

บทที่ 3

การตรวจสอบดัชนีการหักเหแสง (Refractive index) ของผลิตภัณฑ์สารให้กลีโอส

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงวิธีการตรวจสอบค่าดัชนีการหักเหของแสงและหาค่าดัชนีหักเหแสงของผลิตภัณฑ์สารให้กลีโอส

การตรวจสอบดัชนีการหักเหแสง (Refractive index, RI)

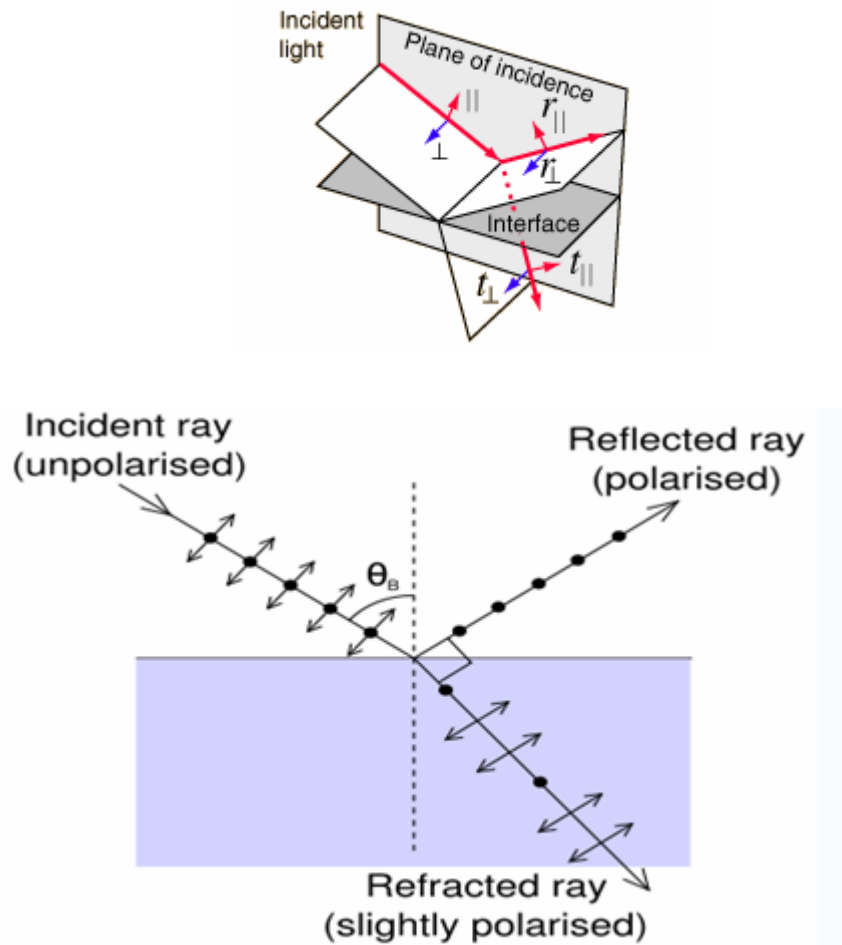
การตรวจสอบวิธีนี้เป็น การตรวจสอบดัชนีการหักเหของแสงเมื่อแสงตกกระทบบนผิวของตัวกลาง ซึ่งทำได้โดยใช้ Abbe Refractometer เครื่องมือชนิดนี้สามารถตรวจสอบดัชนีหักเหของแสงได้ในช่วง 1.3 – 1.7

ทฤษฎีการหักเหแสง

ภาพที่ 3.1 แสดงการหักเหและการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อของพื้นผิวของตัวกลาง 2 ชนิดโดยแสงที่สะท้อนและส่องผ่านสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ลำแสงที่ขนานกับ ระนาบของแสงตกกระทบบ (plane of incidence)
2. ลำแสงที่ตั้งฉากกับ ระนาบของแสงตกกระทบบ

ลำแสงทั้งที่ขนานและตั้งฉากกับระนาบของแสงตกกระทบบจะสะท้อนไม่เท่ากัน โดยขนาดของสัมประสิทธิ์ของการสะท้อน (magnitude of reflection coefficient) จะขึ้นกับมุมที่แสงตกกระทบบ (angle of incidence)



