

การทดลองที่ 9

การแทรกสอดของแสงโดยวิธีของยัง (Young's Interference)

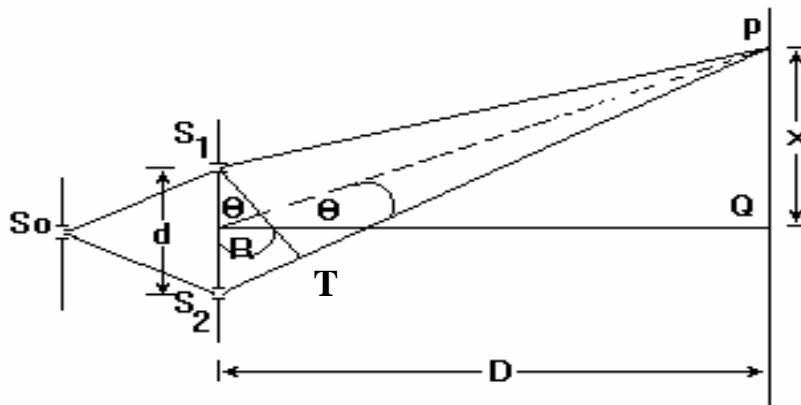
วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาการแทรกสอดที่เกิดจากช่องแคบคู่ และหาความยาวคลื่นของแสง สีเลียมนีออน เลเซอร์

ทฤษฎี

โทมัส ยัง เป็นคนแรกที่ทำกรทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงในปี พ.ศ. 2396 โดยให้แสงผ่านช่องแคบ (slit) S_0 แล้วผ่านช่องแคบ S_1 และ S_2 ไปยังฉาก

S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ (Coherent source) คลื่นที่เกิดจาก S_1 และ S_2 มีความถี่ ความเร็ว และแอมพลิจูดเท่ากัน เมื่อคลื่นที่เกิดจาก S_1 และ S_2 รวมกันบนฉาก ดังรูป 1 ระยะทางเดินของแสง PS_1 และ PS_2 ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความต่างเฟสที่จุดนี้ ความเข้มของคลื่นลัพธ์ที่ได้จากการแทรกสอดของคลื่นทั้งสองจะมีทั้งการแทรกสอดแบบเสริมและแบบหักล้างกัน จึงเกิดเป็นแถบสว่างและแถบมืดสลับกันบนฉาก



รูป 1 ทางเดินของแสงในการแทรกสอดแบบยัง

ให้ d เป็นระยะระหว่างช่องแคบ S_1 และ S_2 เป็นเมตร

D เป็นระยะระหว่างจุดแบ่งครึ่ง S_1 และ S_2 กับฉาก เป็นเมตร

เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการแทรกสอดแบบเสริม (แถบสว่าง) หรือแบบหักล้าง (แถบมืด) มีดังนี้

ที่จุด P คลื่นที่เกิดจาก S_1 จะมีทางเดินเป็น S_1P และคลื่นที่เกิดจาก S_2 จะมีทางเดินแสง

เป็น S_2P

สมการคลื่น คือ
$$y = A \sin \left[2\pi \left(ft - \frac{SP}{\lambda} \right) \right]$$

เมื่อ y คือ การขจัดของคลื่นเป็นเมตร

A คือ แอมพลิจูดของคลื่นเป็นเมตร

f คือ ความถี่ของคลื่น เป็นรอบ/วินาที

λ คือ ความยาวคลื่นเป็นเมตร

t คือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่เป็นวินาที

SP คือ ระยะทางเดินของแสงจาก S ไป P เป็นเมตร

ความต่างเฟส (Phase Difference) ของคลื่นทั้งสองที่จุด P คือ

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda}(S_1P - S_2P)$$

เมื่อ $(S_2P - S_1P)$ คือผลต่างของทางเดินแสง (Path difference) เนื่องจาก $D \gg d$

$$\text{เพราะว่า } S_2T = S_1S_2 \sin \theta = d \sin \theta$$

θ เป็นมุมระหว่าง RP และ RQ

จะเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันสูงสุด (maxima) เมื่อผลต่างของทางเดินแสงมีค่าเป็นจำนวนเต็มของความยาวคลื่น

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

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

จะเกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกันต่ำสุด (minima) เมื่อผลต่างของทางเดินแสงมีค่าเป็นจำนวนเท่าของครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (2)$$

