

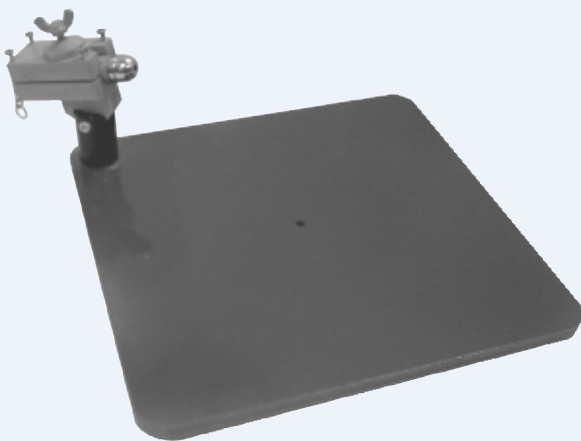
การสร้างแท่นหมุนสำหรับทดลองในวิชาแสง : กฎการสะท้อนและกฎการหักเหของแสง

โธ สาส์ฉิม
รศ. ผู้ชำนาญ
สาขาออกแบบและพัฒนาคู่มือ สสวท.

แท่นหมุนสำหรับทดลองในวิชาแสงที่ได้ออกแบบนี้เป็นเครื่องมือสำหรับทดลองและสาธิตในวิชาแสงเรื่องกฎการสะท้อนของแสง กฎการหักเหของแสง การสะท้อนรบกวนหรือการสะท้อนกลับหมด (Total Reflection) ของแสงในตัวกลาง การวัดมุมเบี่ยงเบนของแสง การวัดมุมวิกฤตของตัวกลางโปร่งใส และค่าดัชนีหักเหของตัวกลางโปร่งใส การวัดมุมปริซึมสามเหลี่ยม และหลักการของรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer)

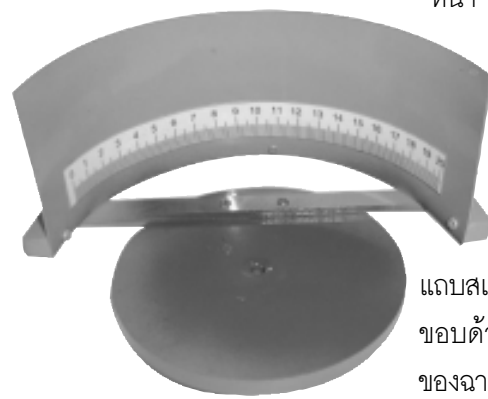
เครื่องมือชุดนี้สามารถใช้สาธิตและทำการทดลองให้เข้าใจในทัศนในเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจน และประหยัดเวลาการเรียนการสอนได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้สอนในปัจจุบัน ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องมือดังนี้

1. ฐานตั้งทำด้วยไม้ ไม้อัดหรือพลาสติกที่มีความหนาประมาณ 0.8 - 1.0 ซม. ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 20.0 x 20.0 ซม. เจาะรูตรงกลางสำหรับใช้สวมนอต (Nut) ขนาด 4 มม. ยาว 5.5 ซม.



2. แป้นกลมสำหรับติดตั้งฐานฉากกั้นแสงทำด้วยไม้ ไม้อัดหรือพลาสติกหนาประมาณ 0.8 - 1.0 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.0 ซม. เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม.

3. ฉากกั้นแสงเลเซอร์ ประกอบด้วยฐานฉาก จากและคานฐานฉาก ฐานฉากทำด้วยไม้ ไม้อัด หรือ พลาสติกหนา 1.0 ซม. ใช้เลื่อยฉลุเป็นรูปครึ่งวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.5 ซม. ฉากกั้นแสงทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสี แผ่นอะลูมิเนียมหรือแผ่นพลาสติก

