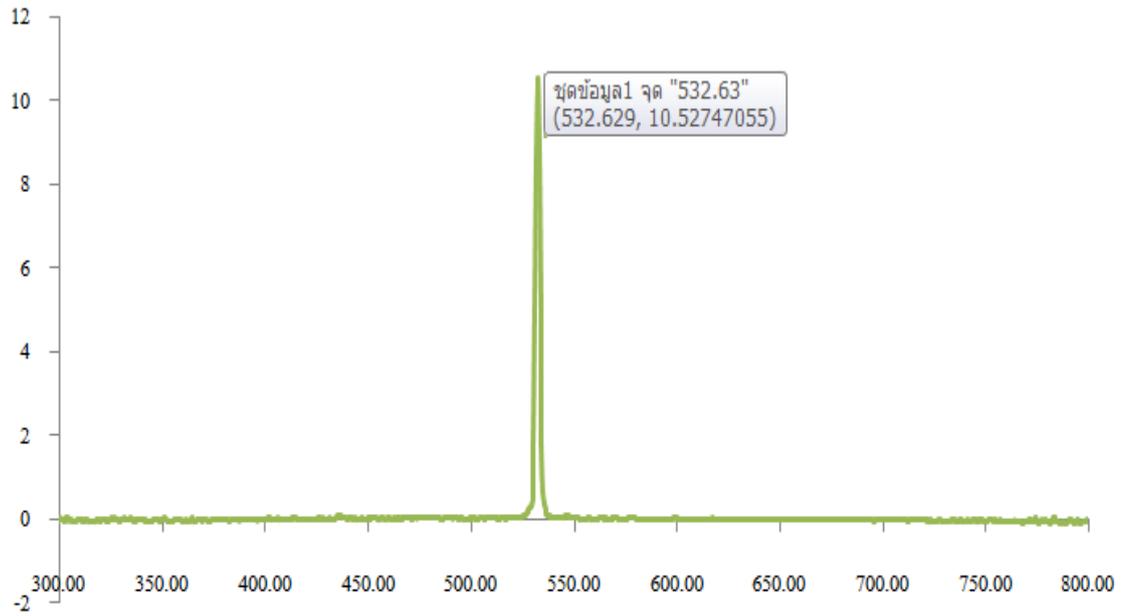
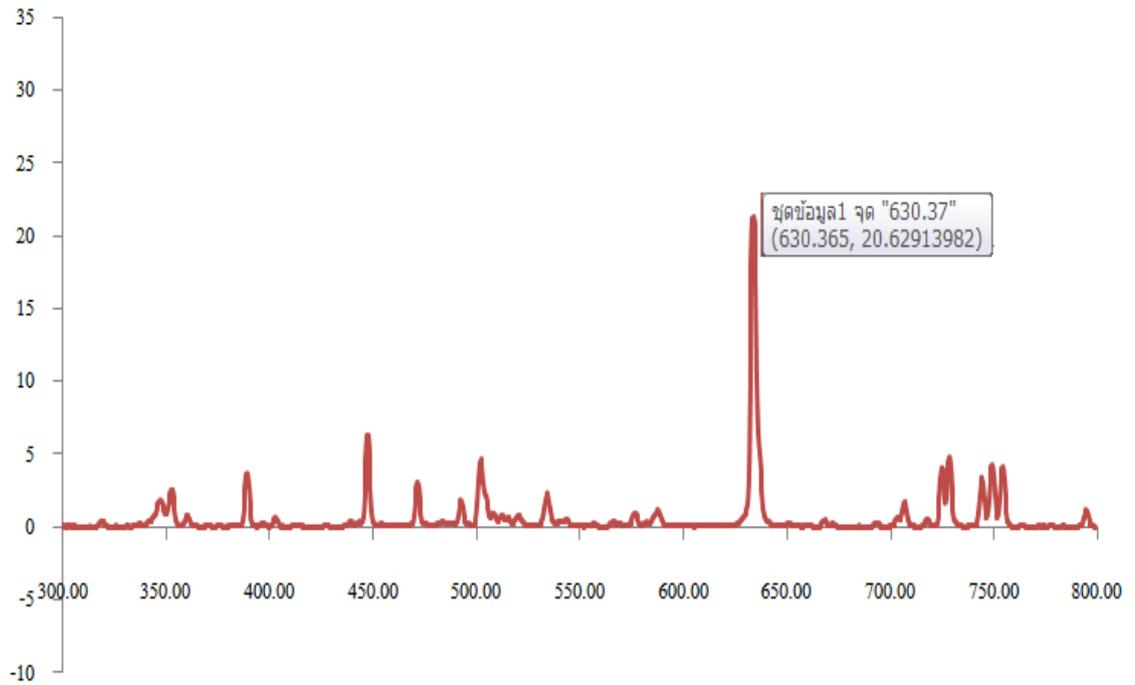


