



# การหาค่าดัชนีหักเหของแก้วปริซึมด้วยสมการคอซี โดยใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ เอกชัย อัจชะ\*, วิโรจน์ จันทรจิตวิริยะ, ศุภชัย ทวี, ชัยวัฒน์ ยิ้มช่าง และฉัตรวิยะ ศิริสัมพันธ์วงศ์

## The determination of refractive index with Cauchy's equation by using spectrometer

Ekkachai Achcha\*, Virote Janjitviriya, Supachai Tawee,  
Chaiwat Yimchang and Chattariya Sirisamphanwong

สาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 60000

Program Physics and Genneral of Science, Department of Science, Faculty of Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat  
University, Nakhon Sawan, Thailand 60000

\*Corresponding author. E-mail : ekpupoil@gmail.com

### บทคัดย่อ

จุดประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษาค่าดัชนีหักเหของแก้วปริซึมด้วยสมการคอซีโดยใช้สเปกโตรมิเตอร์ เป็นการศึกษาเครื่องมือสเปกโตรมิเตอร์ การใช้งานด้านอุปกรณ์การอ่านสเกลหลัก สเกลเวอร์เนียร์ และด้านทฤษฎีของสมการคอซี แหล่งกำเนิดแสงเป็นไอปรอทผ่านกล่องรวมแสงเป็นลำแสงขนานไปที่ยอดของปริซึม วัดแสงที่สะท้อนออกจากปริซึมทั้งสองด้านมุมสะท้อนซ้าย ขวาเพื่อหามุมยอดของปริซึมหาค่าดัชนีหักเหของแก้วปริซึมจากรังสีที่ตกกระทบปริซึม และเกิดการหักเหภายในปริซึม หักเหออกที่ด้านตรงข้าม เรียกว่ามุมเบี่ยงเบน ผลการทดลองพบมุมยอดปริซึมเป็น 60.1924 องศา ของแสงสีเหลือง และสีม่วง เมื่อมุมตกกระทบมีค่า 60 องศา พบค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยสุดของเส้นสเปกตรัมสีเหลือง 48.2500 องศา และเส้นสเปกตรัมสีม่วง 51.5833 องศา ตามลำดับ ค่าดัชนีหักเหของเส้นสเปกตรัมสีเหลือง 1.6179 และเส้นสเปกตรัมสีม่วง 1.6511 และมีค่าพารามิเตอร์ของคอซี A เท่ากับ 1.5858 และ B เท่ากับ  $10703 \times 10^{-18}$  เมตร<sup>2</sup>

คำสำคัญ: ดัชนีหักเห การกระจายแสงของปริซึม สเปกโตรมิเตอร์ สมการของคอซี

### Abstract

In this work, the determination of refractive index with Cauchy's equation by using spectrometer. A mercury light source to be examined is parallel by a collimator passes through a glass prism. Determination of the angle of prism A of the value 60.1924°. The prism emitted light to determine angle of deviation for two spectral lines of mercury source. A rotation of prism until the lines reverses direction and measure angle to yellow line for each incidence angle. From the violet line of repeat the same of yellow line. Determine angle of minimum deviation, plot of  $i - D_m$  curve for calculate refractive index. The values are angles of minimum deviations 48.2500° of yellow line and 51.5833° of violet line at incidence angle 60°. Then put the values refractive index and various wavelengths which solve for A and B with Cauchy's equation. The values are 1.5858 and  $10703 \times 10^{-18} \text{ m}^2$ . For plot a graph of refractive index versus wavelengths or  $\lambda - n$  curves.

