามแม่เหล็ก (magnetic field) ในแนวนอน สนามทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปด้วยกันในแนวตั้งฉากกันโดยมีความเร็วและความถี่เดียวกัน ดังรูปที่ (2.1)



รูปที่ 2.1 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยสนามไฟฟ้า (ϵ) และสนามแม่เหล็ก (H)

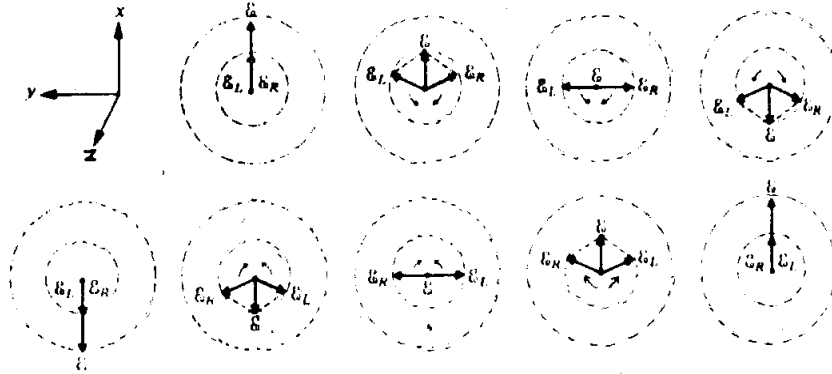
เมื่อผ่านลำแสงอันโพลาไรซ์ (unpolarized light) เข้าสู่โพลาไรเซอร์ (polarizer) จะได้แสงโพลาไรซ์ออกมา ซึ่งเป็นแสงระนาบเดียวของสนามไฟฟ้า (ϵ) ดังรูปที่ (2.2)



รูปที่ 2.2 (ก) แสงอันโพลาไรซ์
(ข) แสงโพลาไรซ์ของสนามไฟฟ้า (ϵ) เทียบกับเวลา
(ค) การเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้ากับเวลาเมื่อสังเกตตามแนวแกน Z

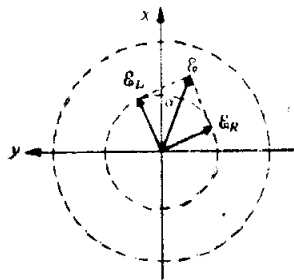
การทดลองที่ 2

แสงโพลาไรซ์ (ϵ) เป็นผลรวมของแสง 2 เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากัน คือ ϵ_L และ ϵ_R ซึ่งหมายถึงแสงโพลาไรซ์ที่หมุนไปทางซ้ายมือและขวามือตามลำดับ เพื่อความเข้าใจ ให้พิจารณาจากรูปที่ (2.3)



รูปที่ 2.3 แสดงเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า (ϵ) ซึ่งเป็นผลรวมของ ϵ_L หรือ ϵ_R แต่ละจุดเมื่อเวลาผ่านไป

เมื่อผ่านแสงโพลาไรซ์เข้าสู่ตัวกลางธรรมดา (ordinary medium) จะได้ ϵ_L และ ϵ_R ที่หมุนด้วยความเร็วที่เท่ากันและได้ผลลัพธ์ของ ϵ ดังรูปที่ (2.3) ซึ่งจะไม่มีการหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ไปจากแกน X แต่ถ้าผ่านตัวกลางออปติคัลลิแอคทีฟ (optically active medium) จะได้ ϵ_L และ ϵ_R ที่หมุนด้วยความเร็วต่างกัน เป็นผลให้ระนาบของ ϵ หมุนไปทำมุม α กับแกน X ดังรูปที่ (2.4)



รูปที่ 2.4 การหมุนของ ϵ เมื่อ ϵ_L และ ϵ_R ทำมุมกับแกน X ไม่เท่ากัน เหตุที่ ϵ_L และ ϵ_R หมุนด้วยความเร็วที่ต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของดัชนีหักเหของตัวกลางเมื่อผ่าน ϵ_L และ ϵ_R เข้าสู่ตัวกลาง ดังนั้นมุมที่ระนาบของ

การทดลองที่ 2

ϵ หมุนไปจากแกน X จึงมีความสัมพันธ์กับความยาวของคลื่นแสงและดัชนีหักเหของตัวกลางดังนี้

$$\alpha = \frac{\pi l}{\lambda} (n_L - n_R) \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

