

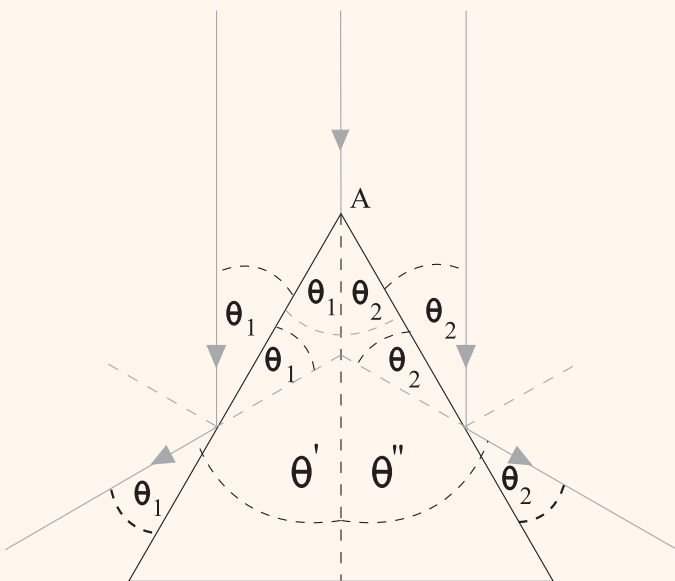
การสร้างแท่นหมุนสำหรับ ทดลองในวิชาแสง

ตอนการวัดมุมต่าง ๆ การสะท้อนกลับ

โธ่ สาส์ฉัน
รศ. พุฒินาน
สาขาออกแบบและพัฒนาคณิตศาสตร์ สสวท.

ในตอนที่ได้แสดงวิธีการสร้างแท่นหมุนสำหรับทดลองในวิชาแสง และได้นำมาใช้กับการทดลองเรื่องกฎการสะท้อนและกฎการหักเหของแสง ในตอนนี้ได้เพิ่มการทดลองสำหรับวัดมุมของปริซึม การวัดมุมเบี่ยงเบน(D)และมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดของปริซึมสามเหลี่ยมและการทดลองเรื่องการสะท้อนรบกวน และ การวัดมุมวิกฤตสำหรับตัวกลางเป็นของแข็งและตัวกลางที่เป็นของเหลว

วิธีวัดมุมของปริซึม



ฉายรังสีขนานของแสงตกกระทบบนตรงยอดมุมของมุมใดมุมหนึ่งของปริซึมสามเหลี่ยม

- ให้รังสีของลำแสงที่ตกกระทบบนทางด้านซ้ายทำมุมกับด้านของปริซึมเป็นมุม θ_1 แล้วสะท้อนออกไปทำมุมกับด้านของปริซึมเป็นมุม θ_1 (จากกฎการสะท้อนของแสง)

- ให้รังสีที่ตกกระทบบนด้านขวาของปริซึมเป็นมุม θ_2 แล้วสะท้อนออกไปทำมุมกับด้านของปริซึมเป็นมุม θ_2 (จากกฎการสะท้อนของแสง)

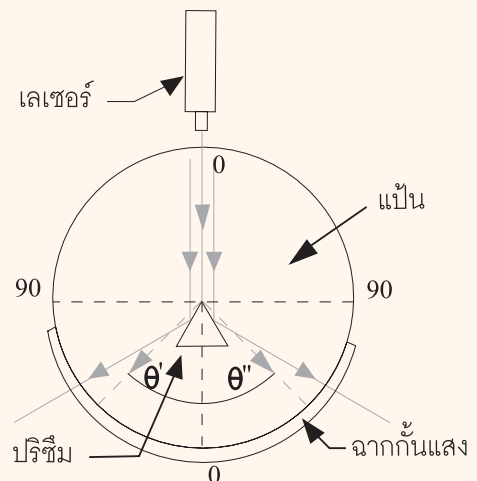
จากรูป $A = \theta_1 + \theta_2 =$ มุมของปริซึม
 θ', θ'' เป็นมุมที่รังสีสะท้อนทางด้านซ้ายและด้านขวาทำมุมกับรังสีที่ผ่านตรงจุดยอดของมุมปริซึม

$$\theta' = 2\theta_1, \quad \theta'' = 2\theta_2$$

$$\begin{aligned} \theta' + \theta'' &= 2\theta_1 + 2\theta_2 \\ &= 2(\theta_1 + \theta_2) \\ &= 2A \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad A = \frac{\theta' + \theta''}{2}$$