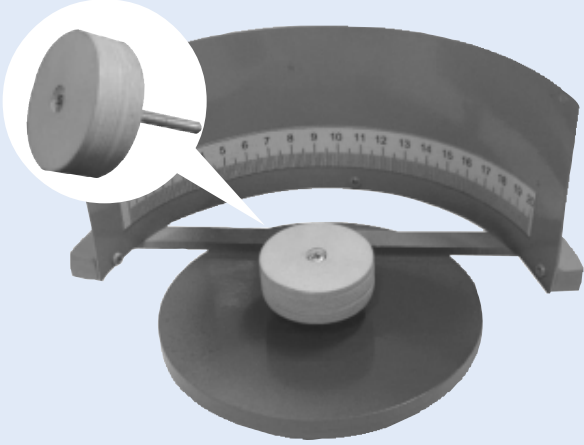


หนา 0.1 ซม. ขนาด 26 x 8 ซม. ขึ้นยึดจากและคานฐานฉากติดกับฐานฉากด้วยตะปูเกลียว ติดแถบสเกลยาว 20 ซม. ที่ขอบด้านล่าง (ด้านใน) ของฉาก ดังรูปซ้ายมือ

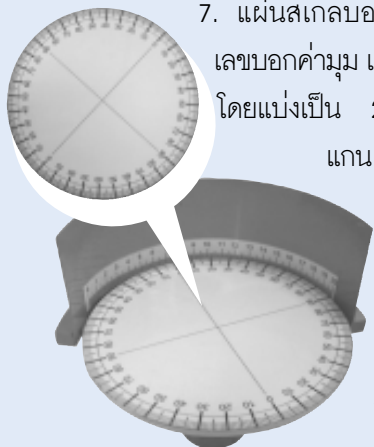
4. ฐานรองรับแป้นกลมติดตั้งคานฐานฉาก ทำด้วยท่อไม้เหลาหรือกลึง ให้กลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.0 ซม. ยาว 2.0 ซม. เจาะรูตรงจุดศูนย์กลางมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม.



5. แกนหมุน ทำด้วยไม้เหลาหรือกลึงให้กลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 ซม. ยาว 1.5 ซม. เจาะรูตรงจุดศูนย์กลางมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม.

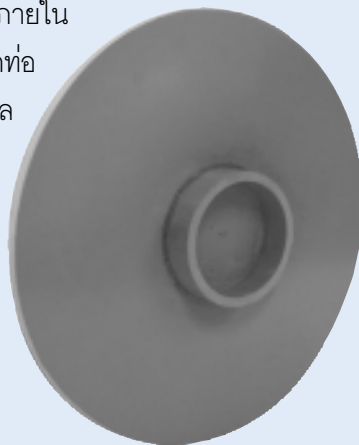


6. แป้นสเกล ทำด้วยไม้ ไม้อัดหรือพลาสติกหนา ประมาณ 0.5 ซม. ฉลุด้วยเลื่อยฉลุทำเป็นแป้นกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.0 ซม.



7. แผ่นสเกลบอกค่ามุมเป็นองศา พิมพ์ตัวเลขบอกค่ามุม และสเกลบอกค่ามุมเป็นองศา โดยแบ่งเป็น 2 แกน ซึ่งตั้งฉากกัน คือ แกน 0 - 0 และ แกน 90 - 90 แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนบอกค่ามุม 0 - 90 องศา ตัวแผ่นสเกลใช้เป็นที่กระดาศหรือสติ๊กเกอร์สีขาว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ซม.

8. ท่อวงแหวนสวมแกนหมุนทำด้วยท่อพี.วี.ซี. หรือท่อไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.0 ซม. หนา 1.5 ซม. ติดท่อวงแหวนด้านล่างของแป้นสเกล โดยตอกยึดด้วยตะปูเข็มหรือติดด้วยกาวให้แน่นโดยจัดให้แนวแกนของวงแหวนและแป้นสเกลอยู่ในแนวตรงกัน