**Keywords** : Refractive of index, Dispersive Prism, Spectrometer, Cauchy's equation



## บทนำ

แสงมีแหล่งกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาสเปกตรัม (spectrum) ของวัสดุโปร่งแสงหลายชนิดที่อยู่ในโลก เมื่อแสงอาทิตย์ผ่านแก้วปริซึมแสงขาวทำมุมตกกระทบบนปริซึมและหักเหภายในปริซึม แยกเป็นรังสีของสีต่างๆ ในการกระจายแสงในช่วงที่ตามองเห็นเรียกว่าสเปกตรัม เป็นการศึกษาการกระจายแสงวัดมุมยอดและมุมเบี่ยงเบนของปริซึมในช่วงแสงที่ตามองเห็นและใช้ในการหาค่าดัชนีการหักเหของแก้วปริซึม (refractive index of prism) นิวตันเป็นบุคคลแรกที่พบการกระจายแสงขาวในปี ค.ศ.1665 นำแสงอาทิตย์ผ่านแก้วปริซึมแสงขาวทำมุมตกกระทบบนปริซึมและหักเหภายในปริซึม แยกเป็นรังสีของสีต่างๆ ในช่วงที่ตามองเห็นเรียกว่าสเปกตรัม โดยฟรานซิสแบคคอนไดคชันขึ้นในปี ค.ศ. 1814 เป็นเครื่องมือที่สร้างจากกล้องทอเลสโคปในการสังเกต เมื่อแสงผ่านช่องเปิดไปที่ปริซึมสเปกโทรมิเตอร์ (Roger S. Estey, 1938) ในปัจจุบันได้มีการศึกษาระดับพลังงานแสงเมื่อแหล่งเป็นแก๊สและธาตุโลหะ ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ของอะตอมโดยใช้ปริซึมสเปกโทรมิเตอร์ เพื่อศึกษาอะตอมเมื่ออยู่ในสถานะกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเช่นหลอดบรรจุก๊าซ วัดค่าไฟตอนที่กระจายแสงออกมาเป็นเส้นสเปกตรัม การวิเคราะห์ดัชนีหักเหของแก้วโดยใช้เครื่องมือสเปกโทรมิเตอร์เป็นงานศึกษาด้านทัศนศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ จึงเป็นการศึกษาเครื่องมือสเปกโทรมิเตอร์ การใช้งานด้านอุปกรณ์การอ่านสเกลหลัก สเกลเวอร์เนียร์ และด้านทฤษฎีของสมการคอสี่ จึงเป็นพื้นฐานของเครื่องมือวัดสเปกโตรสโคป อิลิปโซเมตรี นำมาวัดค่าการกระจายแสงของของเหลว เพื่อศึกษาสมบัติการหักเหของแสงช่วง 190-2500 นาโนเมตร โดยหาดัชนีการหักเหด้วยสมการคอสี่ (Anna Samoc, 2003)

จุดประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษาค่าดัชนีหักเหของแก้วปริซึมด้วยสมการคอสี่โดยใช้สเปกโทรมิเตอร์ แหล่งกำเนิดแสงเป็นไอปรอทความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมา เส้นสเปกตรัมในช่วงที่ตามองเห็น แสงตกกระทบทำมุมที่ผิวด้านหน้าหาค่ามุมยอดและมุมเบี่ยงเบนของปริซึม ช่วงความยาวคลื่นต่างๆ โดยหาดัชนีการหักเหด้วยสมการคอสี่

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### การคำนวณยอดของปริซึม

เตรียมการทดลองโดยมีหลอดบรรจุก๊าซปรอทพร้อมแหล่งจ่ายไฟ เครื่องสเปกโทรมิเตอร์ แวนขยายกำลังขยาย 3 เท่า และแก้วปริซึม จัดอุปกรณ์โดยวางปริซึมบนแท่นหมุนและเปิดแหล่งจ่ายไฟ อ่านค่าสเกลหลักมีค่าความละเอียดของเครื่องมือวัด 20 ลิปดา สเกลเวอร์เนียร์ ค่าความละเอียดของเครื่องมือวัด 30 ฟลิปดา เท่ากับ 0.5 ลิปดา หรือ 0.0083 องศา วางตำแหน่งแสงจากแหล่งกำเนิดกล้องรวมแสง (Collimator Lens) ให้ตรงกับตำแหน่งของกล้องทอเลสโคป ปรับช่องจนเห็นแสงเป็นเส้นเล็ก ๆ ชัดเจนวางปริซึมบนจานโดยให้แสงจากกล้องรวมแสง ตกลงบนยอดปริซึมพอดีมองแสงผ่านกล้องทอเลสโคป จากแนวแสงปรับระยะต่างๆ จนเห็นลำแสงหักเหชัดเจน อ่านสเกล  $V_1$  และ  $V_2$  บันทึกค่ามุมบนตำแหน่งของสเปกโทรมิเตอร์ หมุนกล้องทอเลสโคปจนพบแนวของแสงหักเห อ่านสเกล  $V_1$  และ  $V_2$  บันทึกค่ามุมบนตำแหน่งสเปกโทรมิเตอร์ นำค่าที่บันทึกได้ มาหา ผลต่างของมุม  $\theta_1 - \theta_2 = \alpha$  จะได้มุมยอดของปริซึมดังนี้