วิธีวัดมุมของปริซึม(A) เริ่มต้นโดยการนำปริซึมไปวางบนแผ่นสเกล จัดวางปริซึมให้ยอดของมุมอยู่ตรงกลางจุดศูนย์กลางของแผ่นสเกล ฐานของปริซึมอยู่ด้านล่างของเส้นแนว 90 - 90 และฐานของปริซึมขนานหรือเกือบขนานกับเส้นแนว 90 - 90 ดังรูป



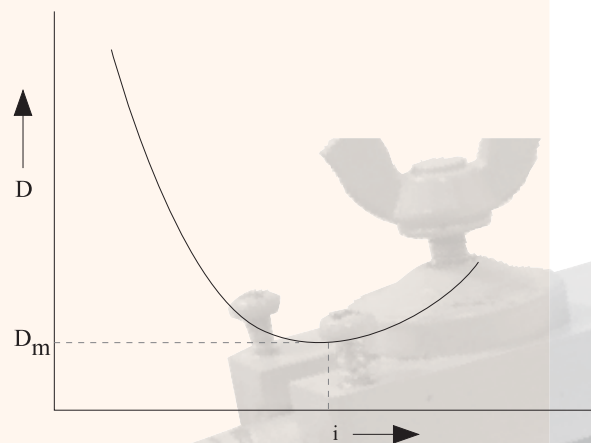
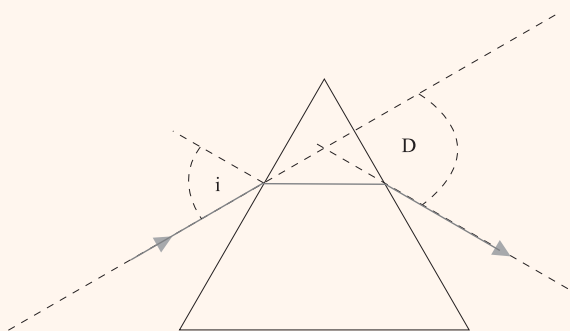
ต่อมาปรับตั้งลำแสงเลเซอร์ โดยหมุนทางปลา กตสวิตซ์ให้ทำงาน หมุนฝาครอบที่ด้านหน้าของเลเซอร์ เพื่อให้ลำแสงเลเซอร์เป็นเส้นตั้งอยู่ในแนวตั้งและคมชัด ค่อยๆ เลื่อนลำแสงเลเซอร์ให้ลำแสงทับ แนว 0 - 0 ของเป็นสเกลพอดี ลำแสงเลเซอร์จะไปกระทบมุมยอด

(A) ของปริซึม แล้วสะท้อนที่ผิวด้านข้างทั้งสองออกไปทำมุม θ' และ θ'' อ่านค่ามุม θ' และ θ'' จากเป็นสเกล หาค่า A จาก $A = \frac{\theta' + \theta''}{2}$ ทำการทดลองซ้ำอีก 4 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลองใน ตารางบันทึกข้อมูล

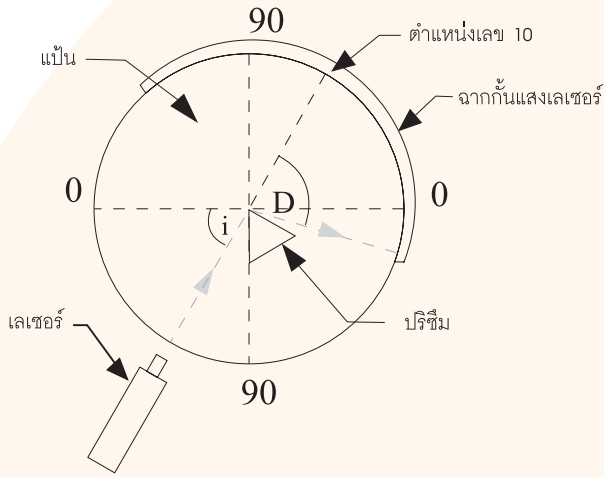
ครั้งที่	θ' (องศา)	θ'' (องศา)	$A = \frac{\theta' + \theta''}{2}$ (องศา)	Aเฉลี่ย (องศา)
1				
2				
3				
4				
5				

แล้วสรุปผลการทดลอง

วัดมุมเบี่ยงเบน (D) และมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดของปริซึม สามเหลี่ยม



