ภาคผนวก ค

คู่มือปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

คู่มือปฏิบัติการ

เรื่อง การหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์

โรงเรียนนาดูนประชาสรรพ์ อำเภอนาดูน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

คำนำ

คู่มือปฏิบัติการ เรื่อง การหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบน ใช้สำหรับปฏิบัติการทดลองในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง ตามหลักสูตรเขต 2 (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2551) เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ง่าย ผู้จัดทำจึงได้เรียบเรียงคู่มือชุดนี้ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบทดลองและใบทดสอบ สำหรับนักเรียนนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

ผู้จัดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือชุดนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อผู้สอนไม่มากก็น้อย

กัลยณัฐ แสงสุริยา

ผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

ข้อแนะนำในการใช้คู่มือปฏิบัติการ 3
1. ใบเนื้อหา 4
2. ใบทดลอง 11
2.1 หลักการและเหตุผล 11
2.2 วัตถุประสงค์ 11
2.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 11
2.4 ทฤษฎี 11
2.5 ส่วนประกอบชุดทดลองและของเหลวที่ใช้ทดลอง 14
2.6 วิธีการทดลอง 16
2.7 ผลการทดลอง 17
3. ใบทดสอบ 21

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อแนะนำในการใช้คู่มือปฏิบัติการ

คู่มือปฏิบัติการประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ใบเนื้อหา
2. ใบทดลอง
3. แบบทดสอบ

สื่อการสอนประกอบด้วย

1. ใบเนื้อหา
2. ชุดทดลองเรื่อง การหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง

การดำเนินการสอน

การจัดการเรียนการสอนควรจะต้องดำเนินไปตามลำดับของแผนการสอนที่วางไว้ คือ นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. อธิบายความหมายและเข้าใจหลักการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง
2. มีความรู้และความเข้าใจกฎของสเนลล์ในการหาค่าความยาวคลื่นของแสง โดยใช้แผ่นช่องแคบเดี่ยว ช่องแคบคู่ และเกรตติง
3. ใช้ค่าความยาวคลื่นของแสง หาค่าดัชนีหักเหของของเหลวได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ใบเนื้อหา

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม **เรื่อง การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน**

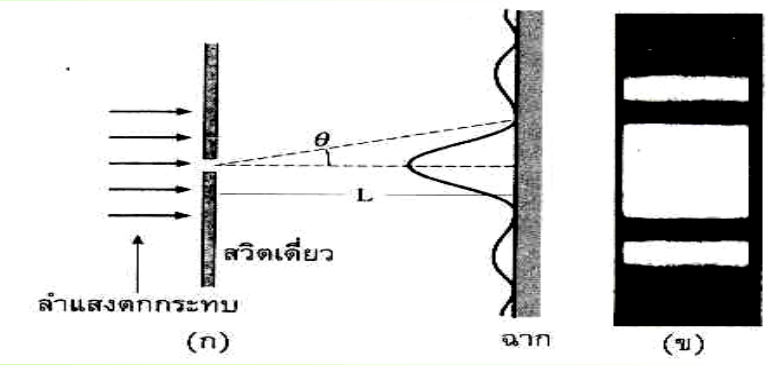
การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

การเลี้ยวเบน (diffraction) และการแทรกสอด (interference) ของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญที่แสดงสมบัติการเป็นคลื่นของแสง การเลี้ยวเบนของแสงจะแสดงออกในกรณีที่แสงผ่านช่องแคบเล็กๆบางครั้งจะปรากฏแถบมืดกับแถบสว่างรอบๆขอบของวัตถุขนาดเล็กซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการแทรกสอดของแสง แสงที่เลี้ยวเบนเช่นกัน การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง สามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเจนโดยให้แสงเลเซอร์ผ่านสลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติง ดังนี้

สลิตเดี่ยว

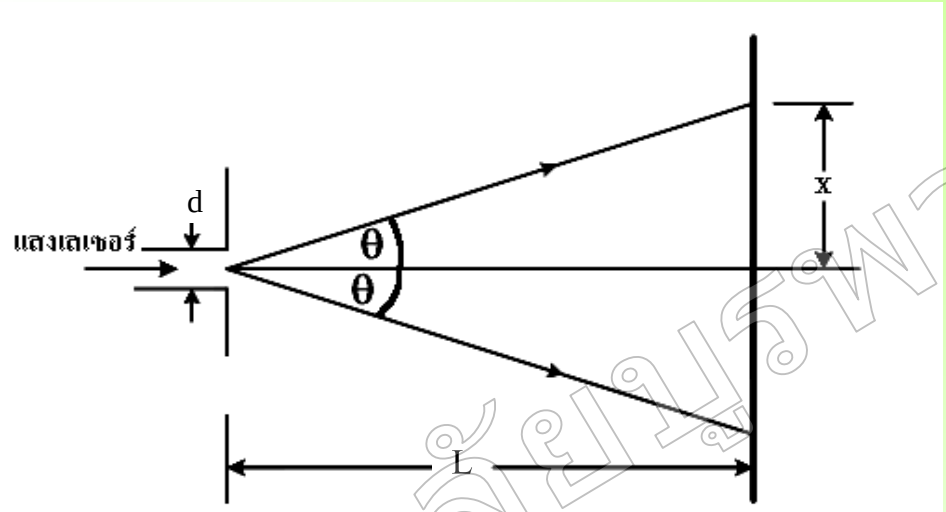
เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยวแสงจะเลี้ยวเบนทำให้เกิดการแทรกสอดปรากฏเป็นแถบมืด-แถบสว่าง บนฉาก โดยแถบสว่างกลางกว้างกว่าแถบสว่างอื่น ๆ ซึ่งอยู่ถัดออกไปทั้งสองข้าง และมีความเข้มแสงมากที่สุด