- เมื่อ α คือ มุมของการหมุน (angle of rotation) ในหน่วยองศา
 λ คือ ความยาวคลื่นของแสงที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง
 n_L คือ ดัชนีหักเหของตัวกลางเมื่อ E_L เคลื่อนที่ผ่าน
 n_R คือ ดัชนีหักเหของตัวกลางเมื่อ E_R เคลื่อนที่ผ่าน
 π คือ 180 องศา
 l คือ ความยาวของหลอดบรรจุสาร

ในการศึกษาสารออปติคัลแอคทีฟ เรานิยมระบุมุมของการหมุนให้อยู่ในรูปของการหมุนจำเพาะ (specific rotation) คือ

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{100 \alpha}{lc} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

- เมื่อ $[\alpha]_{\lambda}^T$ คือ การหมุนจำเพาะในหน่วยองศา (เซนติเมตร)² ต่อกรัม
 l คือ ความยาวของหลอดบรรจุสารในหน่วยเดซิเมตร
 c คือ ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยกรัมต่อ 100 ลบ.ซม
 T คือ อุณหภูมิของสารละลายในหน่วยองศาเซลเซียส
 λ คือ ความยาวของคลื่นแสงในหน่วยอังสตรอม

สำหรับค่า T และ λ จะต้องระบุไว้ทุกครั้งที่มีการทดลอง เพราะค่าการหมุนจำเพาะขึ้นอยู่กับตัวแปรทั้งสองนี้

ในกรณีของเหลวบริสุทธิ์ สมการ (2.2) จะเปลี่ยนมาเป็นสมการใหม่ คือ

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha}{ld} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นของของเหลว ในหน่วยกรัมต่อ ลบ.ซม

* ดัชนีหักเหของตัวกลางใด ๆ คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วของคลื่นแสงในสุญญากาศ ($V_{\text{สุญญากาศ}}$) กับความเร็วของคลื่นแสงในตัวกลางนั้น ($V_{\text{ตัวกลาง}}$) ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยสมการ

$$n = V_{\text{สุญญากาศ}} / V_{\text{ตัวกลาง}}$$

การทดลองที่ 2

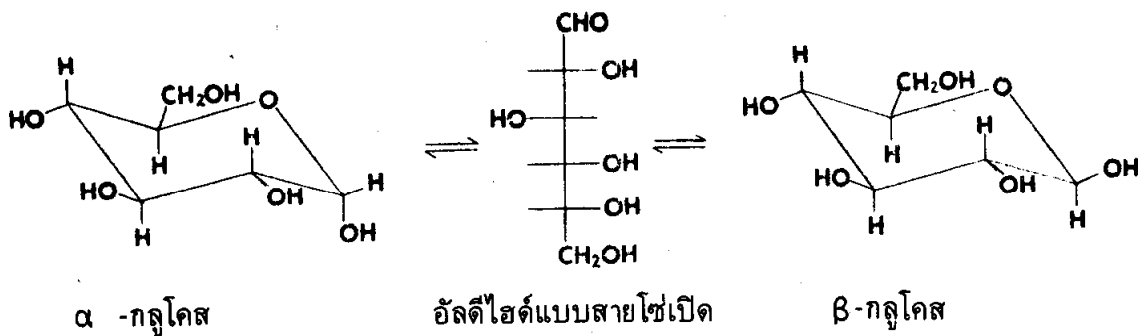
นอกจากนี้ยังสามารถหาการหมุนต่อโมล (molar rotation) โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$[\phi]_{\lambda}^T = \frac{[\alpha]_{\lambda}^T M}{100} \dots \dots \dots (2.4)$$

เมื่อ $[\phi]_{\lambda}^T$ คือ การหมุนต่อโมล ในหน่วยองศา (เซนติเมตร)² ต่อโมล
 M คือ น้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบออปติคัลแอคทีฟ

มิวตาโรเตชัน (Mutarotation)

มิวตาโรเตชันจัดเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ (reversible reaction) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือหมู่ของอะตอมในโครงสร้างของสารออปติคัลแอคทีฟ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะทำให้มุมของการหมุนเปลี่ยนไปตามอัตราเร็วของปฏิกิริยาอันหนึ่งพิจารณามิวตาโรเตชันของกลูโคส เมื่อมี H⁺ หรือ OH⁻ เป็นตัวเร่ง จะได้ปฏิกิริยาดังนี้