ภาคผนวก ก

ผลการวัดสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์พอยน์เตอร์



รูปที่ ก. 1 ค่าความยาวคลื่นของเลเซอร์พอยน์เตอร์แสงสีเขียว



รูปที่ ก. 2 ค่าความยาวคลื่นของเลเซอร์พอยน์เตอร์แสงสีแดง

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณหาความกว้างของช่องสลิตเดี่ยว

### การคำนวณค่าความกว้างของช่องสลิตเดี่ยว



รูปที่ ข.1 รูปแบบการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

จากตัวอย่างรูปที่ ข.1 ที่ได้จากการทดลองการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอน์โฮเฟอร์ ผ่านสลิตที่ออกแบบขนาด 50 ไมโครเมตร ค่าการวิเคราะห์จากกล้องจุลทรรศน์เชิงแสง 46.95 ไมโครเมตร กำหนดระยะห่างระหว่างสลิต (L) เท่ากับ 1.5 เมตร ค่าความยาวคลื่นแหล่งกำเนิดแสง เลเซอร์  $\lambda$  เท่ากับ 630 นาโนเมตร จากภาพการทดลองวัดระยะห่างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืด อันดับ 1 เท่ากับ 18 มิลลิเมตร

สามารถคำนวณหาค่าความกว้างของช่องสลิตเดี่ยวจากสมการ  $a \frac{y}{L} = m \lambda$

$$\text{แทนค่า} \quad a = \frac{630 \times 1.5}{18} \mu\text{m}$$

$$a = 52.50 \mu\text{m}$$

คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าที่วิเคราะห์จากกล้องจุลทรรศน์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{46.95 - 52.50}{46.95} \right| \times 100\%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = 11.8\%$$

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณหาความกว้างระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่

## การคำนวณค่าความกว้างระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่



รูปที่ ค.1 รูปแบบการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

จากตัวอย่างรูปที่ ค.1 ผลที่ได้จากการทดลองการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอน์โฮเฟอร์ผ่านสลิตคู่แบบขนาด 250 ไมโครเมตร ค่าการวิเคราะห์จากกล้องจุลทรรศน์เชิงแสง 225.76 ไมโครเมตร กำหนดระยะห่างระหว่างสลิต (L) เท่ากับ 1.5 เมตร ค่าความยาวคลื่นแหล่งกำเนิดเลเซอร์  $\lambda$  เท่ากับ 630 นาโนเมตร จากภาพการทดลองวัดระยะห่างจากแถบสว่างกลางมายังแถบสว่างอันดับ 1 ของการแทรกสอดเท่ากับ 4 มิลลิเมตร

สามารถคำนวณหาค่าความกว้างของระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่จากสมการ  $d \frac{y}{L} = n\lambda$

$$\text{แทนค่า} \quad d = \frac{630 \times 1.5}{4} \mu\text{m}$$

$$d = 236.25 \mu\text{m}$$

คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าที่วิเคราะห์จากกล้องจุลทรรศน์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{225.76 - 236.25}{225.76} \right| \times 100\%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = 4.64\%$$

ภาคผนวก ง  
เอกสารการประชุมทางวิชาการ (Proceeding)

บทคัดย่อการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 53 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



# 53<sup>rd</sup> KASETSART UNIVERSITY ANNUAL CONFERENCE

## Book of Abstracts



คณะเกษตรศาสตร์ Education

คณะสัตวแพทยศาสตร์ Veterinary Medicine

คณะวนศาสตร์ Forestry

คณะเศรษฐศาสตร์ Economics and Business Administration

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ Humanities and Social Sciences

Smart Agriculture 'The future of Thailand'

การสอนหลักการเรื่องการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงโดยการทดลองผ่านกระบวนการสอน  
แบบสืบเสาะให้นักเรียนในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Teaching Concepts of Interference and Diffraction by Experiments via Inquiry Based Method to  
Engage Students in the High School Physics Course

นัทชารินทร์ อาษาทอง<sup>1</sup> มยุรี หาญสุพานุสรณ์<sup>1</sup> และ แสงกฤษ กลั่นบุศย์<sup>1</sup>  
Nutcharin Asathong<sup>1</sup> Mayuree Hansupanusorn<sup>1</sup> and Saengkrit Klunboot<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ**