$$A = \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

### การหาค่ามุมตกกระทบของมุมเบี่ยงเบนของแต่ละความยาวคลื่น

หมุนเบ้าสเกลของกล้องทอเลสโคป โดยบิดให้ลำแสงอยู่ในแนว 180 องศาพอดี อ่านสเกล  $V_1$  332°20' และ  $V_2$  152°20' บันทึกค่าวางปริซึมบนจานโดยให้แสงจากกล้องรวมแสงตกลงบนยอดปริซึมพอดี โดยให้ฐานปริซึมอยู่ด้านขวามือ อ่านสเกล  $V_1 + 90$  องศา และอ่านสเกล  $V_2 + 90$  องศา วัดมุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีค่าเป็น 90 องศา จะได้มุมตกกระทบมีค่าเป็น 45 องศา จนมองเห็นลำแสงสะท้อนอ่านค่ามุมเบี่ยงเบน (D) ของแต่ละความยาวคลื่น สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์มุมเบี่ยงเบนกับความยาวคลื่น คำนวณหาดัชนีการหักเหของปริซึมด้วยมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดของเส้นสเปกตรัมสีเหลืองและสีม่วงด้วยสมการที่ (F. Pedrotti, L. Pedrotti, 1993)



$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(A + D_m)}{\sin \frac{A}{2}} \quad (2)$$

การหาค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดและดัชนีหักเหของแต่ละความยาวคลื่น

การสั่นของอิเล็กตรอนแต่ละโมเลกุลมีการสั่น  $f_i$  ทางกลศาสตร์ควอนตัม  $f_i$  เป็นความน่าจะเป็นของแต่ละความถี่ในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน โดย  $\sum f_i = 1$  ในแต่ละอิเล็กตรอน โดย  $\omega_j$  เมื่อ  $j = 1, 2, 3, \dots$

พิจารณา  $\omega_0$  เป็น resonance frequency โดย  $N$  เป็นประจุ ( $q_e$ ) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และ  $m_e$  เป็นมวลของอิเล็กตรอน จะได้ดัชนีหักเหดังนี้ (Eugene Hecht, 2002)

$$n^2(\omega) = 1 + \frac{Nq_e^2}{m_e \epsilon_0} \sum_j \left( \frac{f_i}{(\omega_{0j}^2 - \omega^2)} \right) \quad (3)$$

$$n = \left( 1 + \frac{Nq_e^2}{m_e \epsilon_0} \sum_j \left( \frac{f_i}{(\omega_{0j}^2 - \omega^2)} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

ในสมการที่(4) การกระจายไบโนมัยลเมื่อ  $j=1$  แคสองเทอมจะได้

$$n = \left( 1 + \frac{1}{2} (1^{\frac{1}{2}-1}) \left( \frac{Nq_e^2}{m_e \epsilon_0} \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)} \right) + \frac{\left( \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} - 1 \right) \right)}{2} (1^{\frac{1}{2}-2}) \left( \frac{Nq_e^2}{m_e \epsilon_0} \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)} \right)^2 + \dots \right) \quad (5)$$

$$n = 1 + \frac{Nq_e^2}{2m_e \epsilon_0 \omega_0^2} \left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^{-1} - \frac{Nq_e^2}{8m_e \epsilon_0 \omega_0^2} \left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^{-2} + \dots \quad (6)$$

เมื่อกระจายไบโนมัยลแบบค่าลบแคเทอมของ  $\left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^{-1}$

$$\left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^{-1} = 1 + (-1)(1^{-1-1}) \left( -\frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) + (-1)(-1-1)(1^{-1-2}) \left( -\frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^2 + \dots \quad (7)$$

แทนในสมการ(6)ดังนี้

$$n = 1 + \frac{Nq_e^2}{2m_e \epsilon_0 \omega_0^2} + \frac{Nq_e^2}{2m_e \epsilon_0} \left( \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) + \frac{Nq_e^2}{4m_e \epsilon_0} \left( \frac{\omega^4}{\omega_0^4} \right) + \dots \quad (8)$$

เมื่อ  $\omega = \frac{2\pi c}{\lambda}$  และ  $\omega_0 = \frac{2\pi c}{\lambda_0}$

$$n = 1 + \frac{Nq_e^2 \lambda_0^2}{8m_e \epsilon_0 \pi^2 c^2} + \frac{Nq_e^2}{2m_e \epsilon_0} \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2} + \frac{Nq_e^2}{4m_e \epsilon_0} \frac{\lambda_0^4}{\lambda^4} + \dots \quad (9)$$



ให้  $A = 1 + \frac{Nq^2 \epsilon_0 \lambda_0^2}{8m_e \epsilon_0 \pi^2 c^2}$   $B = \frac{Nq^2 \epsilon_0 \lambda_0^2}{2m_e \epsilon_0}$  และ  $C = \frac{Nq^2 \epsilon_0 \lambda_0^4}{4m_e \epsilon_0}$  จะได้การหาดัชนีหักเหสำหรับการกระจายแสงปกติ ด้วยสมการของคอดี (Cauchy's equation)