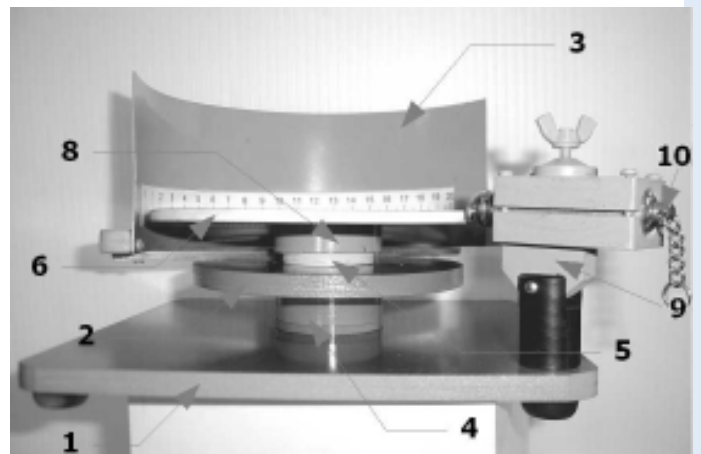


9. โครงสวมกระบอกละเซอร์ ทำด้วยไม้หรือพลาสติกขนาด 2.5 x 2.5 x 5.0 ซม. เจาะรูสวมกระบอกละเซอร์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกละเซอร์ผ่ากลางออกเป็น 2 ผา เพื่อความสะดวกในการสวมกระบอกละเซอร์ ตรงกลางผ่าบนติดหางปลา 1 อัน เพื่อทำหน้าที่ปิด - เปิดสวิตช์ของเลเซอร์ ใช้ตะปูควางขันยึดผ่าบนติดกับฝาล่าง ด้านล่างของฝาล่างทำเดือยสำหรับสวมเสาดังตรงป่าสวมเดือย ใช้นอตสวมเป็นแกนยึดติดกับเสาดังโครงสวมกระบอกละเซอร์แล้วขันรัดให้แน่น ระยะระหว่างพื้นฐานตั้งถึงปลายกระบอกละเซอร์ประมาณ 5 ซม.

10. กระบอกลำแสงเลเซอร์เป็นชนิดไดโอดที่ใช้เป็น pointer ซึ่งราคาไม่แพง หาซื้อได้ทั่วไป



เมื่อทำส่วนต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ควรขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ และพ่นสีให้สวยงามแล้วนำมาประกอบเป็นแท่นหมุนสำหรับใช้ทดลองในวิชาแสงดังรูป



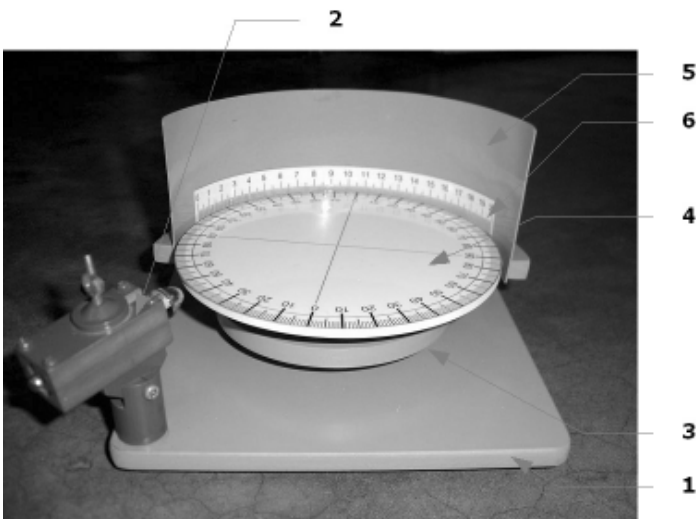
การใช้งานแท่นหมุนสำหรับทดลองในวิชาแสง

ประโยชน์

1. ใช้ทดลองเรื่อง “กฎการสะท้อนของแสง”
2. ใช้ทดลองเรื่อง “กฎการหักเหของแสง”
3. ใช้ทดลองวัดมุมเบี่ยงเบน และมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดของปริซึมสามเหลี่ยม
4. ใช้ทดลองวัดมุมวิกฤตของตัวกลางโปร่งใสและค่าดัชนีหักเหของตัวกลางโปร่งใส
5. ใช้ทดลองและสาธิตเรื่อง “การสะท้อนรบกวน (Total Reflection)”
6. ใช้วัดมุมของปริซึมสามเหลี่ยม