บทความนี้เป็นการออกแบบการนำเสนอกิจกรรมการทดลองการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้จากอุปกรณ์ที่มีให้ในเรื่องการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสง ได้ใช้เลเซอร์ สลิทเดี่ยว สลิทคู่ที่ความกว้างของช่องเท่ากันและไม่เท่ากัน กล้องถ่ายภาพและซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์โปรแกรมอิมเมจเจเป็นอุปกรณ์การทดลองและศึกษาความแตกต่างของรูปแบบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง ในการจัดกิจกรรมใช้เวลา 3 ชั่วโมง โดยระหว่างการทำกิจกรรมผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและตรวจสอบสมมติฐานนั้น ซึ่งกิจกรรมนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะการออกแบบการทดลอง

**ABSTRACT**

An activity for the purpose of teaching concepts of interference and diffraction by experiment via inquiry based method to engage students in the high school optics course was designed. The apparatus is essentially the commercial laser source, single slit, normal and modified double slit, digital camera and image J program software computer. The main objective is to study how the different pattern between diffraction patterns and interference pattern. The activity requires about 3 h of class time plus time for a discussion. During the activity, the instructor stimulates the student to generate the assumption(s) and experimental method to prove the assumption(s). This activity is expected to enhance the students' problem solving skill and experimental design skill.

Key Words: fraunhofer diffraction, Interference, single slit, double slit

Corresponding author; e-mail address: mayuree.kit@kmutt.ac.th

<sup>1</sup>ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

## คำนำ

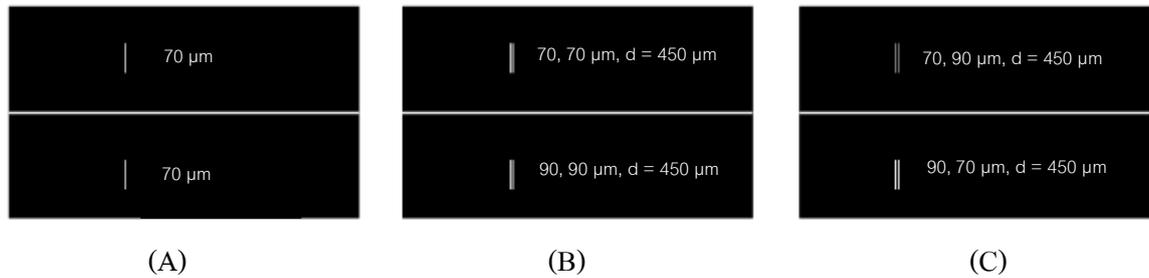
แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้วการศึกษาปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงจะศึกษาคุณสมบัติของแสงโดยใช้ความเป็นคลื่นของแสงในการอธิบายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของการแทรกสอดของคลื่นแสงว่าเป็นการรวมกันของคลื่นแสงหลายขบวน โดยผลลัพธ์ของการรวมคลื่นแสงจะหาได้จากการรวมกันแบบพีชคณิตโดยตรง ซึ่งการรวมคลื่นแสงมีทั้งการรวมแบบเสริมกันและแบบหักล้างกัน ตรงบริเวณที่คลื่นแสงเกิดการรวมกันแบบเสริมกันจะเกิดริ้วสว่างส่วนบริเวณใดที่คลื่นแสงเกิดการรวมกันแบบหักล้างจะเกิดริ้วมืด การทดลองเกี่ยวกับแสงมีหลายวิธีที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย งานวิจัยของ Harriet, et al. (2004) ได้สร้างสไลทจากฉายแสงผ่านลวดหลายเพื่อศึกษารูปแบบปรากฏการณ์เลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงในห้องปฏิบัติการระดับมหาวิทยาลัยเพื่อยืนยันให้ผู้เรียนเข้าใจว่าแสงเป็นคลื่นเกิดการแทรกสอดและเลี้ยวเบนได้ สำหรับงานวิจัยของ Eugenia, et al. (2013) ได้ทำการทดลองสอนเรื่องแสงอย่างง่ายผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยการยกตัวอย่างปรากฏการณ์หักเหและสะท้อนของแสงผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องแสงมากขึ้น

แนวคิดที่จะสอนหลักการเรื่องการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงโดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะให้นักเรียน โดยให้แสงผ่านสลิทรูปแบบต่างๆที่สร้างขึ้นเองไปตกบนฉากรับภาพที่อยู่ไกลเกิดแถบริ้วมืด-สว่าง แล้ววิเคราะห์หลักการและความสัมพันธ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านโปรแกรม Image J เพื่อให้นักเรียนได้รับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะการออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งแก้ไขความรู้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของนักเรียน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมสไลทจากแผ่นฟิล์มกราฟิก