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots \quad (10)$$

เมื่อ A และ B เป็นค่าคงที่ของการกระจายแสงของสารหนึ่ง ๆ หาได้จากดัชนีหักเหที่ความยาวคลื่นต่างกัน เมื่อหาค่าดัชนีหักเหจากมุมเบี่ยงน้อยที่สุดสองเทอม นำมาแก้สมการที่ (10) ได้ดังนี้

$$A = \frac{n_1 \lambda_1^2 - n_2 \lambda_2^2}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2} \quad (11)$$

และ

$$B = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \left( \frac{n_2 - n_1}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2} \right) \quad (12)$$

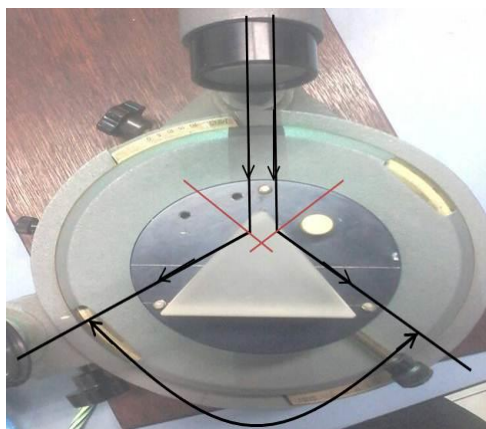
สร้างความสัมพันธ์ดัชนีหักเหและความยาวคลื่น (Roger S. Estey, 1938)

#### ผลการศึกษา

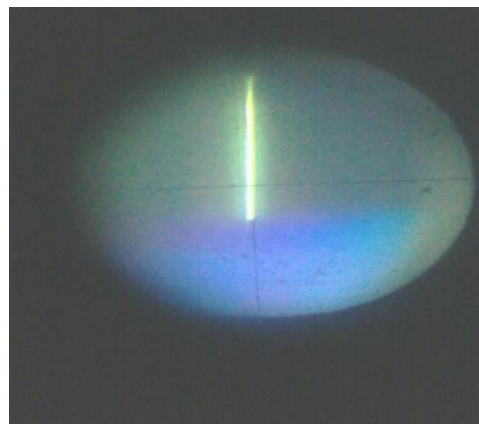
การวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาค่ามุมยอดของปริซึม ด้วยมุมสะท้อนจากด้านหน้าขวาและซ้ายของปริซึมบันทึกสเกล  $V_1$  และ  $V_2$  นำมาหาค่ามุมยอดของปริซึม ในการหาค่ามุมเบี่ยงเบนต้องกำหนดมุมตกกระทบ เมื่อได้ค่ามุมเบี่ยงเบนของแต่ละความยาวคลื่น นำมาคำนวณค่าดัชนีหักเหของแก้วปริซึม

#### การวิเคราะห์หาค่ามุมยอดของปริซึม

ปริซึมเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่าหามุมยอดของปริซึมโดยบันทึกสเกล  $V_1$  และ  $V_2$  เป็นมุมสะท้อนด้านหน้าปริซึมทั้งสองด้าน หมุนกล้องเทเลสโคปไปปรับแสงสะท้อนทั้งสองด้าน นำมุมสะท้อนด้านซ้ายลบด้วยมุมสะท้อนด้านขวาหารด้วยสอง จะได้มุมยอดของปริซึมมีค่า 60.1924 องศา ดังรูป 1 (ก)



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 (ก) การหามุมสะท้อน (ข) มุมสะท้อนเมื่อผ่านช่องเปิดแสง