จากปฏิกิริยาจะพบว่าในสารละลายกลูโคสมีการเปลี่ยนแปลงแบบของโครงสร้างระหว่างแบบแอลฟา (α -form) กับแบบเบตา (β -form) โดยผ่านอัลดีไฮด์แบบสายโซ่เปิด (open-chain aldehyde) เมื่อทดลองที่ 25^oC. จะได้ค่าการหมุนจำเพาะของสารละลายกลูโคสในแบบแอลฟาเท่ากับ +113^o (น้ำเป็นตัวทำละลาย) และแบบเบตาเท่ากับ +19^o (น้ำเป็นตัวทำละลาย) ที่สมดุลสารละลายกลูโคสจะประกอบด้วยแอลฟา เบตาและอัลดีไฮด์แบบสายโซ่เปิด (มีอยู่น้อยมาก สามารถตัดทิ้งได้) ณ จุดนี้ค่ามุมของการหมุนจะมีค่าคงที่และได้ค่าการหมุนจำเพาะเท่ากับ +52^o ซึ่งสามารถหาส่วนประกอบของสารละลายกลูโคสในแต่ละแบบได้ที่ 25^oC. โดยอาศัยสูตรดังนี้

$$x[\alpha]_{\alpha} + (1-x)[\alpha]_{\beta} = [\alpha]_e \dots \dots \dots (2.5)$$

เมื่อ $[\alpha]_{\alpha}$ คือ การหมุนจำเพาะของกลูโคสแบบแอลฟามีค่าเท่ากับ +113^o

การทดลองที่ 2

$[\alpha]_{\beta}$ คือ การหมุนจำเพาะของกลูโคสแบบเบตามีค่าเท่ากับ $+19^{\circ}$

$[\alpha]_e$ คือ การหมุนจำเพาะของกลูโคสในสภาวะสมดุลมีค่าเท่ากับ $+52^{\circ}$

x คือ เศษส่วนโมลของกลูโคสแบบแอลฟาที่สมดุล

$1-x$ คือ เศษส่วนโมลของกลูโคสแบบเบตาที่สมดุล

แทนค่าของเทอมต่าง ๆ ในสมการ (2.5) จะได้

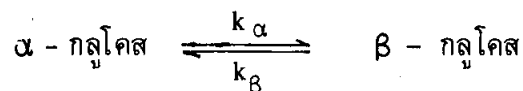
$$x[+113^{\circ}] + (1-x)[+19^{\circ}] = +52^{\circ}$$

$$\therefore x = 0.35$$

$$\text{ดังนั้น } 1-x = 0.65$$

จากการคำนวณทำให้ทราบว่าส่วนผสมสมดุลจะประกอบด้วย 35 เปอร์เซ็นต์ของ α -กลูโคส และ 65 เปอร์เซ็นต์ของ β -กลูโคส ในสารละลายกลูโคส

สำหรับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยามิวตาโรเตชันของกลูโคส เราสามารถหาจากการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาต่อไปนี้



ที่สมดุล สารละลายกลูโคสจะประกอบด้วย α -กลูโคสและ β -กลูโคสที่มีเศษส่วนโมลเท่ากับ x และ $1-x$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาไปข้างหน้า (forward rate) จะเท่ากับอัตราเร็วของปฏิกิริยาย้อนกลับ (backward rate) ซึ่งเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$k_{\alpha}(x) = k_{\beta}(1-x) \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\frac{k_{\alpha}}{k_{\beta}} = \frac{(1-x)}{x} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{เนื่องจาก } K = \frac{k_{\alpha}}{k_{\beta}} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

เมื่อ K คือ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
 k_{α} คือ ค่าคงที่ของอัตราเร็วของปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 k_{β} คือ ค่าคงที่ของอัตราเร็วของปฏิกิริยาย้อนกลับ

ดังนั้น เมื่อแทนค่าส่วนผสมสมดุลของปฏิกิริยาลงในสมการ (2.8) จะได้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยามิวตาโรเตชันของกลูโคสที่อุณหภูมิ 25°C . ดังนี้

$$K = \frac{(1-x)}{x} = \frac{0.65}{0.35}$$

$$\therefore \text{ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา} = 1.86$$

การทดลองที่ 2

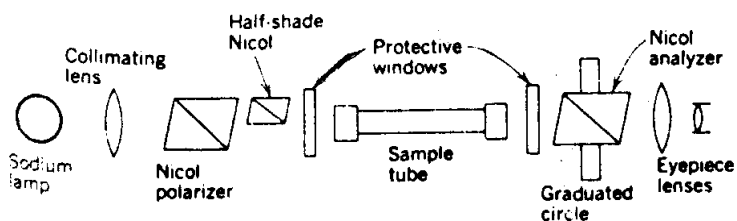
ตารางที่ 2.1 การหมุนจำเพาะของสารละลายที่อุณหภูมิ 20°ซ.