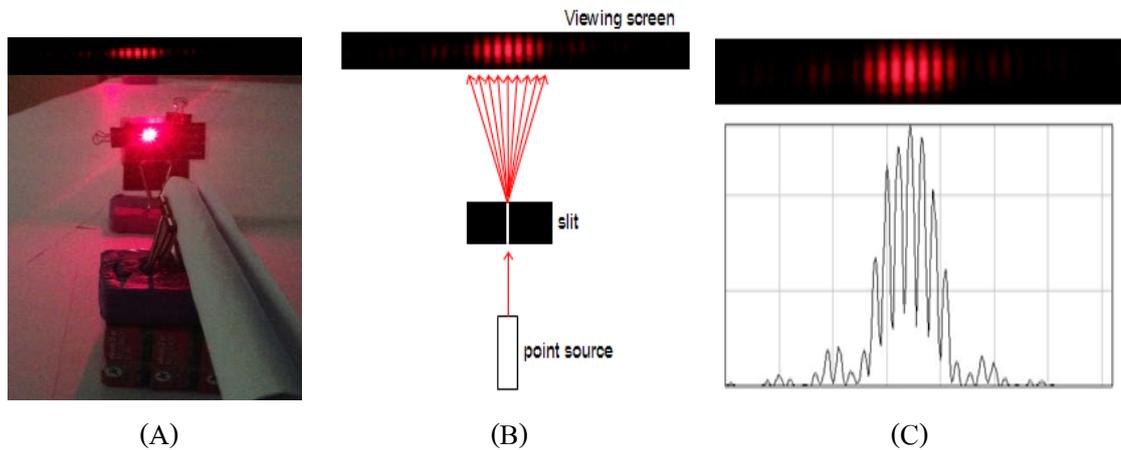
สไลทที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้จะเตรียมโดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator CS3 ในการออกแบบกำหนดความกว้างของช่องสลิทและระยะห่างของช่องสลิทตามที่ต้องการแล้วนำไปพิมพ์ฟิล์ม สำหรับกระบวนการพิมพ์ฟิล์มจะใช้ฟิล์มกราฟิกยี่ห้อ AGFA รุ่น E2V4N พิมพ์ลงบนเครื่องสร้างฟิล์มรุ่น Heidelberg primesetter 102 เลือกพิมพ์ฟิล์มชนิดเหมือนกับที่ออกแบบ (positive) ก็จะได้สลิทตามขนาดที่ออกแบบดัง Figure 1