ถ้าระยะ x คือระยะจากศูนย์กลางของแถบสว่างไปยังขอบด้านใดด้านหนึ่งของฉากเพราะว่า

$$D \gg d \text{ มุม } \theta \text{ จึงมีค่าน้อยมาก } \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{D}$$

$$\text{จากสมการ (1)} \quad xd = \frac{m\lambda}{D}$$

$$\text{ให้ } \frac{x}{m} = w = \text{ความกว้างของแถบมืดหรือ แถบสว่าง 1 แถบ}$$

$$\lambda = \frac{wd}{D} \quad (3)$$

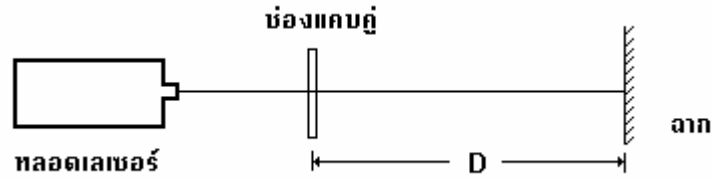
อุปกรณ์การทดลอง

1. ฮีเลียม - นีออน เลเซอร์
2. ช่องแคบคู่ (Double slit) พร้อมทั้งขาตั้ง
3. เลนส์ขนความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร
4. สายวัด

วิธีการทดลอง

ระยะต่อไปนี้จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของห้องทดลอง

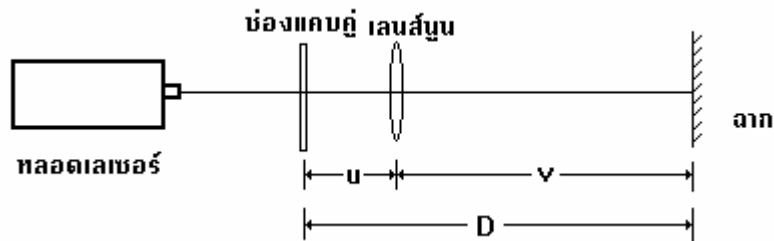
1. วางหลอดเลเซอร์ห่างจากฉากประมาณ 5 เมตร แล้วเปิดสวิตช์ วางช่องแคบคู่ A ห่างจากหลอดเลเซอร์ประมาณ 1 เมตร แสงเลเซอร์จะผ่านช่องแคบแล้วเกิดการแทรกสอดปรากฏเป็นแถบมืดแถบสว่างบนฉาก สามารถมองเห็นได้ชัดโดยไม่ต้องใช้ห้องมืด แต่ถ้าไม่ให้แสงจากภายนอกบรบกวนก็จะเห็นแถบที่เกิดตรงบริเวณด้านข้างได้ชัดขึ้น



รูป 3 แผนภาพการวางอุปกรณ์การทดลอง

2. นับจำนวนแถบที่เกิดขึ้น โดยใช้ดินสอทำเครื่องหมายตรงศูนย์กลางของตำแหน่งมืดและศูนย์กลางของตำแหน่งมืดถัดไป ให้นำได้ประมาณ 20 แถบ จากนั้นหาความกว้างของแถบเพียง 1 แถบ (w) ตัวอย่างเช่น รั้วการแทรกสอดจากซ้ายมือสุดถึงขวามือสุด กว้าง 42.3 เซนติเมตรจำนวนแถบที่นับได้เท่ากับ 40 แถบ ดังนั้น $w = 42.3/40 = 1.06$ เซนติเมตร

3. หาระยะห่างระหว่างช่องแคบ (d) เนื่องจากระยะ d มีค่าน้อยมากจึงจำเป็นต้องวัดโดยวิธีทางแสง



รูป 4 แสดงการหาระยะ d

นำเลนส์นูนพร้อมขาตั้งวางกั้นระหว่างช่องแคบ A กับฉาก เลื่อนเลนส์นูนไปมา โดยไม่ต้องเคลื่อนที่ฉากและช่องแคบคู่ จนเลนส์นูนอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้เกิดภาพขยายที่คมชัดที่สุดของช่องแคบคู่บนฉาก ใช้ดินสอทำเครื่องหมายไว้ตรงตำแหน่งที่เกิดภาพช่องแคบคู่วัดระยะห่างของภาพช่องแคบคู่บนฉาก ทำให้หาระยะห่างของช่องแคบจริง (d) จากสมการ (4)

$$\frac{\text{ระยะห่างของช่องแคบคู่บนฉาก } (I)}{\text{ระยะห่างของช่องแคบคู่ } (d)} = \frac{\text{ระยะภาพ } (v)}{\text{ระยะวัตถุ } (u)}$$

4. คำนวณหา ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ จากสมการ (3)