Active substance	Solvent	$[\alpha]_D^{20}$
Camphor	Alcohol	+43.8
Calciferol (vitamin D ₂)	Chloroform	+52.0
Calciferol (vitamin D ₂)	Acetone	+82.6
Cholesterol	Chloroform	- 39.5
Quinine sulfate	0.5 F HCl	-220
l-Tartaric acid	Water	+14.1
Sodium potassium tartrate (Rochelle salt)	Water	+29.8
Sucrose	Water	+66.5
β - d - Glucose	Water	+52.7
β -d-Fructose	Water	-92.4
&Lactose	Water	+55.4
@Maltose	Water	+130.4

โพลาริมิเตอร์ (Polarimeter)

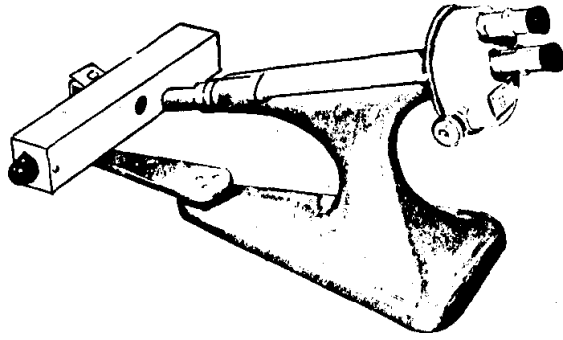
โพลาริมิเตอร์มีส่วนประกอบพื้นฐานดังนี้

1. แหล่งแสง (light source)
2. โพลาริเซอร์ (polarizer)
3. อนาไลเซอร์ (analyzer)
4. แผ่นหน้าปัดที่แสดงมุมของการหมุน (graduated circle)
5. หลอดบรรจุสาร (sample tube)



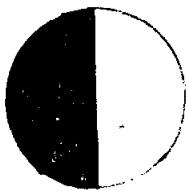
รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของโพลาริมิเตอร์

การทดลองที่ 2

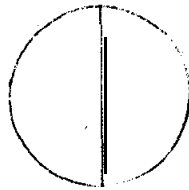


รูปที่ 2.6 เครื่องโพลาไรมิเตอร์

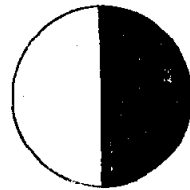
แหล่งแสงที่นิยมใช้กันมากในโพลาไรมิเตอร์ คือ หลอดไอโซเดียม (sodium vapor lamp) จะให้คลื่นแสง D-line ซึ่งมีความยาวคลื่นเท่ากับ 589.3 นาโนเมตร (nm) สำหรับงานที่ต้องการความถูกต้องมากขึ้นให้ใช้หลอดไอปรอท (mercury vapor lamp) จะให้เส้นสีเขียวที่ 5,461 อังสตรอม (Å) หรือ 546.1 นาโนเมตร เมื่อผ่านลำแสงอันโพลาไรซ์จากแหล่งแสงเข้าสู่โพลาไรเซอร์หรือนิโคลปริซึม (nicol prism) ซึ่งทำจากแคลไซต์ปริซึม (calcite prism) 2 อันประกบกันด้วยคานาดาแบลแซม (canada balsam) แสงที่ผ่านออกมาจากโพลาไรเซอร์จะเป็นแสงโพลาไรซ์ (แสงระนาบเดียว) และลำแสงจะถูกตัดครึ่งหนึ่งด้วยนิโคลตัดเงา (half-shade nicol) แสงโพลาไรซ์ที่เหลือจะผ่านเข้าสู่สารละลายตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในหลอดบรรจุสารที่ทราบความยาว แสงที่ผ่านออกมาในช่วงนี้ระนาบของแสงจะถูกหมุนไปจากตอนต้น ซึ่งสามารถวัดมุมของการหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ได้โดยการหมุนแกนที่ติดอยู่กับแผ่นหน้าปัทม์(อ่านมุม) จนกระทั่งแสงมีความเข้มเท่ากัน โดยใช้ไนน์ตาเป็นเครื่องวัด ตำแหน่งนี้จะอยู่ระหว่างการเปลี่ยนจากมืด-สว่าง กับ สว่าง-มืด โดยการหมุนแกนเพียงเล็กน้อยไปทางซ้ายมือและขวามือตามลำดับ ดังรูป (2.7)