**Figure 1** The slits for experiment (A) a single slit , (B) normal double slit and (C) modified double slit.

### การจัดตั้งอุปกรณ์ชุดการทดลองการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์

การจัดตั้งอุปกรณ์ชุดการทดลองในการศึกษารูปแบบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรอนโฮเฟอร์ ให้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ผ่านสลิตคู่แล้วทำให้แสงเลี้ยวเบนและแทรกสอดตกบนฉากรับภาพเกิดเป็นแถบริ้วมืด-สว่าง ดัง Figure 2 (A) ถ่ายภาพริ้วมืด-สว่างที่ปรากฏบนฉากดัง Figure 2 (B) แล้วนำมาแปลงเป็นข้อมูลกราฟการกระจายความเข้มแสงด้วยโปรแกรม Image J ดัง Figure 2 (C) ผู้สอนทำการสร้างความสนใจ (Engage) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้วรวบรวมคำตอบจัดเป็นกลุ่ม โดยมีคำถามดังนี้ 1) นักเรียนมองเห็นอะไรในภาพ แนวคำตอบที่รวบรวมได้จากนักเรียน คือ 1) เห็นแถบริ้วมืด-สว่างทับซ้อนกันทั้งชั้นนอกและชั้นใน ซึ่งชั้นนอกสว่าง ใจกลางใหญ่กว่าชั้นถัดไป ส่วนชั้นในริ้วสว่าง-มืดทุกริ้วมีขนาดใกล้เคียงกัน 2) เห็นความสว่างชั้นนอกมีริ้วสว่างกลางมากกว่าริ้วสว่างอื่นที่ถัดไปซ้ายขวาที่ติดกัน ส่วนความสว่างชั้นในริ้วสว่างกลางจะสว่างใกล้เคียงกับริ้วสว่างอื่นที่ถัดไปซ้ายขวา 3) ที่ตำแหน่งริ้วมืดชั้นนอกสามารถเกิดริ้วสว่างชั้นในได้ด้วย หลังจากได้คำตอบจากความคิดเห็นจากนักเรียนสำหรับคำถามที่ 1 แล้ว ผู้สอนจะยังคงไม่เฉลยคำตอบว่าสิ่งที่นักเรียนตอบมานั้นถูกต้องหรือไม่แต่จะกระตุ้นด้วยคำถามที่ 2 ต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้นจากสิ่งที่เห็น 2) นักเรียนคิดว่าภาพที่เห็นนี้แสดงหลักการทางฟิสิกส์เรื่องอะไร แนวคำตอบที่รวบรวมได้จากนักเรียน คือ 1) แสงที่ผ่านช่องสลิตคู่จะเลี้ยวเบนผ่านขอบช่องสลิตเกิดปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงขึ้น 2) แสงที่ผ่านช่องสลิตมีแหล่งกำเนิดหลายแหล่งกำเนิดจะเกิดปรากฏการณ์การแทรกสอดของแสงขึ้น 3) แสงผ่าน สลิตคู่ซึ่งคล้ายกับสลิตเดี่ยวสองอันใกล้กันเกิดการเลี้ยวเบนผ่านขอบช่องเปิดแต่ละอันซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงสองแหล่งที่อยู่ใกล้กันมากทำให้แสงสองแหล่งกำเนิดรวมกันเกิดการแทรกสอดขึ้น เมื่อผู้สอนเสร็จสิ้นกระบวนการ สร้างความสนใจ (Engage) นักเรียน ซึ่งให้ได้มาซึ่งคำตอบที่หลากหลายแล้ว ผู้สอนทำการออกแบบการทดลองโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลองเพื่อ สำรวจและค้นหา (Explore) คำตอบด้วยตนเอง



**Figure 2** (A) The experiment set-up of diffraction and interference, (B) diagram of diffraction and interference and (C) diffraction and interference pattern for normal double slit width  $a_1 = a_2 = 90 \mu\text{m}$  and distance  $d = 450 \mu\text{m}$

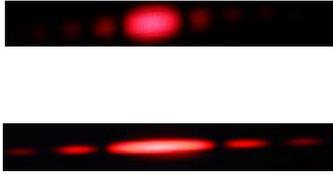
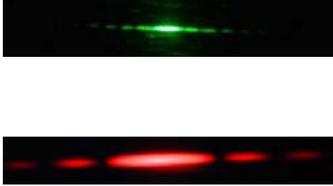
### การทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิต

ทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเพื่อสำรวจและค้นหา (Explore) ค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับที่ 1 ( $y_{m=1}$ ) โดยจัดตั้งอุปกรณ์ตาม Figure 2 (A) เปลี่ยนตัวแปรที่นักเรียนคิดว่าเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับ การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง เช่น ชนิดของสลิต ความกว้างของช่องสลิต ( $a$ ) ระยะห่างระหว่างช่องสลิต ( $d$ ) ระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต ( $L$ ) และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง ( $\lambda$ ) นอกจากนั้นให้ทำการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิต คู่แต่ทำการปิดช่องเปิดข้างใดข้างหนึ่ง สังเกตสิ่งที่เห็นบนฉากและบันทึกผล เพิ่มเติมการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยวที่ความกว้าง  $90 \mu\text{m}$  ไมโครเมตรและสลิตคู่ที่ความกว้างของช่องสลิตแต่ละด้านไม่เท่ากัน  $a_1 = 70 \mu\text{m}$  ไมโครเมตร  $a_2 = 90 \mu\text{m}$  ไมโครเมตร และ  $d = 450 \mu\text{m}$  ไมโครเมตร กำหนดระยะห่างระหว่างสลิตถึงฉากรับภาพ 1.4 เมตร เพื่อขยายความรู้ (Elaborate) ให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

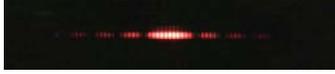
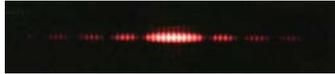
## ผลของการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิต

Table 1 Experimental results for a single slit width.