แสงความยาวคลื่น λ ส่องผ่านสลิตเดี่ยวที่มีความกว้าง a ทำให้เกิดการแทรกสอดเนื่องจากการเลี้ยวเบนบนฉากที่ห่างจากสลิตเดี่ยว L ดังรูป

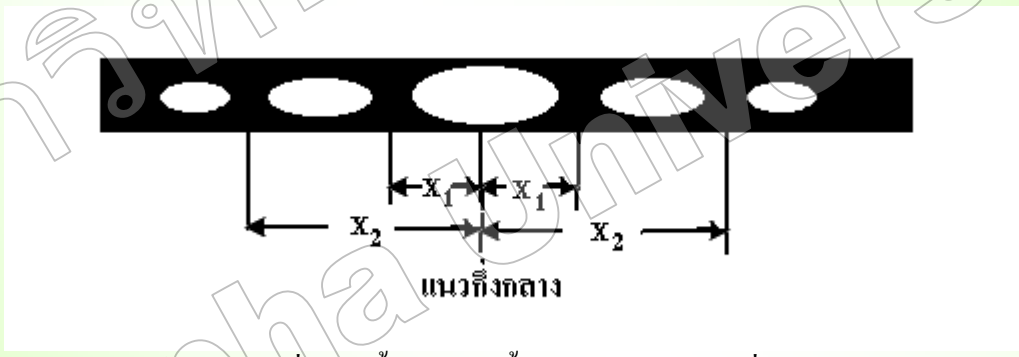


ภาพที่ ค-1 แสดงการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ ค-2 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตเดี่ยว



ภาพที่ ค-3 ริ้วของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยว

สามารถเขียนสมการการหาตำแหน่งบัพ ของการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยวได้ดังนี้

$$d\sin\theta = n\lambda \qquad \text{(ค-1)}$$

เมื่อ d คือ ความกว้างของสลิตเดี่ยว (mm)

θ คือ มุมที่กระทำจากจุดกึ่งกลางของสลิตเดี่ยวกับตำแหน่งแถบมืดลำดับต่างๆ

n คือ ลำดับของแนวบัพ (1 , 2 , 3 , ...)

λ คือ ความยาวคลื่นแสง (nm)

มุมที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย ๆ ดังนั้น $\sin\theta \approx \tan\theta$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$\tan\theta = \frac{x}{D} \qquad \text{(ค-2)}$$

เมื่อ X คือ ระยะห่างจากแถบสว่างกลางถึงแถบมืดลำดับต่าง ๆ

L คือ ระยะห่างจากฉากถึงสลิตเดี่ยว

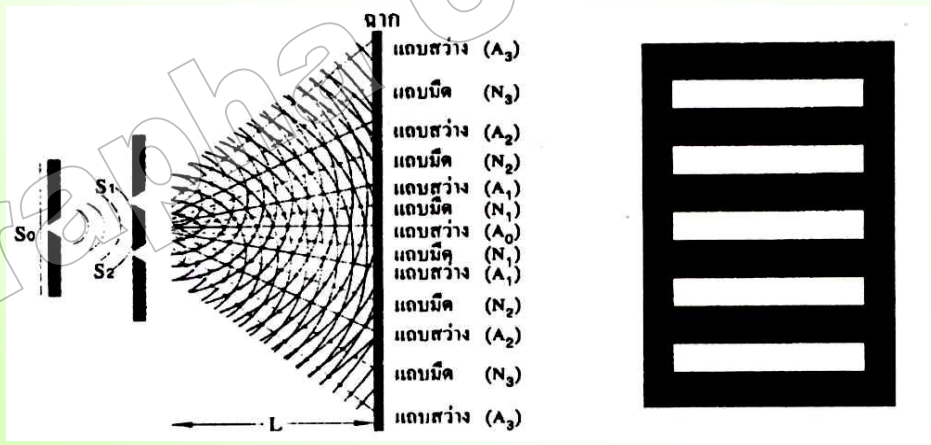
ดังนั้นเราสามารถหาค่าความยาวคลื่นแสงได้จากสมการ

$$\lambda = \frac{dx}{nD} \qquad \text{(ค-3)}$$

เมื่อ (n = 1 , 2 , 3 , ...)