หมุนแกนไปทางซ้ายมือจากตำแหน่งที่มีความเข้มของแสงเท่ากัน



ตำแหน่งที่แสงมีความเข้มเท่ากันทั้งสองด้าน



หมุนแกนไปทางขวามือจากตำแหน่งที่มีความเข้มของแสงเท่ากัน

รูปที่ 2.7 แสดงการหมุนของแผ่นหน้าปัทม์อ่านมุม

เพื่อหาตำแหน่งมุมของการหมุน

การทดลองที่ 2

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์หลัก

2.1 โพลาริมิเตอร์	1 ชุด
2.2 ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลบ.ซม	4 ใบ
2.3 บีเกอร์ขนาด 50 ลบ.ซม	4 ใบ
2.4 ซ้อนดักสาร	1 อัน
2.5 ขวดน้ำกลั่น	1 ขวด
2.6 แท่งแก้วคน	1 อัน
2.7 เทอร์โมมิเตอร์	1 อัน

สารเคมี ชูโครส, กลูโคส, แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์, น้ำกลั่น

วิธีทดลอง

2.1 จัดหลอดโซเดียมให้ห่างจากโพลาริมิเตอร์ 1-2 เซนติเมตร พร้อมทั้งเปิดแสงในเครื่องโพลาริมิเตอร์

2.2 การตรวจขีดศูนย์ (checking the zero) ทำได้โดยการเติมน้ำกลั่นลงในหลอดบรรจุสารให้เต็มไม่มีฟองอากาศ แล้วหมุนแกนที่ติดกับแผ่นหน้าปัทม์จนได้ภาพที่มีความเข้มชั้นของแสงเท่ากัน ให้วัด 10 ครั้งแล้วเลือกค่ามุมที่ใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน 3 ค่า บันทึกเป็นข้อมูลจากการทดลอง เพื่อนำมาเฉลี่ย

ตอน ก. ศึกษาผลของความเข้มข้นของชูโครสในน้ำที่มีต่อมุมของการหมุน

2.3 ชั่งชูโครสประมาณ 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด แล้วนำมาละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตร จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดมุมของการหมุน เช่นเดียวกับข้อ (2.2)

2.4 เพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย โดยใช้ชูโครสประมาณ 2 กรัม และ 3 กรัม มาละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 ลบ.ซม. แล้วนำสารละลายชูโครสทั้งสองมาวัดมุมของการหมุน เช่นข้อ (2.2)

ตอน ข. ศึกษาวิตาริเตอร์ของกลูโคส

2.5 ชั่งกลูโคสประมาณ 4 กรัม มาละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 ลบ.ซม นำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดมุมของการหมุนดังต่อไปนี้

ทันทีที่เตรียมสารละลายเสร็จ

ทิ้งสารละลายไว้ 3 นาที

เติม 1-3 หยดแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์โดยไม่เขย่า

การทดลองที่ 2

เขย่าสารละลายแล้วทิ้งไว้ 15 นาที

2.6 บันทึกค่าความยาวของหลอดบรรจุสารและอุณหภูมิของสารละลาย พร้อมทั้งอ่านอุณหภูมิและความดันห้อง

หมายเหตุ

1. การรายงานค่ามุมของการหมุนให้ระบุเครื่องหมายด้วยว่าเป็น + หรือ -
2. เมื่อเปลี่ยนสารละลาย ให้รินสีหลอดบรรจุสารด้วยสารละลายที่จะวัดก่อนเสมอ

การวิเคราะห์ผล

ตอน ก. กำหนดการหมุนจำเพาะของซูโครสและกลูโคส

การหมุนจำเพาะของสารสามารถคำนวณจากสมการ (2.2) คือ

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{100 \alpha}{lc}$$

เมื่อ α คือมุมของการหมุนของสาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ α สารละลาย - α น้ำ

ตอน ข. กำหนดเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมที่สมดุลและค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยามิวตาโรเตชันของกลูโคส

2.1 เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมที่สมดุลของปฏิกิริยามิวตาโรเตชัน สามารถคำนวณจากสมการ (2.5) คือ

$$\begin{aligned} x [\alpha]_{\alpha} + (1-x) [\alpha]_{\beta} &= [\alpha]_e \\ \text{กำหนดให้} \quad [\alpha]_{\alpha} &= +113^{\circ} \\ [\alpha]_{\beta} &= +19^{\circ} \end{aligned}$$

