

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การออกแบบชุดทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์

ระยะระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต

ระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต สำหรับการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ ต้องเป็นระยะไกลๆ จึงจะทำให้ลำแสง ขนานแล้วภาพที่ปรากฏบนฉากสามารถ แยกแถบมืดสว่างได้ ด้วยการสังเกต ระยะที่เลือกใช้ คือ 1.0 ถึง 3.0 เมตร

ความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง

ความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง สำหรับการแทรกสอดและ การเลี้ยวเบนแสงแบบ เฟรอนโฮเฟอร์ ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับความกว้างของช่องสลิตเดี่ยว หรือระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่ที่สร้างขึ้น ความยาวคลื่นที่เลือกใช้ คือ เลเซอร์พ อยน์เตอร์สีแดง 630 นาโนเมตรและเลเซอร์พ อยน์เตอร์สีเขียว 532 นาโนเมตร

5.1.2 การออกแบบและสร้างสลิตที่ควบคุมขนาดได้ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3

ขนาดสลิตที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3 ขนาดความกว้างและระยะห่างระหว่างสลิตอยู่ในระดับไมโครเมตร และน้อยกว่าความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการทดลอง พิมพ์ลงบนแผ่นฟิล์มกราฟิกในรูปแบบเหมือนที่ออกแบบ โดยสลิตที่ออกแบบมี 3 แบบ คือ สลิตเดี่ยว สลิตคู่ที่ความกว้างของช่องเท่ากัน (สมมาตร) และสลิตเดี่ยว ที่ความกว้างของช่องไม่เท่ากัน (ไม่สมมาตร)

5.1.3 การวิเคราะห์ความกว้างของช่องสลิตโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงแสงด้วยโปรแกรม Motic Image Plus Version 2.0

วิเคราะห์ความกว้างของช่องสลิตเดี่ยว (a) และระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่ (d) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงแสงด้วยโปรแกรม Motic Image Plus Version 2.0 โดยการวิเคราะห์ความกว้างของช่องสลิตเดี่ยวจะวัดความกว้างจากขอบด้านซ้ายถึงด้านขวา สำหรับสลิตคู่จะวัดระยะห่างระหว่างช่องจากตำแหน่งตรงกลางของสลิตเดี่ยวด้านซ้ายถึงตรงกลางสลิตเดี่ยวด้านขวา วัดค่าความกว้าง ณ

ตำแหน่งต่างๆ 10 ตำแหน่ง เพื่อดู ความสม่ำเสมอของ ความกว้าง สลิต แล้วหาค่าเฉลี่ย สำหรับ 10 ตำแหน่งที่วัดได้ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้ไม่เกิน 15% จากขนาดที่ออกแบบ

5.1.4 การทดลองหาค่าความกว้างของช่องสลิตด้วยวิธีการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์

ทดลองให้ระยะแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ผ่านสลิตเป็นลำแสงขนาน กำหนดระยะแหล่งกำเนิดแสง และสลิตประมาณ 0.5 เมตร จากระบบการวัดสเกลกราฟ ห่างจากสลิตเป็นระยะ 1.5 เมตร ค่าความกว้างของช่องสลิตเทียบกับค่าที่วัดได้จากกล้องจุลทรรศน์ มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 12% และ 6% สำหรับสลิตเดี่ยวและสลิตคู่ ตามลำดับ

5.1.5 การแปลงภาพถ่ายดิจิทัลของการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงเป็นกราฟการกระจายความเข้มแสงด้วยโปรแกรม Image J

ได้กราฟการกระจายความเข้มแสง เทียบกับตำแหน่ง สอดคล้องกับผลที่ได้จากภาพถ่าย ดิจิทัล โดยขนาดความกว้างของแถบสว่างกลางพบว่า กว้างมากกว่าแถบสว่างลำดับถัดๆ ไป (ประมาณ 2 เท่า) ซึ่งแถบสว่างลำดับอื่นๆ มีขนาดความกว้างเท่าๆ กัน และความเข้มแสงของแถบสว่างกลางสูงกว่า แถบสว่างลำดับถัดๆ ไปมาก สำหรับสลิตคู่ เห็นแถบ มีดสว่างจากการแทรกสอดอยู่ภายในแถบ การเลี้ยวเบนภายนอก เทียบตำแหน่ง pixels ของตำแหน่งกับระยะได้ คือ 4.8 pixels เท่ากับ 1 มิลลิเมตร