สลิตคู่

โทมัส ยัง นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทำการทดลองปรากฏการณ์การแทรกสอดของแสงโดยใช้อุปกรณ์การทดลองดังภาพที่ ค-4

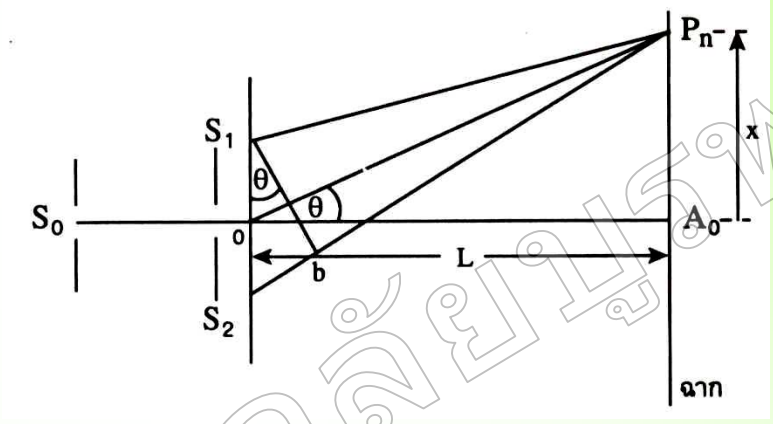


ภาพที่ ค-4 แสดงแนวเสริมกันและแนวหักล้างของการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่

จากภาพที่ ค-4 เมื่อให้แสงสีเดียวผ่านช่องแคบ (slit) S_0 แล้วเลี้ยวเบนตกลงบนช่องแคบคู่ S_1 และ S_2 ช่องแคบ S_1 และ S_2 ทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ เมื่อคลื่นแสงเคลื่อนที่ผ่าน S_1 และ S_2 เดินทางไปพบกันจะทำให้เกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันและหักล้างกัน โดยปรากฏภาพการแทรกสอดบนฉากเห็นเป็นแถบสว่างและแถบมืด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากภาพที่ ค-4 แนว A คือ แนวการแทรกสอดแบบเสริมกัน เกิดแถบสว่างบนฉาก แนว N คือ แนวการแทรกสอดแบบหักล้างกัน เกิดแถบมืดบนฉาก



ภาพที่ ค-5 แสดงการแทรกสอดบนฉาก

จากภาพที่ ค-5 เมื่อให้แสงสีเดียวความยาวคลื่น (λ) เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบ S_0 แล้วเลี้ยวเบนตกลงบนช่องแคบ S_1 และ S_2 ซึ่งจุดกึ่งกลางของช่องแคบ S_1 และ S_2 มีระยะห่างกัน d คลื่นแสงที่เคลื่อนที่ออกจาก S_1 และ S_2 พบกันบนฉากที่จุด P ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการของการแทรกสอด ได้ดังนี้ (เมื่อ P เป็นตำแหน่งบนแนวปฏิบัพ)

$$d\sin\theta = n\lambda \qquad \text{(ค-4)}$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างจากจุดกึ่งกลางของสลิตคู่ (mm)

θ คือ มุมที่กระทำจากจุดกึ่งกลางของสลิตคู่กับตำแหน่งแถบสว่างลำดับต่าง ๆ

n คือ ลำดับของแนวปฏิบัพ (1 , 2 , 3 , ...)

λ คือ ความยาวคลื่นแสง (nm)

มุมที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย ๆ ดังนั้น $\sin\theta \approx \tan\theta$

$$\tan\theta = \frac{x}{D} \qquad \text{(ค-5)}$$

เมื่อ x คือ ระยะห่างจากแถบสว่างกลางถึงแถบสว่างลำดับต่าง ๆ

L คือ ระยะห่างจากฉากถึงสลิตคู่

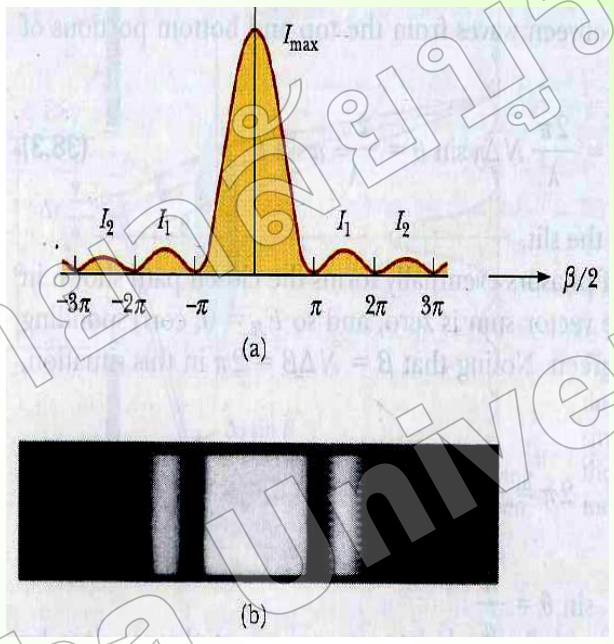
ดังนั้นเราสามารถหาค่าความยาวคลื่นแสงได้จากสมการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