เมื่อฉายรังสีของแสงให้ตกกระทบบที่ผิวของปริซึมสามเหลี่ยม รังสีของแสงจะหักเหผ่านแท่งปริซึมทะลุออกไปทางด้านตรงข้าม ทำให้เกิดมุมเบี่ยงเบน (D) ถ้าเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบบ (i) หลาย ๆ ค่า จะได้ความสัมพันธ์ดังแสดงใน กราฟและจะมีค่ามุมเบี่ยงเบนที่ค่าน้อยที่สุด (D_m) เพียง 1 ค่าเท่านั้น



วิธีวัดค่ามุมเบี่ยงเบนเริ่มจากปรับตั้งลำแสงเลเซอร์โดยหมุนทางปลากดสวิตช์ให้เลเซอร์ทำงาน หมุนเป็นสเกลและปิดให้ลำแสงเลเซอร์อยู่ในแนวแกน 0 - 0 พอดี ต่อมาหมุนปรับฉากกั้นแสงเลเซอร์เพื่อให้ลำแสง

เลเซอร์อยู่ตรงตำแหน่งเลข 10 บนสเกลบอกตำแหน่งปลายลำแสงเลเซอร์ซึ่งติดอยู่กับฉากกั้นแสงนั้น

วางแท่นปริซึมสามเหลี่ยมให้ด้านข้างทับแนว 90 - 90 บนเป็นสเกล เลื่อนให้มุมยอดเลยจุดศูนย์กลางไปเล็กน้อย (ไม่เกินครึ่งเซนติเมตร)

หมุนเป็นสเกลทำมุมตกกระทบประมาณ 25 องศา (ถ้ามุมเล็กกว่านี้จะเกิดการสะท้อนรบกวนในแท่งปริซึมหมด) จนสามารถมองเห็นลำแสงเบี่ยงเบน

อ่านค่ามุมตั้งแต่ตำแหน่งเลข 10 ถึงลำแสงเบี่ยงเบนเป็นมุมเบี่ยงเบน (D)

ปรับค่ามุมตกกระทบเพิ่มครั้งละ 5 องศา พร้อมทั้งอ่านค่ามุมเบี่ยงเบนทุกครั้ง จนกระทั่งมุมตกกระทบ (i) เป็น 80 องศา แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล

มุมตกกระทบ i (องศา)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
มุมเบี่ยงเบน D (องศา)												

เขียนกราฟระหว่างมุมตกกระทบ (i) บนแกน X และมุมเบี่ยงเบน (D) บนแกน Y

วิธีทำการทดลองวัดค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (D) ของปริซึมสามเหลี่ยม ปฏิบัติเหมือนครั้งแรก คือ เริ่มต้นตั้งมุมตกกระทบประมาณ 25 องศา แล้วค่อยๆ หมุนเป็นสเกลเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ พร้อมทั้งสังเกตดูลำแสงเลเซอร์ที่สเกลบอกตำแหน่งปลายลำแสงเลเซอร์ที่ติดอยู่กับฉากกั้นแสง จนเห็นตำแหน่งของลำแสงเบนไปทางเลข 10 ที่ละน้อย จนกระทั่งถึงตำแหน่ง หนึ่งแล้วลำแสงหยุดนิ่ง ตำแหน่งนี้คือตำแหน่งที่ลำแสงเลเซอร์ทำมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (ถ้าหมุนทำให้มุมตกกระทบโตขึ้นเรื่อยๆต่อไป แสงจะเบนออกจากตำแหน่งเลข 10 โดยมุมเบี่ยงเบนจะโตขึ้นเรื่อยๆ)

อ่านค่ามุมจากตำแหน่งเลข 10 ถึงตำแหน่งลำแสงเลเซอร์ที่เบี่ยงเบนน้อยที่สุดเป็นมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (D_m) แล้วคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของแท่งปริซึมจาก

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{\sin \frac{A}{2}}$$

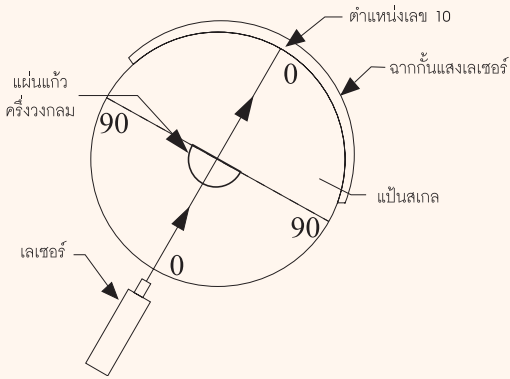
จงอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