ส่วนประกอบ

1. ฐานตั้ง
2. ชุดลำแสงเลเซอร์
3. โครงแกนหมุน
4. แป้นสเกล(องศา)หมุนได้
5. ฉากกันแสงเลเซอร์
6. สเกลบอกตำแหน่งปลายแสงเลเซอร์



เนื้อหาทฤษฎีเบื้องต้น

กฎการสะท้อนของแสง มี 2 ข้อ คือ

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก ณ จุดตกกระทบอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

กฎการหักเหของแสง มี 2 ข้อ คือ

1. รังสีตกกระทบ รังสีหักเห และเส้นแนวฉาก ณ จุดตกกระทบอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. Sine ของมุมตกกระทบต่อ Sine ของมุมหักเหของตัวกลางแต่ละตัวกลางมีค่าคงตัว
มุมเบี่ยงเบน คือ มุมที่ลำแสงหักเหกระทำกับแนวรังสีตกกระทบ

มุมวิกฤต คือ มุมตกกระทบในตัวกลางที่หนาแน่นกว่า (มีค่าดัชนีหักเหสูงกว่า) ที่ทำให้เกิดมุมหักเหในตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า (มีค่าดัชนีหักเหต่ำกว่า) เป็นมุม 90 องศา

ค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง $n = \frac{1}{\sin C}$ เมื่อตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่าเป็นอากาศ และ C เป็นมุมวิกฤตของตัวกลาง
ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่เป็นปริซึมสามเหลี่ยมคำนวณได้จาก

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

n = ค่าดัชนีหักเหของปริซึม
 A = มุมยอดของปริซึม
 D_m = มุมเบี่ยงเบนค่าน้อยที่สุดของปริซึมสามเหลี่ยม

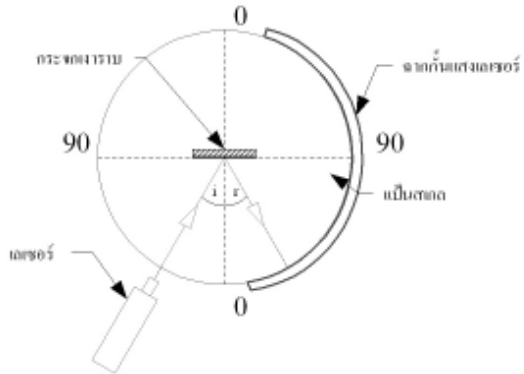
การสะท้อนรบกวน (การสะท้อนกลับหมด)

เมื่อลำแสงตกกระทบในตัวกลางที่หนาแน่นกว่าไปยังรอยต่อระหว่างผิวของตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า ถ้ามุมตกกระทบของลำแสงโตกว่ามุมวิกฤต ลำแสงจะสะท้อนกลับหมดมาในตัวกลางเดิม จะไม่มีลำแสงผ่านไปในตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า และการสะท้อนกลับหมดของลำแสงนี้จะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง

วิธีใช้และทำการทดลอง

วิธีใช้เพื่อทำการสาธิตและทดลองในเรื่องต่าง ๆ มีดังนี้

1. การทดลองเรื่องกฎการสะท้อนของแสง



นำกระจกเงาราบวางบนแผ่นสเกล โดยวางให้ผิวด้านหน้าเสมอเส้นแนว 90 - 90 บริเวณตรงกลางของแผ่นสเกลและตั้งฉากกับแนว 0 - 0 ของสเกลบอกค่าองศา (ใช้แนว 0 - 0 เป็นเส้นปกติหรือแนวฉาก)