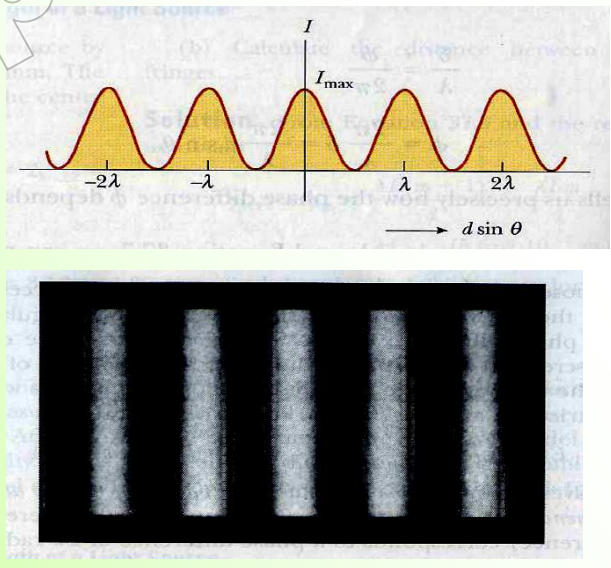
$$\lambda = \frac{dx}{nD} \qquad \text{(ค-6)}$$

เมื่อ (n = 1 , 2 , 3 , ...)

เปรียบเทียบภาพการแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่



ภาพที่ ค-6 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยว



ภาพที่ ค-7 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตคู่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ ค-8 การแทรกสอดของสลิตเดี่ยวและสลิตคู่

เกรตติง

เกรตติงเป็นแผ่นใสมีเส้นตรงทึบแสงขนานกันอย่างสม่ำเสมอจำนวนมากแผ่น เกรตติงจึงเป็นแผ่นที่มีช่องแคบจำนวนมากนั่นเอง แสงความยาวคลื่น λ เมื่อผ่านเกรตติงจะมีการเลี้ยวเบนและแทรกสอด ทำนองเดียวกับเมื่อผ่านช่องแคบคู่ โดยปกติขนาดความกว้างของช่องแคบ (b) ของแผ่นเกรตติงจะมีค่าน้อยและน้อยกว่าระยะระหว่างช่องแคบ (a) มาก ผลจากการแทรกสอดของแสงจึงปรากฏชัดเจน ดังนั้นถ้าเริ่มสังเกตริ้วที่ได้ โดยใช้ช่องแคบที่มีขนาดของช่องค่อยๆ เล็กลง และมีจำนวนช่องค่อยๆเพิ่มขึ้นจะเห็นได้ว่าแถบสว่างกลางของริ้วการเลี้ยวเบนจะค่อยๆกว้างขึ้น และจะมีแถบส่ว่างที่เนื่องจากการแทรกสอดคมชัดมากและอยู่ห่างกันเท่าๆกัน ยิ่งจำนวนช่องแคบใน 1 หน่วยความยาวของเกรตติงมากขึ้น แถบสว่างกลางของริ้วของการเลี้ยวเบนยิ่งกว้างออก และแถบมืด แถบสว่างของการแทรกสอดที่ปรากฏในแถบสว่างกลางของริ้วการเลี้ยวเบน ก็ยิ่งแยกห่างจากกันมากขึ้น ผลที่ได้เป็นดังรูป ที่ 5 ตำแหน่งของแถบสว่างเหล่านี้จะหาได้จากสมการ (ค-7) คือ

$$m\lambda = a \sin \theta_m \qquad \text{(ค-7)}$$

เมื่อ a คือ ระยะห่างระหว่างช่องแคบ 2 ช่องที่ติดกัน

m คือ อันดับของแถบสว่างที่ได้บนฉาก

m = 0 คือ แถบสว่างที่อยู่กลางฉากอยู่ในแนวของแสงตก เรียนกว่า แถบสว่างอันดับที่ศูนย์

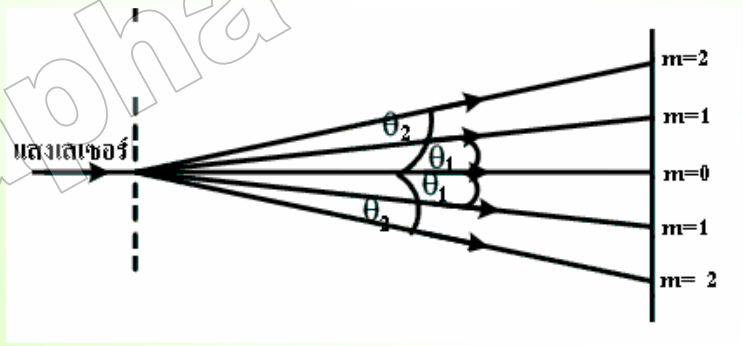
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

m $= \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$ คือ แถบสว่างอันดับที่ 1,2,3,... ทางด้านขวาและด้านซ้ายของแถบสว่างอันดับที่ศูนย์ ตามลำดับ

เกรตติงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถสร้างขึ้นด้วยความละเอียดสูงมาก ค่ามุมที่รับภาพก็อาจวัดได้อย่างแม่นยำ ทำให้วิธีการวัดค่าความยาวคลื่นเป็นไปอย่างสะดวกและมีความ แม่นยำสูง ค่าความยาวคลื่นหาได้ดังนี้

$$\lambda = \frac{a \sin \theta_m}{m} \qquad \text{(ค-8)}$$

ภาพที่ ค-9 การเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง



ภาพที่ ค-10 แสดงการเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง

เกรตติงส่วนใหญ่จะให้มุม θ_1 มากกว่า 10 องศา ซึ่งไม่ถือว่าเป็นมุมเล็กๆ ค่า $\sin \theta$ จึงไม่เท่ากับ $\tan \theta$ ดังนั้นจะต้องมีความระมัดระวังในการคำนวณเป็นพิเศษ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ใบทดลอง

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม **เรื่อง การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน**

หลักการและเหตุผล

แสงสามารถแสดงสมบัติการแทรกสอดได้ เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตคู่หรือ เกรตติง ส่วนสมบัติการเลี้ยวเบนของแสงจะเกิดขึ้นได้เมื่อ แสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยวและให้ริ้วรอยการเลี้ยวเบน เป็นแถบมืดสว่างสลับกันไปเหมือนกับสลิตคู่และเกรตติง แต่ความสว่างและขนาดของแถบสว่างจะกว้างไม่เท่ากัน ซึ่งสมบัติการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงนี้สามารถนำไปคำนวณหาความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านสลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติงได้

จึงสามารถทำการทดลองหาค่าความยาวคลื่นแสงเพื่อนำไปคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของแสงได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับเลี้ยวเบนแสงเพื่อให้เกิดการแทรกสอดบนฉากที่วางอยู่ห่างออกไป 3 แบบ ได้แก่สลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติง

วัตถุประสงค์

1. ทดลองเพื่ออธิบายว่าเมื่อแสงผ่านสลิตคู่หรือเกรตติงแสงจะแสดงสมบัติการแทรกสอด
2. ทดลองเพื่ออธิบายว่าเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยวแล้วแสงจะแสดงสมบัติการเลี้ยวเบน
3. คำนวณหาค่าความยาวคลื่นของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติงได้
4. คำนวณหาค่าดัชนีหักเหของแสงเมื่อผ่านสลิตเดี่ยว สลิตคู่ และ เกรตติงได้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อศึกษาการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง

ทฤษฎี

การเลี้ยวเบนของแสงจะเกิดขึ้นได้เมื่อ แสงเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยวและให้ริ้วรอยการเลี้ยวเบน เป็นแถบมืดสว่าง สลับกันไปเหมือนกับช่องแคบคู่และเกรตติง แต่ความสว่างและขนาดของแถบสว่างจะกว้างไม่เท่ากัน ซึ่งหาระยะของแถบต่างๆ ได้เฉพาะแถบมืดเท่านั้น ส่วน การแทรกสอดของแสงเกิดขึ้น เมื่อแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เคลื่อนที่ผ่านสลิตคู่หรือ เกรตติง ซึ่งสมบัติการแทรกสอดของแสงนี้สามารถนำไปคำนวณหาความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านสลิตคู่หรือเกรตติงได้

การหาความยาวคลื่นแสงเมื่อผ่านตัวกลางใด ๆ จากการเลี้ยวเบนแสงหาได้ดังนี้

1. กรณีแสงเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบเดี่ยว เมื่อฉายแสงเลเซอร์ผ่านช่องแคบเดี่ยวขนาด d แล้วเกิดริ้วการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่าง D โดยระยะจากกลางแถบมืดถึงกลางแถบสว่างกึ่งกลางเท่ากับ x (ภาพที่ ค-11) สามารถหาค่าความยาวคลื่นแสงจากสมการ

$$d\frac{x}{D} = n\lambda \qquad \text{(ค-9)}$$

2. กรณีแสงเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบคู่ เมื่อฉายแสงเลเซอร์ผ่านช่องแคบคู่ที่มีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางของช่องแคบคู่ทั้งสองขนาด a แล้วเกิดริ้วการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่าง D โดยระยะจากกลางแถบมืดถึงกลางแถบสว่างกึ่งกลางเท่ากับ x (ภาพที่ ค-12) สามารถหาค่าความยาวคลื่นแสงจากสมการ

$$a\frac{x}{D} = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \qquad \text{(ค-10)}$$