ข้อควรระวังในการใช้หลอดเลเซอร์

หลอดเลเซอร์ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ในการทดลองนี้เป็นแบบฮีเลียม-นีออนให้แสงสีแดงมีความยาวคลื่น 6.328×10^{-7} เมตรเพียงค่าเดียว เป็นแสงอาพันธ์ให้กำลัง 1 มิลลิวัตต์ ลำแสงจะผ่านจากช่องเล็ก ๆ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของลำแสงจะเพิ่มขึ้นทุก 0.1 เซนติเมตร ที่ระยะห่างจากหลอดเลเซอร์ทุก ๆ 1 เมตร แต่ก็มีความสูงพอที่จะใช้ในการทดลองการแทรกสอดได้ดี การใช้หลอดเลเซอร์ควรระวังดังนี้

1. ก่อนเสียบปลั๊กต้องมั่นใจว่าสวิทช์ของแหล่งกำเนิดเลเซอร์อยู่ในตำแหน่ง off
2. อย่ามองแสงเลเซอร์ที่พุ่งออกมาโดยตรง ไม่ว่าจะมองด้วยตาเปล่าหรือใช้กล้องขยายหรือสะท้อนผ่านกระจก

3. ให้เลื่อน “ฝาปิด” (ติดอยู่กับตัวเครื่องด้านที่แสงออก) ปิดกั้นแสงขณะยังไม่ทำการทดลอง

ใบบันทึกผลการทดลอง
การทดลองที่ 9 การแทรกสอดของแสงโดยวิธีของยัง

ชื่อผู้ทดลอง 1. รหัส กลุ่ม

ชื่อผู้ร่วมทดลอง 2. รหัส กลุ่ม

3. รหัส กลุ่ม

4. รหัส กลุ่ม

ทำการทดลองวันที่ เวลา.....

ผลการทดลอง

ระยะห่างจากช่องแคบคู่ถึงฉาก, D =เมตร (1)

จำนวนแถบสว่างที่นับได้, m =แถบ

ความกว้างของแถบทั้งหมด, x =เมตร

ความกว้างของแถบแต่ละแถบ, $w = x/m$ =เมตร (2)

ระยะห่างของภาพช่องแคบที่ปรากฏบนจอ, I =เมตร

ระยะห่างจากเลนส์ถึงฉาก, v =เมตร

ระยะห่างจากเลนส์ถึงช่องแคบคู่, u =เมตร

ระยะห่าง slit, $d = Iu/v$ =เมตร (3)

แทนค่า D , w , d จาก (1), (2) และ (3) ลงในสูตร

$$\lambda = \frac{wd}{D}$$

=

แสงเลเซอร์ที่ใช้มีความยาวคลื่น = 632.8×10^{-9} เมตร

ลงชื่อ.....อาจารย์

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

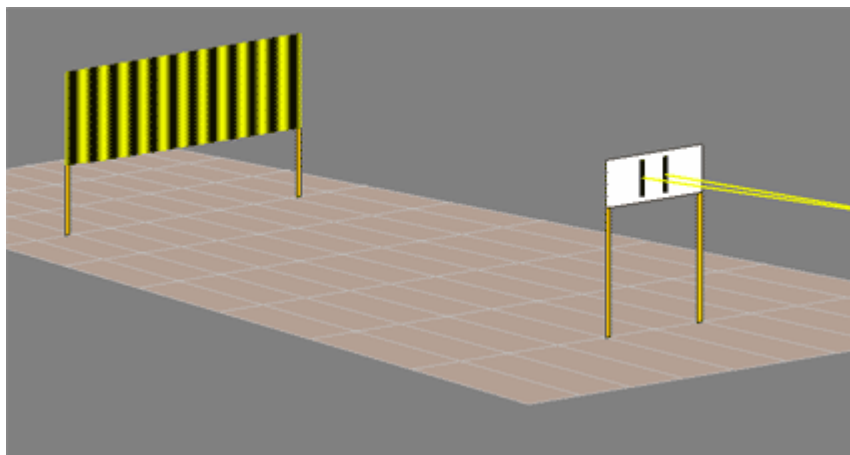
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

<http://203.158.100.140/labphysics2>



การแทรกสอดของยัง

การทดลองที่แสดงว่าแสงเป็นคลื่นที่น่าสนใจยิ่ง คือ การทดลองการแทรกสอดของยัง ซึ่งภายหลังนักฟิสิกส์ได้ทดลองการแทรกสอดของอิเล็กตรอนและนำไปสู่การอธิบายว่า อิเล็กตรอนก็ทำตัวเป็นคลื่นได้ ในห้องทดลองนี้ท่านสามารถเปลี่ยนค่าความกว้างของช่องแคบคู่ และดูว่าอะไรจะเกิดขึ้น คลิกครับ

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