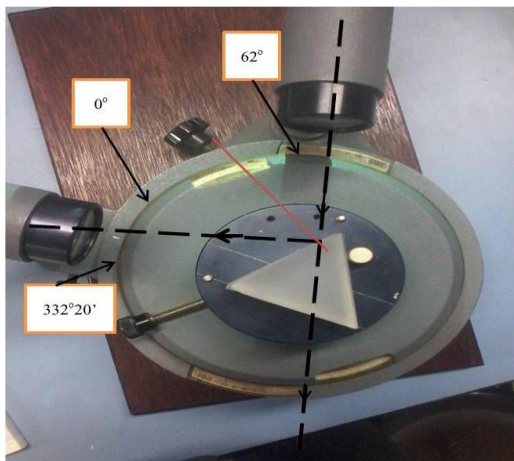


ตารางที่ 1 ค่ามุมยอดของปริซึม

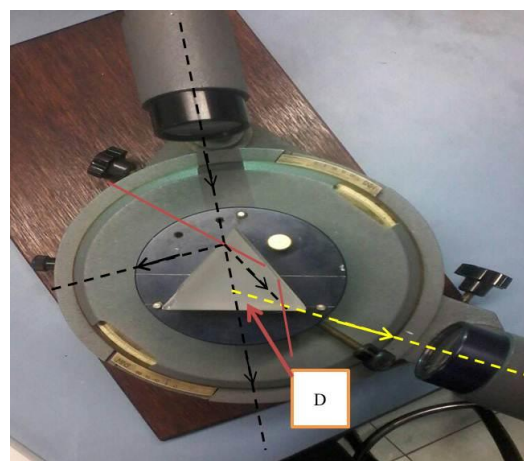
No	Vernier	Telescope Right			Telescope Left			2A	A	A <sub>av</sub>
		MSR	VSR	TR	MSR	VSR	TR			
1	V <sub>1</sub>	279°	19.5'	279.3250°	40°	0'	40.0000°	120.6750°	60.3375°	
	V <sub>2</sub>	99°	20'	99.3333°	220°	19.5'	220.3250°	120.9917°	60.4959°	
2	V <sub>1</sub>	280°	17'	280.2833°	39°20'	20'	40.6667°	120.3834°	60.1917°	60.1924°
	V <sub>2</sub>	99°20'	20'	99.6667°	219°	0'	219.0000°	119.3333°	59.6667°	
3	V <sub>1</sub>	279°	4'	279.0666°	39°	18.5'	39.3083°	120.2417°	60.1209°	
	V <sub>2</sub>	99°20'	4'	99.4000°	220°	5'	220.0833°	120.6833°	60.3417°	

การวิเคราะห์ค่ามุมตกกระทบของมุมเบี่ยงเบนของแต่ละความยาวคลื่น

การหาค่ามุมตกกระทบของมุมเบี่ยงเบนของแต่ละความยาวคลื่น สเกล V<sub>1</sub> อยู่ด้านบน และ V<sub>2</sub> อยู่ด้านล่าง เมื่อหมุนกล้องโทรทรรศน์กับตัวทำขนานแล้ว จะได้มุมทิสตรง (T) ของเทเลสโคป เมื่อต้องการให้มุมตกกระทบได้ 45 องศา ต้องบวกมุม T+ 90 องศา ได้สเกล V<sub>1</sub> และ V<sub>2</sub> ทำให้เทเลสโคปตั้งฉากกับตัวทำขนาน หมุนแท่นปริซึมให้เห็นแสงที่ผ่านมาจากสลิตมุมตกกระทบได้ 45 องศา พอดี ฉะนั้นมุม 40 องศา มาจาก T+ 95 องศา และมุม 55 องศา มาจาก T+ 85 องศา กำหนดให้มุมตกกระทบมีค่า 40-65 องศา มุมเบี่ยงเบนเกิดจากการหักเหที่ผิวของมุมตกกระทบ และหักเหออกอีกด้านของปริซึม ในการหักเหของแสงภายในตัวกลางแก้วนั้น เมื่อเลื่อนกล้องโทรทรรศน์ ไปรับแสงพบการกระจาย เส้นสเปกตรัมออกมาเป็นสีต่างๆ ขึ้นกับความยาวคลื่นของแสงนั้น และมุมเบี่ยงเบนของแต่ละสีจะให้ค่าที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2 แสดงการหามุมเบี่ยงเบน D



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก) แสดงการหามุมตกกระทบ (ข)แสดงการหามุมเบี่ยงเบน

ตารางที่ 2 ค่ามุมเบี่ยงเบนของมุมตกกระทบ 40-65 องศาแต่ละความยาวคลื่น

No	Vernier	40 (deg)			Direct	D°	D°
		Telescope					
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	278°	20'	278° 20'	332° 20'	53.9333	53.9667
	V <sub>2</sub>	98° 20'	4'	98° 20'	152° 20'	54.0000	
Violet	V <sub>1</sub>	270° 40'	16'	270° 56'	332° 20'	61.4000	61.3667