การสาธิตและทดลองการสะท้อนรบกวนและมุมวิกฤต

ก. เมื่อตัวกลางเป็นของแข็ง ปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดปรับเป็นสเกล ลำแสงเลเซอร์และเลข 10 ของสเกลบอกตำแหน่งบนฉากกั้นแสง โดยปรับให้แนว 0 - 0 ลำแสงเลเซอร์อยู่ตรงเลข 10 ของสเกลบอกตำแหน่ง

2. นำตัวกลางที่ทำเป็นรูปครึ่งวงกลม วางให้ด้านผิวเรียบทับแนว 90 - 90 ให้ส่วนโค้งอยู่ด้านในหันหน้าเข้าหาเลเซอร์ และให้จุดศูนย์กลางทั้งสองของเป็นสเกลทับแผ่นตัวกลางครึ่งวงกลมทับกันพอดีดังรูป



3. หมุนแป้นสเกลช้า ๆ คอยสังเกตดูลำแสงหักเหที่ทะลุผ่านตัวกลางไปตกบนแถบสเกลที่ฉากกันแสงเคลื่อนที่ออกจากเลข 10 เบนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้มุมหักเหในอากาศเป็น 90 องศา (คือตอนที่มองเห็นรังสีหักเหครั้งสุดท้ายบนแถบสเกลที่ฉากกันแสง ถ้าเพิ่มมุมตกกระทบมากขึ้นจะไม่เห็นรังสีหักเห แต่จะเห็นแสงสะท้อนกลับหมดในตัวกลางเดิม คือการสะท้อนรบกวนและเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง)

4. อ่านค่ามุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหในอากาศเป็น 90 องศา เป็นค่ามุมวิกฤต (C) ของตัวกลาง บันทึกค่ามุมวิกฤตลงในตารางบันทึกข้อมูล

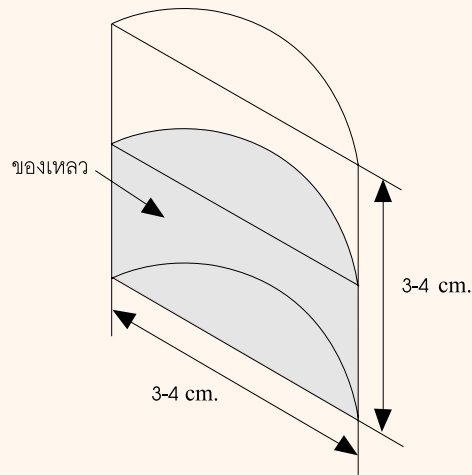
5. ปฏิบัติซ้ำเพื่อหาค่ามุมวิกฤตอีก 5 ครั้ง ตั้งแต่ข้อ 3 - 4 แล้วหาค่ามุมวิกฤตเฉลี่ย (C_{เฉลี่ย})

6. คำนวณหาค่าดัชนีหักเหของตัวกลางจาก $n = \frac{1}{\sin C}$

ครั้งที่ (องศา)	มุมวิกฤต (C) (องศา)
1	
2	
3	
4	
5	
มุมวิกฤตเฉลี่ย (C _{เฉลี่ย}) (องศา)	

$$n = \frac{1}{\sin(C_{\text{เฉลี่ย}})}$$

ข. เมื่อตัวกลางเป็นของเหลว



เมื่อตัวกลางเป็นของเหลว ต้องทำให้ของเหลว นั้นเป็นรูปทรงตันครึ่งวงกลม โดยทำภาชนะให้มีพื้นที่หน้าตัดของทรงกลมด้วยวัตถุโปร่งใสบางๆ เช่น พลาสติก หรือแก้ว เป็นต้น ให้มีส่วนสูงประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร

เทของเหลวที่จะใช้ทำการทดลองลงไปในภาชนะให้มีระดับสูงประมาณ 2 เซนติเมตร จะได้ของเหลวรูปทรงตันครึ่งวงกลมสำหรับใช้ทำการทดลอง

นำภาชนะที่มีของเหลวบรรจุไว้ดังกล่าว ไปวางลงบนแป้นสเกล แล้วดำเนินการทดลอง เช่นข้อ ก. ตั้งแต่ข้อ 1 - 6

ครั้งที่ (องศา)	มุมวิกฤต (C) (องศา)
1	
2	
3	
4	
5	
มุมวิกฤตเฉลี่ย (C _{เฉลี่ย}) (องศา)	

$$n = \frac{1}{\sin(C_{\text{เฉลี่ย}})}$$