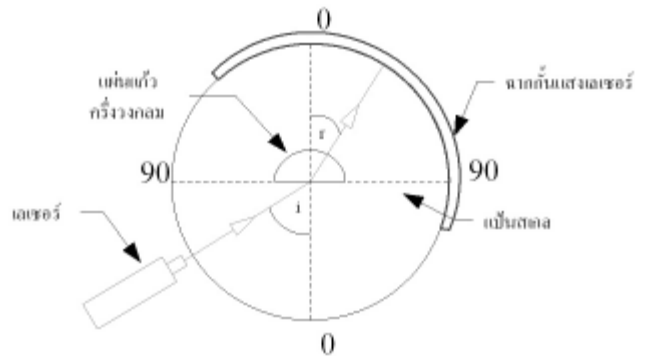
ต่อมาปรับตั้งลำแสงเลเซอร์โดยหมุนทางปลากดสวิตซ์ให้แสงเลเซอร์ทำงาน จัดให้ลำแสงพุ่งผ่านจุดตัดของแนว 90 - 90 และแนว 0 - 0 และให้ลำแสงเลเซอร์ทับเส้นแนว 0 - 0 หมุนปรับฉากกั้นแสงเลเซอร์ให้สามารถมองเห็นรังสีสะท้อนได้ชัดเจน พร้อมทั้งหมุนปรับลำแสงเลเซอร์ ให้อยู่ในแนวตั้งเป็นเส้นคมชัดเจนน

หมุนแผ่นสเกลปรับค่ามุมตกกระทบ (i) ที่ค่าใดค่าหนึ่งแล้วอ่านค่ามุมสะท้อน (r) พร้อมทั้งบันทึกค่าไว้ เปลี่ยนค่ามุมตกกระทบอีก 5 ค่า พร้อมทั้งบันทึกค่ามุมสะท้อนไว้ทุกครั้งลงในตารางบันทึกข้อมูล

ครั้งที่	มุมตกกระทบ (i) (องศา)	มุมสะท้อน (r) (องศา)

เมื่อเลิกการทดลองควรรีบบิดสวิตซ์ของเลเซอร์ เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าแล้วสรุปผลการทดลอง

2. การทดลองเรื่องกฎการหักเหของแสง



นำแผ่นพลาสติกหรือแก้วครึ่งวงกลมวางลงบนแผ่นสเกล โดยวางด้านที่ผิวเป็นแนวเส้นตรงของแผ่นพลาสติกหรือแก้วให้ทับเส้นแนว 90 - 90 และให้จุดศูนย์กลางของแผ่นทับจุดศูนย์กลางของแผ่นสเกลพอดี

ต่อมาปรับตั้งลำแสงเลเซอร์ โดยหมุนทางปลากดสวิตซ์ให้เลเซอร์ทำงาน หมุนปรับฝาครอบที่ด้านหน้าเลเซอร์ เพื่อให้ลำแสงเลเซอร์เป็นเส้นตั้งอยู่ในแนวตั้งและคมชัด ค่อย ๆ เลื่อนเลเซอร์เพื่อให้แนวลำแสงของเลเซอร์ทับแนว 0 - 0 ของแผ่นสเกลพอดี แนว 0 - 0 คือเส้นแนวปกติหรือแนวฉากของพื้นผิวของตัวกลาง

หมุนแผ่นกลมให้ลำแสงเลเซอร์ทำมุมกับเส้นปกติหลาย ๆ ค่า ซึ่งเป็นมุมตกกระทบ (i) แต่ละค่าของมุมตกกระทบให้อ่านค่ามุมหักเห (r) แต่ละค่าไว้ด้วย แล้วบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	มุมตกกระทบ (i) (องศา)	มุมสะท้อน (r) (องศา)

เมื่อเสร็จจากการทดลองแล้วให้รีบบิดสวิตซ์ของเลเซอร์ เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า แล้วสรุปผลการทดลอง