3. กรณีแสงเลี้ยวเบนผ่านช่องเกรตติง เมื่อฉายแสงเลเซอร์ผ่านเกรตติงที่มีระยะห่างระหว่างช่องของเกรตติงขนาด d แล้วเกิดริ้วการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่าง D โดยค่าเฉลี่ยระยะห่างแถบสว่างทางด้านขวาและด้านซ้ายของแถบสว่างกลางเท่ากับ x (ภาพที่ ค-13) สามารถหาค่าความยาวคลื่นแสงจากสมการ

$$d\sin\theta = m\lambda \qquad \text{(ค-11)}$$

โดยที่

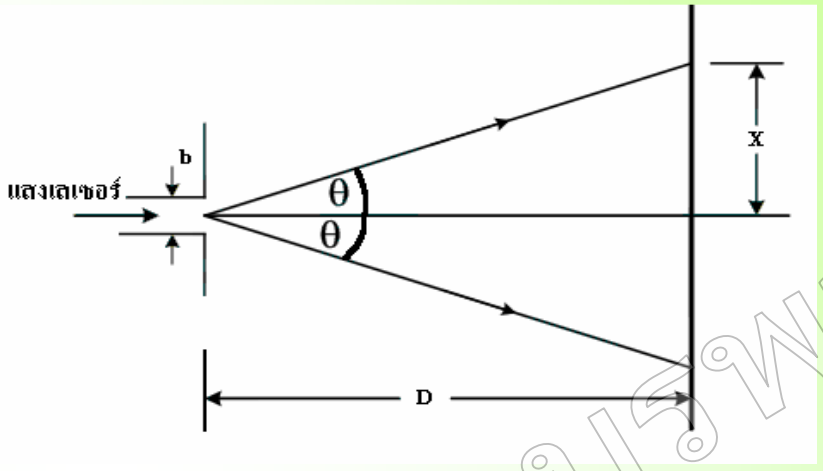
$$\sin\theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + D^2}}$$

ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นแสงและค่าดัชนีหักเหในตัวกลางต่างชนิด สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

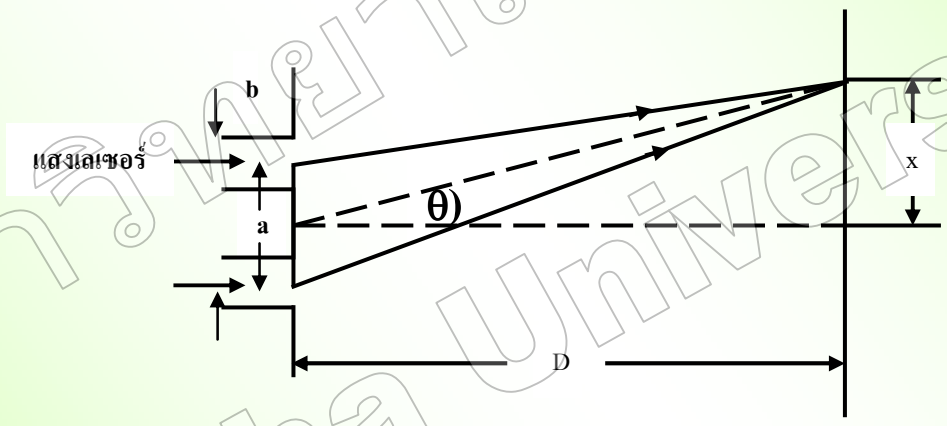
$$n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2 \qquad \text{(ค-12)}$$

จากสมการ (2) หากทราบค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 (n_1) และความยาวคลื่นแสงในตัวกลางที่ 1 (λ_1) และตัวกลางที่ 2 (λ_2) ก็จะสามารถหาค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 (n_2) ซึ่งต้องการทราบค่าได้

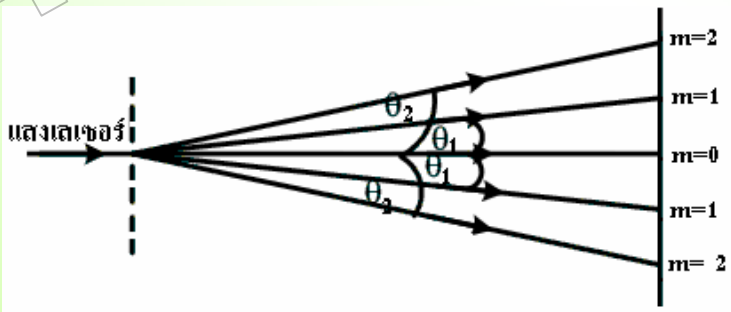
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ ค-11 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว



ภาพที่ ค-12 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบคู่



ภาพที่ ค-13 แนวทางเดินของแสงผ่านเกรตติง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ส่วนประกอบของชุดทดลอง

ชุดทดลองที่ใช้ในการหาค่าความยาวคลื่นแสงในตัวกลางต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ชุดดังนี้

1. ชุดทดลองที่ 1 ชุดทดลองของสลิตเดี่ยวและสลิตคู่ ชุดทดลองนี้ใช้สลิตเดี่ยวและสลิตคู่ เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ ค-14 มีส่วนประกอบดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแสง 2 ชนิด ได้แก่ สลิตเดี่ยว และสลิตคู่ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในกล่องพลาสติกสำหรับใส่ของเหลว

2. แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ให้แสงเลเซอร์ขนาดความยาวคลื่น 650±10 nm