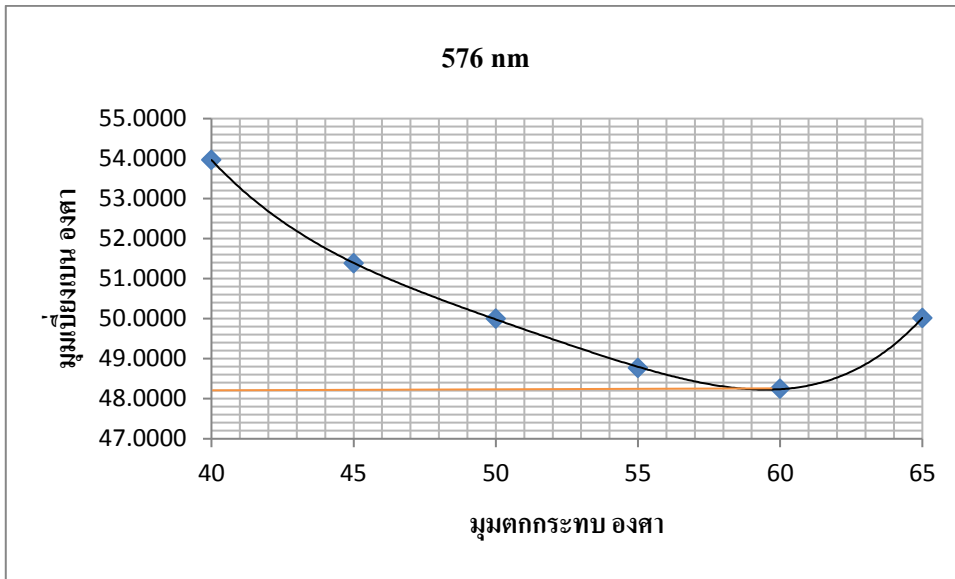


404	V <sub>2</sub>	91°	0'	91°	152° 20'	61.3333	
45 (deg)							
No	Vernier	Telescope			Direct	D°	D°
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	280° 40'	14'	280° 54'	332° 20'	51.4333	51.3833
576	V <sub>2</sub>	101°	0'	101°	152° 20'	51.3333	
Violet	V <sub>1</sub>	275° 40'	10'	275° 50'	332° 20'	56.5000	56.4283
404	V <sub>2</sub>	95° 40'	15'	95° 55'	152° 20'	56.3566	
50 (deg)							
No	Vernier	Telescope			Direct	D°	D°
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	282° 20'	0'	282° 20'	332° 20'	50.0000	50.0042
576	V <sub>2</sub>	102° 20'	12.5'	102° 32.5'	152° 20'	50.0083	
Violet	V <sub>1</sub>	278° 20'	0'	278° 20'	332° 20'	54.0000	53.9500
404	V <sub>2</sub>	98° 20'	6	98° 26'	152° 20'	53.9000	
55 (deg)							
No	Vernier	Telescope			Direct	D°	D°
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	283° 20'	14'	283° 34'	332° 20'	48.7666	48.7750
576	V <sub>2</sub>	103° 20'	13'	103° 33'	152° 20'	48.7833	
Violet	V <sub>1</sub>	279° 40	5'	279° 45'	332° 20'	52.5833	52.4583
404	V <sub>2</sub>	100°	0'	100°	152° 20'	52.3333	
60 (deg)							
No	Vernier	Telescope			Direct	D°	D°
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	284°	0'	284°	332° 20'	48.3333	48.2500
576	V <sub>2</sub>	104°	10'	104° 10'	152° 20'	48.1666	
Violet	V <sub>1</sub>	280° 40'	0'	280° 40'	332° 20'	51.6666	51.5833
404	V <sub>2</sub>	100° 40'	10'	100° 50'	152° 20'	51.5000	
65 (deg)							
No	Vernier	Telescope			Direct	D°	D°
		MSR	VSR	TR			
Yellow	V <sub>1</sub>	284°	7'	284° 7'	332° 20'	50.1333	50.0166
576	V <sub>2</sub>	104°	6'	104° 6'	152° 20'	49.8999	
Violet2	V <sub>1</sub>	281° 20'	7'	281° 27'	332° 20'	54.2999	54.2166
404	V <sub>2</sub>	101° 20'	2.5'	101° 22.5'	152° 20'	54.1333	