Various Conditions	Experimental Procedure	Prediction of Outcome	Result
Change a $a_1 = \dots 90 \dots \mu\text{m}$ $a_2 = \dots 450 \dots \mu\text{m}$	Fixed L and $\lambda$ $L = \dots 1.4 \dots \text{m}$ $\lambda = \dots 630 \dots \text{nm}$	If a $\downarrow$ , y $\uparrow$ If a $\uparrow$ , y $\downarrow$	
Change L $L_1 = \dots 1.0 \dots \text{m}$ $L_2 = \dots 1.4 \dots \text{m}$	Fixed a and $\lambda$ $a = \dots 90 \dots \mu\text{m}$ $\lambda = \dots 630 \dots \text{nm}$	If L $\downarrow$ , y $\downarrow$ If L $\downarrow$ , y $\uparrow$	
Change $\lambda$ $\lambda_1 = \dots 532 \dots \text{nm}$ $\lambda_2 = \dots 630 \dots \text{nm}$	Fixed a and L $a = \dots 90 \dots \mu\text{m}$ $L = \dots 1.4 \dots \text{m}$	If $\lambda \downarrow$ , y $\downarrow$ If $\lambda \uparrow$ , y $\uparrow$	

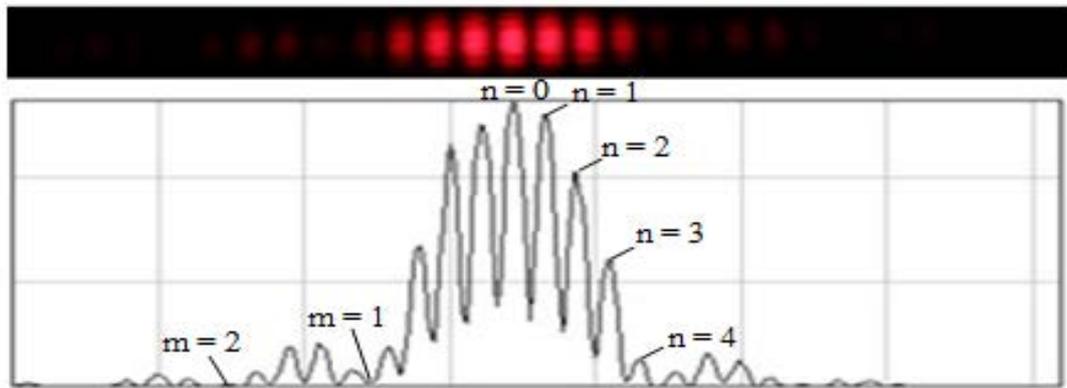
จากผลการทดลอง พบว่าความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับที่ 1 ( $y_{m=1}$ ) ของการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยวจะมีความกว้างมากที่สุด และทำให้นักเรียนสามารถอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ได้ว่าเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยว ค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆ ( $y_m$ ) จะแปรผกผันกับความกว้างของช่องสลิต ( $a$ ) แต่จะแปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต ( $L$ ) และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง ( $\lambda$ ) ที่เป็นดังสมการ (1) และ (2)

**Table 2** Experimental results for double slit width.

Various Conditions	Experimental Procedure	Prediction of Outcome	Result
Change d	Fixed L , a and $\lambda$		
$d_1 = \dots 310 \dots \mu\text{m}$	$L = \dots 1.4 \dots \text{m}$	If d $\downarrow$ , y $\uparrow$	
$d_2 = \dots 450 \dots \mu\text{m}$	$a = \dots 70 \dots \mu\text{m}$	If d $\uparrow$ , y $\downarrow$	
	$\lambda = \dots 630 \dots \text{nm}$		
Change L	Fixed d, a and $\lambda$		
$L_1 = \dots 1.0 \dots \text{m}$	$d = \dots 450 \dots \mu\text{m}$	If L $\downarrow$ , y $\downarrow$	
$L_2 = \dots 1.4 \dots \text{m}$	$a = \dots 70 \dots \mu\text{m}$	If L $\uparrow$ , y $\uparrow$	
	$\lambda = \dots 630 \dots \text{nm}$		
Change $\lambda$	Fixed d, a and L		
$\lambda_1 = \dots 532 \dots \text{nm}$	$d = \dots 450 \dots \mu\text{m}$	If $\lambda$ $\downarrow$ , y $\downarrow$	
$\lambda_2 = \dots 630 \dots \text{nm}$	$a = \dots 70 \dots \mu\text{m}$	If $\lambda$ $\uparrow$ , y $\uparrow$	
	$L = \dots 1.4 \dots \text{m}$		