3. อุปกรณ์ใส่กระบอกเลเซอร์ทำจากท่อเหล็ก มีช่องสำหรับใส่กระบอกเลเซอร์ ตรงกลางช่องบนติดหางปลา 1 อัน เพื่อทำหน้าที่ปิด–เปิดสวิทช์ของเลเซอร์ มีเสาสูง 27 cm ที่สามารถปรับระดับเลื่อนขึ้นและลงได้

4. ฉากรองรับริ้วการแทรกสอด ขนาด 30x20 cm ขามีล้อเลื่อนที่สามารถเลื่อนเข้าและออกได้ตามระยะที่กำหนด ติดกระดาษกราฟที่ฉากเพื่อใช้ในการขีดเส้นชี้ตำแหน่งแถบมืด (ดังภาพที่ 4-3)

5. รางเลื่อนขนาด 7x200 cm มีสเกลวัดระยะติดรางเลื่อนตรงกลาง เพื่อในการอ่านค่าขณะเลื่อนไปยังตำแหน่งที่กำหนด

6. กล่องพลาสติกสำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเห ขนาด 5x10 cm ภายในมีฐานรองสำหรับวางอุปกรณ์ที่ต้องการวัดโดยวางไว้ตำแหน่งกลางกล่อง คือ 5 cm

ภาพที่ ค-14 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเห กรณีใช้สลิตเดี่ยวและสลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ชุดทดลองที่ 2 ชุดทดลองของเกรตติง ชุดทดลองนี้ใช้เกรตติง เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ ค-15 มีส่วนประกอบดังนี้

1. ใช้เกรตติงเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแสง ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในกล่องพลาสติกสำหรับใส่ของเหลว

2. แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ให้แสงเลเซอร์ขนาดความยาวคลื่น 650±10 nm

3. อุปกรณ์ใส่กระบอกเลเซอร์ทำจากท่อเหล็ก มีช่องสำหรับใส่กระบอกเลเซอร์ ตรงกลางช่องบนติดหางปลา 1 อัน เพื่อทำหน้าที่ปิด–เปิดสวิทช์ของเลเซอร์ มีเสาสูง 27 cm ที่สามารถปรับระดับเลื่อนขึ้นและลงได้

4. กล่องพลาสติกที่มีขนาด 5x10 cm มีแขนทั้ง 2 ข้าง ยาว 20 cm สำหรับใส่ฉาก โดยแขนทั้ง 2 ข้างมีช่องห่างกันช่องละ 2 cm ลึก 1 cm จำนวน 10 ช่อง

5. ฉากทำจากแผ่นพลาสติกติดกระดาษกราฟ สูง 5 cm ยาว 30 cm

ภาพที่ ค-15 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเหเมื่อใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธีการทดลอง

การหาค่าดัชนีหักเหน้ำ โดยใช้แผ่นสลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแสง แบ่งวิธีการทดลองเป็น 2 วิธีดังนี้

1. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำโดยใช้แผ่นสลิตเดี่ยวและสลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแส ง มีวิธีการดังนี้

1.1 ติดตั้งชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ

1.2 ทำการทดลองกับน้ำที่อุณหภูมิห้อง

1.3 วัดระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวถึงฉาก (D) โดยทำการทดลองที่ระยะห่าง 3 ค่าคือ 50 cm 100 cm และ 150 cm

1.4. วัดระยะห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง ถึงจุดกึ่งกลางของแถบมืดที่ 1 (n = 1) เป็น x

1.5. คำนวณหาค่าความยาวคลื่นของแสงในตัวกลางที่ 2 แล้วแทนค่าในสมการ $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ

1.6 ทำการทดลองระยะห่างละ 5 ครั้ง แล้วหาค่าดัชนีหักเหของน้ำเฉลี่ย

1.7 ทำการทดลองซ้ำแต่เปลี่ยนตัวเลี้ยวเบนแสงจากสลิตเดี่ยวเป็นสลิตคู่

2. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำโดยใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแส ง มีวิธีการดังนี้

2.1 ติดตั้งชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ

2.2 ทำการทดลองกับน้ำที่อุณหภูมิห้อง

2.3 วัดระยะห่างเกรตติง ถึงฉาก (D)

2.4. วัดระยะห่างจากแถบสว่างกลางถึงแถบสว่างที่ 1 ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา (n = 1) หาค่าเฉลี่ยของแถบสว่างที่ 1 ทั้ง 2 ด้าน เป็น x

2.5 คำนวณหาค่าความยาวคลื่นของแสงในตัวกลางที่ 2 แล้วแทนค่าในสมการ $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ

2.6 ทำการทดลองระยะห่างละ 5 ครั้ง แล้วหาค่าดัชนีหักเหของน้ำเฉลี่ย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการทดลอง

1. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ โดยใช้สลิตเดี่ยวเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง

ตารางที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงในอากาศด้วยสลิตเดี่ยว