ภาพที่ 3.1 การหักเหและการสะท้อนของแสงที่บริเวณรอยต่อของพื้นผิวของตัวกลาง 2 ชนิด

ที่มา : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/phyopt/freseq.html>

Sir David Brewster นักฟิสิกส์ชาวสก๊อต ได้ค้นพบปรากฏการณ์ของการตกกระทบของแสงโดยพบว่าที่มุมตกกระทบค่าหนึ่งลำแสงที่ขนานกับระนาบของแสงตกกระทบจะไม่สะท้อนแต่จะส่งผ่าน (transmitted) ทั้งหมด มุมตกกระทบนี้จึงถูกเรียกว่า Brewster's angle

$$n = \frac{\sin(q_i)}{\sin(q_r)} = \frac{\sin(q_i)}{\sin(90-i)} = \tan q_i$$

n = refractive index ของตัวกลางที่แสง สะท้อน

qi = มุมที่แสงตกกระทบ

qr = มุมที่แสงเกิดการหักเห

Brewster's angle ของแสงเมื่อตกกระทบพื้นผิวของแก้ว (RI = 1.515) มีค่าเท่ากับ 56°

Brewster's angle ของแสงเมื่อตกกระทบน้ำ (RI = 1.333) มีค่าเท่ากับ 53°

Brewster's angle ของแสงเมื่อตกกระทบพื้นผิวของเพชร (RI = 2.417) มีค่าเท่ากับ 67.5°

ดังนั้น refractometer จึงใช้หลักการ critical angle method ในการตรวจสอบค่าดัชนีการหักเหแสงของตัวอย่าง

เนื่องจากสารให้กลีนิรจะประกอบด้วยส่วนผสมขององค์ประกอบหลายชนิด ค่าดัชนีการหักเหของแสงของสารให้กลีนิรจะมีความสัมพันธ์กับ ค่าดัชนีการหักเหของแสง และ สัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิด (individual component) วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการตรวจสอบที่รวดเร็วและมีความไว (sensitive) ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดระหว่างการผสมสูตร (compounding error) ในกระบวนการผลิตสารให้กลีนิรในระดับอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

Refractometer

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง Refractometer

1. Eyepiece

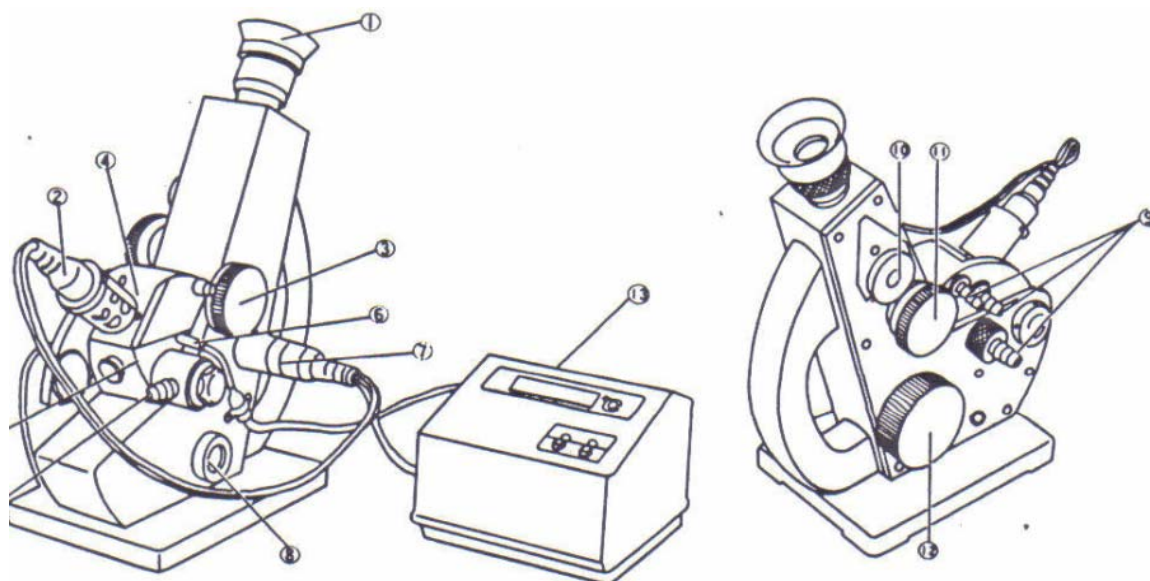
ใช้ดู refraction field และ scale ของค่าดัชนีการหักเหของแสง