$\uparrow$  is increasing and  $\downarrow$  is decreasing

จากผลการทดลองสำหรับสลิตคู่ พบว่าค่า ระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆ ( $y_m$ ) จะแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างช่องสลิต ( $d$ ) แต่จะแปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิต ( $L$ ) และความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง ( $\lambda$ ) ที่เป็นดังสมการ (3) และ (4) สำหรับสลิตคู่ที่มีความกว้างของช่องสลิตเท่ากัน พบว่า อัตราส่วนจำนวนริ้วสว่างของการแทรกสอดภายในต่อจำนวนริ้วมืดของการเลี้ยวเบนภายนอก มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระยะห่างระหว่างสลิต ( $d$ ) ต่อความกว้างของช่องสลิต ( $a$ ) ดัง Figure 3



**Figure 3** Interference and diffraction pattern for the normal double slit.

ข้ออธิบายและลงข้อสรุปสมการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่  
สมการการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

$$a \sin \theta = m\lambda \quad (1)$$

เมื่อ  $a$  คือ ความกว้างของช่องสลิต

$\theta$  คือ มุมของการแทรกสอดและเลี้ยวเบนเทียบกับตำแหน่งแนวกลาง

$m$  คือ อันดับริ้วมืดของการเลี้ยวเบน ( $m=1,2,3,\dots$ )

$\lambda$  คือ ความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิด

เมื่อมุมของการเลี้ยวเบนของแสง ( $\theta$ ) มีค่าน้อยๆ จะทำให้  $\sin \theta \approx \tan \theta$  จากสมการ (1) จึงสามารถเขียนใหม่ได้ตามสมการ (2)

$$a \frac{y_m}{L} = m\lambda \quad (2)$$

เมื่อ  $y_m$  คือ ระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆ

$L$  คือ ระยะห่างจากสลิตไปยังฉากรับภาพ

สำหรับสลิตคู่สามารถคำนวณหาตำแหน่งระหว่างช่องสลิต ( $d$ ) ได้ดังสมการ (3) และ (4)

สมการการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่

$$d \sin \theta = n\lambda \quad (3)$$

$$d \frac{y_n}{L} = n\lambda \quad (4)$$

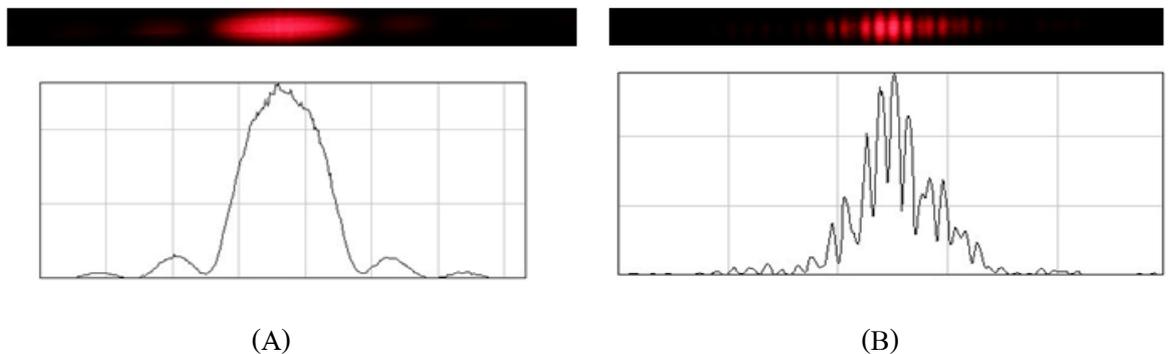
เมื่อ  $d$  คือ ระยะห่างระหว่างช่องสลิต

$n$  คือ อันดับริ้วสว่างของการแทรกสอด ( $n = 0,1,2,3,\dots$ )

### ผลการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตคู่ที่มีความกว้างของช่องสลิตเท่ากัน

จากผลการทดลอง เมื่อทำการปิดสลิตแต่ละด้านแถบรี้วมืด-สว่างแยกเป็นสองชุดและมีการเหลื่อมกันเล็กน้อย รูปร่างแถบรี้วมืด-สว่างแต่ละชุดความสว่างของแถบสว่างกลางกว้างและสว่างกว่าแถบรี้วมืด-สว่างอันดับอื่นๆมาก และเมื่อทำการเปิดพร้อมกันทั้งสองข้าง จะพบว่าแถบรี้วมืด-สว่างทั้งสองชุดบางส่วนเกิดการซ้อนทับกัน ซึ่งส่วนที่ซ้อนทับกันส่งผลให้เกิดการรวมกันที่บริเวณตรงกลางและเกิดรี้วมืด-สว่างข้างในเกิดขึ้นดัง Figure 3

### ผลการทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่ที่มีความกว้างของช่องสลิตไม่เท่ากัน



**Figure 4** (A) Diffraction and interference pattern for a single slit width  $90 \mu\text{m}$  and (B) Diffraction and interference pattern for modified double slit width  $a_1=70 \mu\text{m}, a_2=90 \mu\text{m}$  and distance  $d = 450 \mu\text{m}$