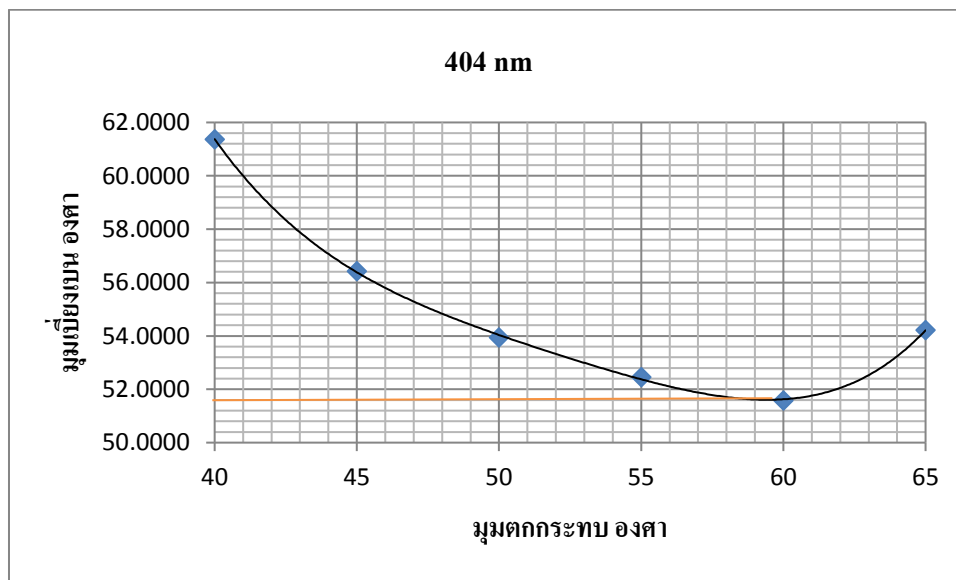
### การวิเคราะห์ค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดและดัชนีหักเหของแต่ละความยาวคลื่น

นำค่ามุมเบี่ยงเบนของแต่ละมุมตกกระทบมาหาค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุด ของแต่ละสีหรือแต่ละความยาวคลื่นดังนี้



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมเบี่ยงเบนของความยาวคลื่น 576 นาโนเมตร

จากแผนภูมิที่ 3 ระหว่างมุมตกกระทบกับมุมเบี่ยงเบนและหามุม  $D_m$  ของเส้นสเปกตรัมสีเหลือง มีค่า 48.2500 องศา ด้วยมุมตกกระทบที่ 60 องศา คำนวณหาค่าดัชนีการหักเหปริซึมมีค่า 1.6179



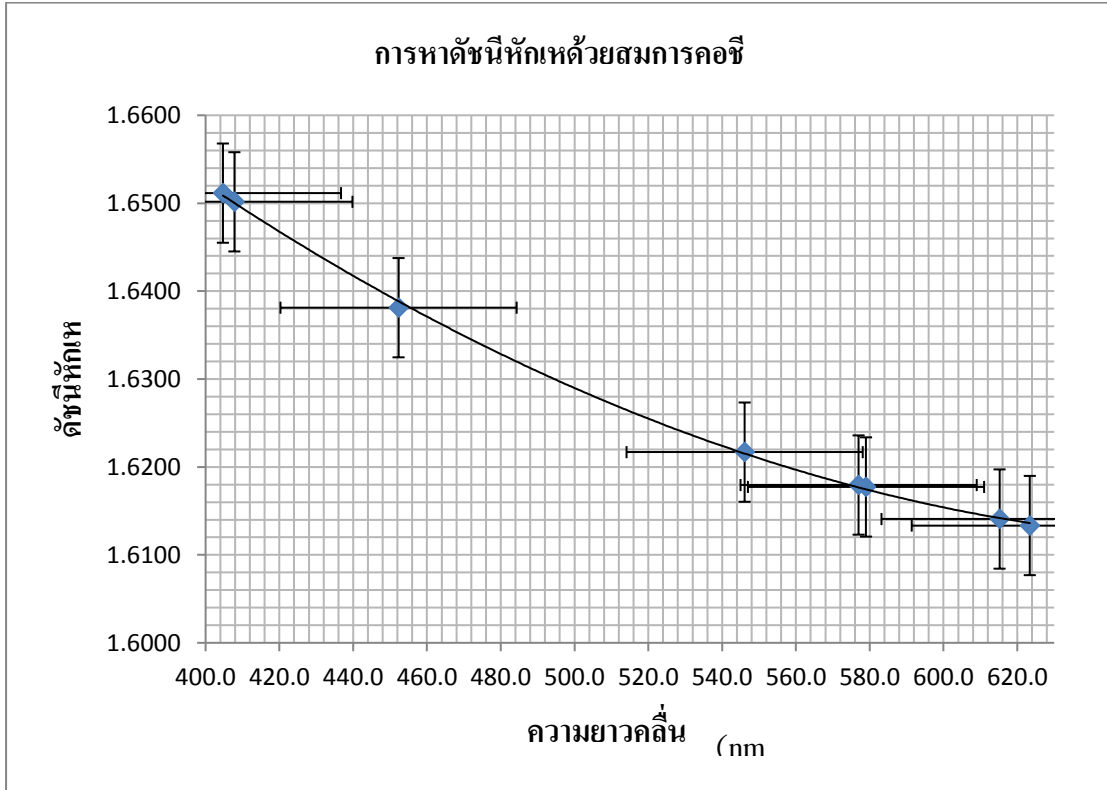
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมเบี่ยงเบนของความยาวคลื่น 404 นาโนเมตร