2. Specimen illuminator assembly

เป็นส่วนที่ทำให้แสงเคลื่อนที่ผ่าน secondary prism และให้ความสว่างกับตัวอย่าง

3. Prism open-shut handles

ในกรณีที่หมุน handle ไปข้างหน้า prism จะถูกยกขึ้นประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้น secondary prism จะเปิด handles นี้จะเหมาะสำหรับใช้กับตัวอย่างที่มีความหนืดสูง



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของ Refractometer

4. Secondary prism

Prism นี้จะถูกเปิดออกเมื่อนำตัวอย่างใส่ที่บริเวณผิวของ main prism ซึ่ง secondary prism จะทำให้แสงผ่านตรงไปยังตัวอย่าง ระยะห่างระหว่าง main prism และ secondary prism ประมาณ 0.2 มิลลิเมตร

5. Main prism

Main prism จัดเป็นส่วนที่สำคัญพื้นฐานสำหรับการวัดค่าดัชนีหักเหของแสง การอ่านค่าดัชนีหักเหทำได้โดยการนำตัวอย่างใส่บนผิวด้านบนของ main prism

6. Thermistor head

Thermistor จะสอดอยู่บริเวณด้านข้างของ main prism ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของ main prism

7. Scale field of vision illuminator assembly

8. Dessicant case

ภายในบรรจุ cobalt chloride โดยจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงเมื่อดูดความชื้น

9. Temperature control water inlet-outlet nozzles

เป็นช่องที่ให้น้ำเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างใน prism ในกรณีที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการอ่านค่าดัชนีหักเหแสง

10. Scale adjustment screw

11. Color compensator knob

12. Measurement knob

13. Thermometer

ตัวอย่างสารให้กลิ่นรสที่ใช้ในการทดสอบหาค่าดัชนีการหักเหแสง

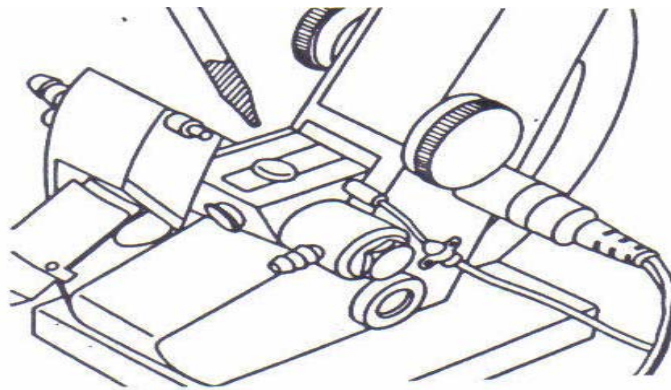
1. rosemary extract (alc 25%)
2. almond extract (alc 36%)
3. pure lemon extract (alc 83%)
4. imitate cherry extract (alc 24%)
5. pure mint extract (alc 89%)
6. pure vanilla extract (alc 35%)
7. cinnamon extract (alc 51%)
8. pure orange extract (alc 79%)