จากผลการทดลองให้แสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยวดัง Figure 4 (A) เกิดการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับที่ 1 ( $y_{m=1}$ ) สว่างมากที่สุดและไม่มีรี้วมืด-สว่างกลางเล็กอยู่ข้างใน ทั้งนี้เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยวจะเกิดทั้งการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงพร้อมกันที่เป็นไปตามหลักการของฮอยเกนส์ สาเหตุที่มองไม่เห็นรี้วมืด-สว่างเล็กที่เกิดจากการแทรกสอดภายในเนื่องจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งกำเนิดแสงอยู่ชิดกันมากจึงทำให้รี้วมืด-สว่างของการแทรกสอดอยู่นอกรี้วมืด-สว่างของการเลี้ยวเบน ผลจากปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดการคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ว่าเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยวจะเกิดเพียงการเลี้ยวเบนเท่านั้น สำหรับ Figure 4 (B) เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตคู่ที่มีความกว้างของช่องเปิดสลิตไม่เท่ากัน พบว่าค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับที่ 1 ( $y_{m=1}$ ) ช้าขงามีค่าไม่

เท่ากัน และริ้วมืด-สว่างเล็กที่อยู่ชั้นในที่เป็นจำนวนริ้วของการแทรกสอดซ้ายขวาจากแถบสว่างกลางก็  
ไม่เท่ากันด้วย

**Table 3** Learning objectives

Learning objectives	A	B	C	D
1) To compared and calculated the interference and diffraction pattern via slits are designed with a software and printed on graphic films.	✓	✓	✓	
2) To studied the interference and diffraction pattern from normal double slit and modified double slit.	✓	✓	✓	
3) To changed from the digital images to intensity profile pattern by the image J software program.		✓	✓	✓

A is remembering, B is understanding, C is applying and D is analyzing

การออกแบบบทเรียนการทดลอง การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิต เดี่ยว และสลิตคู่ ได้ออกแบบการทดลองตามวัตถุประสงค์ด้านการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น ดังแสดงใน Table 3 ทั้งนี้ได้ออกแบบโดยใช้เวลา 3 ชั่วโมงสำหรับนักเรียนห้องละไม่เกิน 20 คน แล้วผู้สอนทำการประเมิน (Evaluate) ผู้เรียน ผลการประเมินพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้นกว่าการสอนบรรยายแบบเดิม

### สรุป

การทดลองให้แสงเคลื่อนที่ผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่จะเกิดการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงขึ้นพร้อมกัน ค่าระยะความกว้างจากแถบสว่างกลางมายังแถบมืดอันดับใดๆ จะแปรผกผันกับความกว้างของช่องสลิตและระยะห่างระหว่างช่องสลิต แต่แปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างฉากรับภาพถึงสลิตและความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง สำหรับสลิตคู่ ยังพบว่า อัตราส่วนจำนวนริ้วสว่างของการแทรกสอดภายในต่อจำนวนริ้วมืดของการเลี้ยวเบนภายนอกมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระยะห่างระหว่างสลิตต่อความกว้างของช่องสลิต

### กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือสนับสนุน ในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Changsug, K. Shin, S. Lee and J. Lee. 2010. Fabrication of slits for Young's experiment using graphic arts films. **American Journal of Physics**78: 71-74.
- Eugenia, G. Planinši and M. Vollmer. 2013. A simple optics experiment to engage students in scientific inquiry. **American Journal of Physics**81: 815-822.
- Harriet, J. Mackowiak, M. Shishkov and A. T. Johnson. 2004. Photolithographic fabrication of diffraction and interference slit patterns for the undergraduate laboratory. **American Journal of Physics**72: 1328–1334.
- Izarra De C and Vallee O. 1994. On the use of linear CCD image sensors in optics Experiments. **American Journal of Physics**62: 357-361.
- Ramil, A. J. López and F. Vincitorio. 2007. Improvements in the analysis of diffraction phenomena by means of digital images. **American Journal of Physics**75: 999 -1002.

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวนันทชาริน อาษาธง
วัน เดือน ปีเกิด	2 กรกฎาคม 2527
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร (ร้อยเอ็ด) พ.ศ. 2546
ระดับปริญญาตรี	การศึกษابัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2550
ระดับปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2557
ประวัติการทำงาน	อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) พ.ศ. 2552-ปัจจุบัน