ส่วน $[\alpha]_e$ สามารถคำนวณได้จากตอน (ข) ในช่วงที่ปฏิกิริยามิวตาโรเตชันอยู่ในสภาวะสมดุล

เมื่อแทนค่า $[\alpha]_{\alpha}$, $[\alpha]_{\beta}$ และ $[\alpha]_e$ ลงในสมการ (2.5) จะได้ค่า x และ $(1-x)$ ถ้าคูณค่าทั้งสองด้วย 100 จะได้เปอร์เซ็นต์ของ α - กลูโคสและ β -กลูโคสตามลำดับ

2.2 ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยามิวตาโรเตชัน คำนวณได้จากสมการ (2.7) และ (2.8) คือ

$$\begin{aligned} K &= \frac{k_{\alpha}}{k_{\beta}} \\ &= \frac{1-x}{x} \end{aligned}$$

การทดลองที่ 2

คำถาม

- 2.1 จงบอกความแตกต่างระหว่างแสงอินฟราเรดกับแสงโพลาไรซ์
- 2.2 มุมของการหมุนจะขึ้นอยู่กับตัวแปรใดบ้าง
- 2.3 จงอธิบายค่าการหมุนจำเพาะของสารจะขึ้นกับอุณหภูมิหรือไม่

ใบรายการข้อมูลสำหรับการทดลองที่ 2
เรื่อง โพลาริเมตรี

ชื่อนักศึกษา 1. รหัสประจำตัว.....
 2. รหัสประจำตัว.....
 3. รหัสประจำตัว.....
 กร๊ฟ..... ตอนที่.....
 วันที่ทำการทดลอง.....
 อุณหภูมิห้อง..... องศาเซลเซียส ความดันห้อง..... นิ้วปรอท

ตอน ก. ศึกษาผลของความเข้มข้นของซูโครสในน้ำที่มีผลต่อมุมของการหมุน

ครั้งที่	น้ำหนักซูโครส (กรัม)	สารในหลอดทดลอง	มุมของการหมุน (องศา)				ค่าการหมุนจำเพาะ
			1	2	3	ค่าเฉลี่ย	
1	—	น้ำกลั่น					
2		ซูโครสในน้ำ (1)					
3		ซูโครสในน้ำ (2)					
4		ซูโครสในน้ำ (3)					

ตอน ข. ศึกษาวิวัฒนาการของกลูโคส

น้ำหนักของกลูโคส.....กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 ลบ.ซม

ขั้นตอนของการวัดมุม	มุมของการหมุน (องศา)
ทันทีที่เตรียมสารละลายเสร็จ	
ทิ้งสารละลายไว้ 3 นาที	
เติม 1-3 หยด NH_4OH ไม่เขย่า	
เขย่าสารละลายแล้วทิ้งไว้ 15 นาที	

ใบรายการข้อมูลสำหรับการทดลองที่ 2
เรื่อง โพลาริเมตรี

ชื่อนักศึกษา รหัสประจำตัว

ชื่อผู้ร่วมงาน 1 รหัสประจำตัว.....

2 รหัสประจำตัว

กร๊ฟ..... ตอนที่

วันที่ทำการทดลอง.....

อุณหภูมิห้อง..... องศาเซลเซียส ความดันห้อง..... นิ้วปรอท

ตอน ก. ศึกษาผลของความเข้มข้นของซูโครสในน้ำที่มีผลต่อมุมของการหมุน

ครั้งที่	น้ำหนักซูโครส (กรัม)	สารในหลอดทดลอง	มุมของการหมุน (องศา)				ค่าการหมุนเฉพาะ
			1	2	3	ค่าเฉลี่ย	
1	—	น้ำกลั่น					
2		ซูโครสในน้ำ (1)					
3		ซูโครสในน้ำ (2)					
4		ซูโครสในน้ำ (3)					

ตอน ข. ศึกษาวิถีการเคลื่อนที่ของกลูโคส

น้ำหนักของกลูโคส.....กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 ลบ.ซม

ขั้นตอนของการวัดมุม	มุมของการหมุน (องศา)
ทันทีที่เตรียมสารละลายเสร็จ ทิ้งสารละลายไว้ 3 นาที เติม 1-3 หยด NH_4OH ไม่เขย่า เขย่าสารละลายแล้วทิ้งไว้ 15 นาที	