9. Imitate strawberry extract (alc 30%)
(extractive of strawberry and other natural flavor)

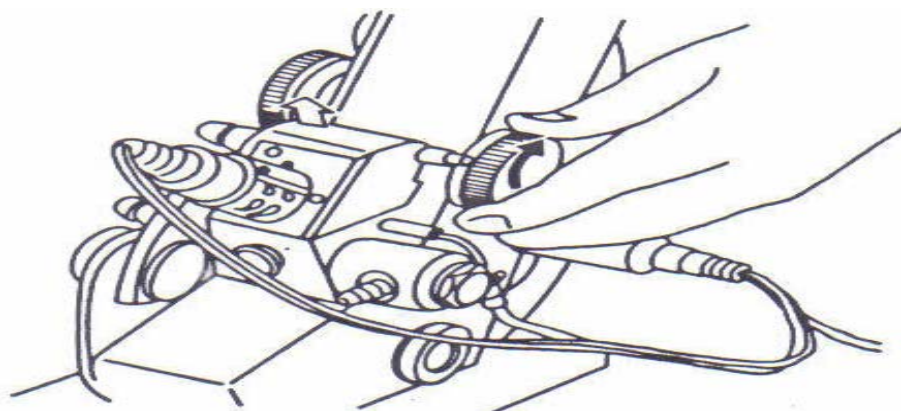
วิธีการวัดค่าดัชนีหักเหแสง

1. Calibrate เครื่อง refractometer โดยใช้ น้ำกลั่น

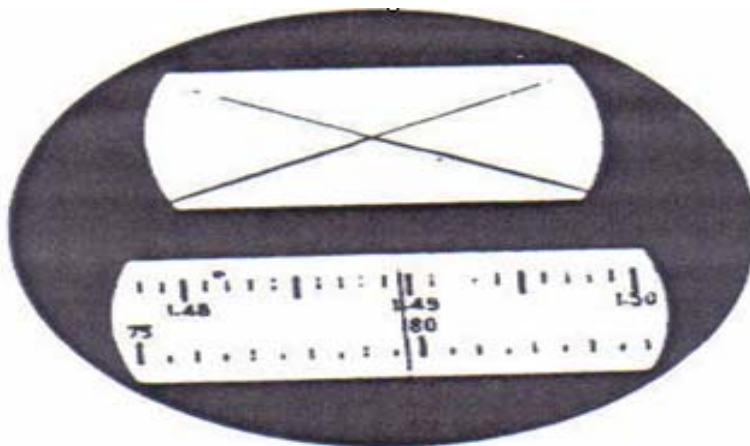
- เปิด secondary prism และหยดน้ำกลั่น 2-3 หยดที่บริเวณตรงกลางของผิวด้านบนของ main prism ค่อยๆปิด secondary prism



- หมุน lock เพื่อให้ prism แนบสนิทหน้าจะแผ่กระจายเป็นฟิล์มบางๆอยู่ระหว่าง main prism และ secondary prism



- มองผ่าน eyepiece จากนั้นหมุน measurement knob อย่างช้าๆจนกระทั่งมองเห็น boundary line ปรากฏใน refraction field
- ปรับ fine measurement scale knob ให้ได้ค่า RI = 1.333
- สเกลด้านบนจะแสดง refractive index (n) ในขณะที่ด้านล่างจะแสดง Brix scale



3. วิธีหาค่าดัชนีหักเหของแสงของตัวอย่างสารให้กลีทรส

- เปิด secondary prism และหยดตัวอย่าง 2-3 หยดที่บริเวณตรงกลางของผิวด้านบนของ main prism ค่อยๆปิด secondary prism ซึ่งจะทำให้ตัวอย่างแผ่กระจายเป็นฟิล์มบางๆอยู่ระหว่าง main prism และ secondary prism
- หมุน lock เพื่อให้ prism แนบสนิทตัวอย่างจะแผ่กระจายเป็นฟิล์มบางๆอยู่ระหว่าง main prism และ secondary prism
- มองผ่าน eyepiece จากนั้นหมุน measurement knob อย่างช้าๆจนกระทั่งมองเห็น boundary line ปรากฏใน refraction field
- ปรับ fine measurement scale knob ให้ boundary line คมชัดอ่านค่า refractive index ของตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง °Brix และ Refractive index

การรายงานผลการทดลอง

1. ให้นักศึกษาอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใด ค่า refractive index จึงสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดระหว่างการผสมสูตรของสารให้กลิ่นรสได้
2. ถ้าตัวอย่างสารให้กลิ่นรสที่นำมาทดสอบเตรียมจากสารสกัดจากน้ำมันส้มที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากันเช่น 1x, 5x, 10x นักศึกษาคิดว่า ค่า refractive index ที่ได้จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. นักศึกษาคิดว่าตัวทำละลายที่เป็นส่วนผสมในสูตรสารให้กลิ่นรสจะมีผลต่อค่าดัชนีการหักเหแสงของตัวอย่างหรือไม่เพราะเหตุใด