จากแผนภูมิที่ 4 ระหว่างมุมตกกระทบกับมุมเบี่ยงเบนและหามุม  $D_m$  ของเส้นสเปกตรัมสีม่วง มีค่า 51.5833 องศา ด้วยมุมตกกระทบที่ 60 องศา คำนวณหาค่าดัชนีการหักเหปริซึมมีค่า 1.6511



**การวิเคราะห์ค่าดัชนีหักเหของแต่ละความยาวคลื่นด้วยสมการคอซี**

การหาดัชนีหักเหสำหรับการกระจายแสงปกติ ด้วยสมการของคอซี นั้นหาจากมุมเบี่ยงน้อยที่สุดช่วงความยาวคลื่นสองเทอมสีเหลืองและสีม่วง เมื่อ  $A=1.5858$  และ  $B=1.0723 \times 10^{-14}$  เมตร<sup>2</sup> และหาค่าดัชนีหักเหของความยาวคลื่นต่างได้ด้วยสมการคอซี ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิดัชนีหักเหของแต่ละความยาวคลื่นด้วยสมการคอซีของเส้นสเปกตรัม

การหาดัชนีหักเหด้วยสมการคอซีใช้ได้กับปริซึมทั่วไป และนำมาประยุกต์ใช้กับของของเหลว เพื่อศึกษาหาค่าการหักเห การสะท้อน การดูดกลืน และการส่องผ่านของแสงของช่วงความยาวคลื่นต่างๆ

**อภิปรายผลการศึกษา**

พิจารณาตัวกลางช่วงการกระจายแสงปกติ (normal dispersion) เมื่อ  $\frac{dn}{d\lambda} < 0$  กล่าวถึงถึง  $v_g < v_p$  แสดงถึงความเร็วเฟสมากกว่าความเร็วกลุ่ม เมื่อ  $v_g$  เป็นความเร็วกลุ่มแสดงออกมาเป็นสเปกตรัมและขึ้นกับหลายความยาวคลื่น เมื่อ  $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$  หอนูพันธ์ได้ (Anna Samoc, 2003)

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{-2B}{\lambda^3} \tag{13}$$





สมการที่ได้เป็นการกระจายของตัวกลางโปร่งใส เมื่อเส้นสเปกตรัมสีเหลือง  $-111432$  เมตร<sup>-1</sup> และ เส้นสเปกตรัมสีม่วง  $-324632$  เมตร<sup>-1</sup> ของการกระจายแสงมีค่าน้อยกว่าศูนย์ และความเร็วกลุ่ม ( $n_g = \frac{c}{v_g}$ ) เส้นสเปกตรัมสีเหลือง  $1.854 \times 10^8$  เมตรต่อวินาที เส้นสเปกตรัมสีม่วง  $1.817 \times 10^8$  เมตรต่อวินาที พิจารณาความเร็วกลุ่มเส้นสเปกตรัมแสงในตัวกลาง แสงสีเหลืองมีมุมเบี่ยงเบนน้อยกว่าสีม่วง จึงผ่านตัวกลางได้ดีว่า

### สรุปผลการศึกษา

แสงขาวทำมุมตกกระทบ 60 องศา กับปริซึมวัดมุมเบี่ยงน้อยที่สุดของเส้นสเปกตรัมสีเหลืองมีค่า 48.2500 องศา มีค่าดัชนีการหักเหของปริซึม 1.6179 และมุมเบี่ยงน้อยที่สุดของเส้นสเปกตรัมสีม่วงมีค่า 51.5833 องศา มีค่าดัชนีการหักเหของปริซึมเป็น 1.6511 สำหรับการกระจายแสงปกติ หาค่าคงที่ของสมการคอดีด้วยมุมเบี่ยงน้อยที่สุดช่วงความยาวคลื่นสองเทอมสีเหลืองและสีม่วง มีค่าดังนี้  $A=1.5858$  และ  $B=1.0723 \times 10^{-14}$  เมตร<sup>2</sup> ทำให้หาค่าดัชนีหักเหของความยาวคลื่นต่างได้ด้วยสมการคอดี

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- Roger S. Estep. *The use of the ao spencer spectrometer*. American Optical, 1938.
- F. Pedrotti, L. Pedrotti. *Introduction to Optics*. Prentice Hall, 1993.
- Anna Samoc. *Dispersion of refractive properties of solvents: Chloroform, toluene, benzene and carbon disulphide in ultraviolet, visible and near-infrared*. American Institute of Physics. J. Appl. Phys., Vol. 94, No, 2003.
- Eugene Hecht. *Optics*. Addison Wesley, 2002.