D (cm)	x (mm)	$\lambda_{อากาศ}$ (nm)	%error

ตารางที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงในน้ำด้วยสลิตเดี่ยว

D (cm)	x (mm)	$\lambda_{น้ำ}$ (nm)	%error

ตารางที่ 3 การหาดัชนีหักเหของน้ำด้วยสลิตเดี่ยว

D (cm)	$\lambda_{อากาศ}$ (nm)	$\lambda_{น้ำ}$ (nm)	($n_{น้ำ}$)	%error

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ โดยใช้สลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง

ตารางที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงในอากาศด้วยสลิตคู่

D (cm)	x (mm)	$\lambda_{อากาศ}$ (nm)	%error

ตารางที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงในน้ำด้วยสลิตคู่

D (cm)	x (mm)	$\lambda_{น้ำ}$ (nm)	%error

ตารางที่ 3 การหาดัชนีหักเหของน้ำด้วยสลิตคู่

D (cm)	$\lambda_{อากาศ}$ (nm)	$\lambda_{น้ำ}$ (nm)	($n_{น้ำ}$)	%error

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ โดยใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง

ตารางที่ 1 การหาความยาวคลื่นของแสงในอากาศด้วยเกรตติง

D (cm)	ระยะห่างระหว่างจุดสว่างกลาง (x)			$\lambda_{อากาศ}$ (nm)
	$x_{ซ้าย}$ (mm)	$x_{ขวา}$ (mm)	$\bar{x}$ (mm)	

ตารางที่ 2 การหาความยาวคลื่นของแสงในน้ำด้วยเกรตติง

D (cm)	ระยะห่างระหว่างจุดสว่างกลาง (x)			$\lambda_{น้ำ}$ (nm)
	$x_{ซ้าย}$ (mm)	$x_{ขวา}$ (mm)	$\bar{x}$ (mm)	

ตารางที่ 3 การหาดัชนีหักเหของน้ำด้วยเกรตติง

D (cm)	$\lambda_{อากาศ}$ (nm)	$\lambda_{น้ำ}$ (nm)	($n_{น้ำ}$)	%error

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิเคราะห์ผลการทดลอง

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ใบทดสอบ

เรื่อง การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ใช้แสงมีความยาวคลื่น 400 nm ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ 50 μm เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดแรกห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 6.0 mm. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกันกี่เซนติเมตร

   ก. 25 ซม. ข. 50 ซม. ค. 75 ซม. ง. 100 ซม.

2. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกัน 80 เซนติเมตร ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ 80 μm เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดที่สองห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 8.0 mm. แสดงว่าใช้แสงมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

   ก. 300 ข. 400 ค. 500 ง. 600

3. ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ 1 μm และเกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยจะพบแถบมืดจะเกิดบนฉากได้สูงสุดกี่แถบ ถ้าใช้แสงมีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร

   ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6

4. แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยว แล้วปรากฏภาพบนฉากเป็นแถบสว่างหลายแถบ ที่ระยะห่าง 2.5 เมตร และ ระยะระหว่างจุดมืดของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.2 ซม. อยากทราบว่าสลิตกว้างกี่ไมโครเมตร

   ก. 250 ข. 350 ค. 450 ง. 550

5. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับริ้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 100 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.02 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ ถ้าแสงนี้มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรแถบมืดที่ 1 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกันกี่เซนติเมตร

   ก. 10 ข. 12 ค. 14 ง. 16

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับริ้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 280 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.07 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ แถบมืดที่ 3 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกัน 4 เซนติเมตร แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

   ก. 200 ข. 300 ค. 400 ง. 500

7. จากการทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงสี 2 แสงสี โดยวางฉากรับริ้วการแทรกสอดไว้ห่างจากสลิตคู่และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเท่ากัน พบว่าแถบสว่างที่ 3 ของแสงสีแรก เกิดขึ้นที่เดียวกับ แถบสว่างที่ 5 ของแสงสีที่สอง แสงสีแรกมีความยาวคลื่น เป็นกี่เท่าของแสงสีที่ 2

   ก. $\frac{4}{3}$ ข. $\frac{5}{3}$ ค. $\frac{7}{3}$ ง. $\frac{8}{3}$

8. ให้แสงสีเดียวความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนเส้น 4,000 เส้นต่อเซนติเมตร จงหาจำนวนแถบสว่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่จะปรากฏบนฉาก

   ก. 5 ข. 7 ค. 9 ง. 11

9. ให้แสงสีเดียวส่องผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 5,000 ช่องต่อตารางเซนติเมตร แล้วเกิดแถบสว่างปรากฏบนฉากจำนวนทั้ง 9 แถบ แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

   ก. 300 ข. 400 ค. 500 ง. 600

10. แสงสีขาวที่ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 200 ช่องต่อความยาว 1 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้แสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร เลี้ยวเบนห่างจากแถบสีขาว 0.8 เซนติเมตร จะต้องวางฉาก ให้ห่างจากเกรตติงอย่างน้อยเป็นระยะกี่เซนติเมตร

   ก. 50 ข. 60 ค. 70 ง. 80

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University