5.1.6 การศึกษาตัวแปร a , d , L และ λ วัดค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆของการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่

ผลการศึกษา a , d , L และ λ ของการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ ผ่านสลิตเดี่ยวพบว่า ค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆ (y_m) จะแปรผกผันกับความกว้างของช่องสลิต (a) แต่จะแปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต (L) และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง (λ) สำหรับสลิตคู่ ค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบสว่างกลางอันดับใดๆ (y_n) จะแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างช่องสลิต (d) แต่จะแปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต (L) และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง (λ)

5.1.7 การศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวน แถบสว่างของการแทรกสอดภายในต่อจำนวน แถบมืดของการเลี้ยวเบนภายนอกเทียบกับอัตราส่วนระยะห่างระหว่าง สลิตต่อความกว้างของช่องสลิตคู่

อัตราส่วน จำนวน แถบสว่างของการแทรกสอดภายใน (N) ต่อจำนวน แถบมืดของการเลี้ยวเบนภายนอก (M) เท่ากับอัตราส่วนระยะห่างระหว่างสลิต (d) ต่อความกว้างของช่องสลิต (a)

5.1.8 การออกแบบการสอนหลักการเรื่องการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงโดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะให้นักเรียนในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ผ่านสลิตเดี่ยว

- ความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดที่ 532 และ 630 นาโนเมตร
- ขนาดความกว้างของสลิตน้อยกว่าความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง
- ระยะห่างระหว่างสลิตถึงฉากรับภาพระยะไกลๆ ประมาณ 1.0 ถึง 3.0 เมตร

การทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ผ่านสลิตคู่

- ความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดแสงที่ 532 และ 630 นาโนเมตร
- ขนาดระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่น้อยกว่าความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง
- ระยะห่างระหว่างสลิตถึงฉากรับภาพระยะไกลๆ ประมาณ 1.0 ถึง 3.0 เมตร
- ให้แสงผ่านสลิตคู่ที่ความกว้างของช่องเท่ากัน (สมมาตร) และไม่เท่ากัน (ไม่สมมาตร) รูปแบบการกระจายความแสงซ้ำๆ แตกต่างกันไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การจัดอุปกรณ์ชุดการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ สลิต และฉากรับภาพต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. ในการออกแบบสร้างสลิตด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator สำหรับขั้นตอนการวาดภาพสลิตนั้นให้เลือกรูปแบบเส้นที่มีความคมชัดมากและขนาดความหนาแน่นน้อยที่สุดเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น
3. การพิมพ์ฟิล์มที่โรงพิมพ์ห้ามขยายภาพขณะสั่งพิมพ์ เพราะจะเป็นการไปขยายขนาดความกว้างของช่องสลิต จะทำให้ความกว้างของช่องสลิตที่ออกแบบเกิดความคลาดเคลื่อนได้

4. การใช้โปรแกรม Image J ในการวิเคราะห์การกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงจากภาพถ่ายดิจิทัลต้องลากเส้นผ่านสลิตให้ถึงกลาง
5. การรับภาพควรติดสเกลกราฟด้วยเพื่อป้องกันการบันทึกตำแหน่งคลาดเคลื่อนและเป็นข้อมูลระยะความกว้างแถบมืดสว่างที่น่าเชื่อถือแม้ว่าจะเกิดการย่อหรือขยายภาพ
6. ควรทำการทดลองด้วย เลเซอร์พอยน์เตอร์ทั่วไปแทนเลเซอร์ฮีเลียม-นีออน (He-Ne laser) เพราะหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก

5.3 แนวทางในการพัฒนางานวิจัย

1. การออกแบบสร้างสลิตด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator สามารถประยุกต์ใช้สร้างสลิตในรูปแบบต่างๆที่หลากหลายได้ เช่น สลิตสาม สลิตสี่ สลิตทรงเรขาคณิตอื่นๆ
2. การออกแบบชุดการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัยหรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้