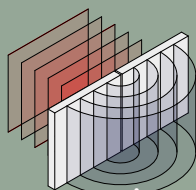


เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง แสงเชิงคลื่น



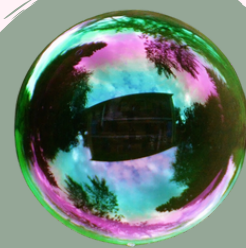
แนวคิดแสง
เชิงคลื่น



สลิตเดี่ยว



สลิตคู่



เกรตติง



LIGHT

as waves

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....



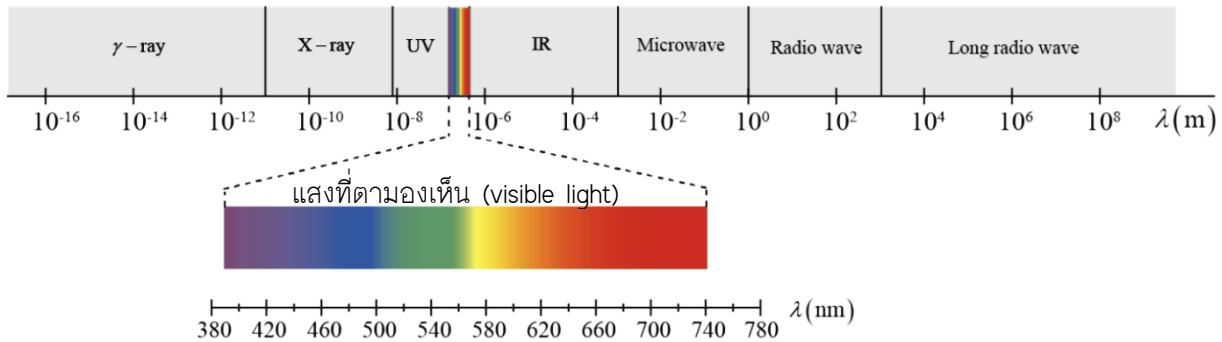
รายวิชา ฟิสิกส์ 2 (ว30202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนศึกษานารี

บทที่ 10 แสงเชิงคลื่น



1. แนวคิดเกี่ยวกับแสงเชิงคลื่น

แสงที่ตามองเห็น (visible light) ได้เป็นช่วงหนึ่งในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400–700 นาโนเมตร มีอัตราเร็วเท่ากับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไปคือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที ซึ่งทราบจนถึงปัจจุบันพบว่า เป็นอัตราเร็วสูงสุด ไม่มีคลื่นหรืออนุภาคใดเคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่าหรือมากกว่าแสง



รู้หรือไม่



หากเราลองพิจารณาสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะพบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 7 ย่าน ความยาวคลื่นตามการนำมาใช้ประโยชน์ โดยเรียงจากความถี่สูงไปหาความถี่ต่ำได้แก่

.....
และในย่านความยาวคลื่นของแสงที่ตามองเห็นยังสามารถแบ่งแสงออกได้เป็น 7 สี โดยเรียงจากความถี่สูงไปหาความถี่ต่ำได้แก่.....



เดิมเชื่อกันว่าแสงเป็นอนุภาคโดยในยุคนั้นนิวตันได้เสนอความคิดที่ว่าแสงเป็นอนุภาคและสามารถทดลองเพื่ออธิบายการสะท้อนและการหักเหแสงของแสงที่รองรับแนวคิดดังกล่าวได้ประกอบกับความมีชื่อเสียงของนิวตัน แนวคิดที่ว่าแสงเป็นคลื่นจึงไม่ได้รับการพัฒนามากนัก จนกระทั่ง อดัม ยัง (Thomas Young) ได้ทำการทดลองให้เห็นว่าแสงมีการแทรกสอดได้จึงยอมรับกันว่าแสงเป็นคลื่น

แบบตรวจสอบความเข้าใจ

1. พหุติกรรมใดที่แสดงว่าแสงเป็นคลื่น

.....

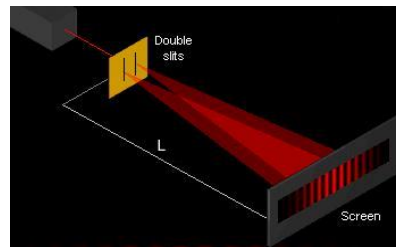
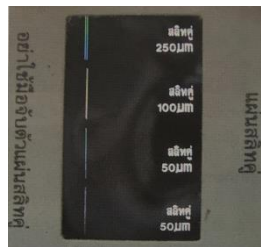
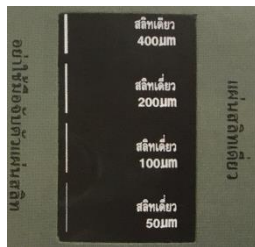
2. มนุษย์สามารถรับรู้คลื่นแสงได้อย่างไร

.....



2. การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่

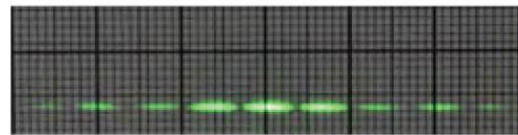
สลิตเป็นอุปกรณ์ทางแสงมีลักษณะเป็นช่องเปิดขนาดเล็กที่มีความกว้างน้อยๆค่าหนึ่ง หากมีช่องเดียวเรียกว่าสลิตเดี่ยว (single slit) หากมี 2 ช่องใกล้กันเรียกว่าสลิตคู่ (double slit)



การแทรกสอดของแสงศึกษาได้จากการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ ซึ่งเป็นช่องขนาดเล็กสองช่องอยู่ห่างกันระยะหนึ่ง เมื่อฉายแสงกระทบสลิตคู่ แต่ละช่องทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแสง แฉคลื่นออกไปกระทบฉาก บริเวณที่คลื่นแสงรวมกันมีเฟสตรงกันจะแทรกสอดแบบเสริม ทำให้บริเวณนั้นเป็นแถบสว่าง ส่วนบริเวณที่คลื่นแสงรวมกันมีเฟสตรงข้ามกัน จะแทรกสอดแบบหักล้าง ทำให้บริเวณนั้นเป็นแถบมืด

ลักษณะของแถบสว่างแต่ละแถบมีความกว้างเท่าๆกัน ระยะห่างระหว่างแถบสว่างกับแถบสว่างและแถบมืดกับแถบมืดเท่าๆกัน

ตัวอย่างแถบมืดและแถบสว่างที่เกิดจากการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ 100 ไมโครเมตร



กิจกรรม

การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่

ทดลองฉายแสงเลเซอร์สี.....ผ่านช่องสลิตคู่ขนาดต่างๆ โดยให้ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์สลิตและฉากรับภาพคงที่

นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบนฉากรับภาพ จงอธิบาย

วาดภาพประกอบ

จากกิจกรรมแนวคิดหลักที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคือ **การแทรกสอดของแสง** ช่องเล็กๆ ของสลิตคู่ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง 2 ขบวนที่เดินทางมาพบกันเกิดการรวมกันแบบเสริมและแบบหักล้าง โดยแนวการรวมกันแบบเสริม (แนวปฏิบัติ) จะเห็นเป็นแถบสว่าง และ แนวการรวมกันแบบหักล้าง (แนวปฏิบัติ) จะเห็นเป็นแถบมืด

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



สลิตคู่ 50 ไมโครเมตร



สลิตคู่ 100 ไมโครเมตร



สลิตคู่ 250 ไมโครเมตร

ข้อสังเกตเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรม

1. สำหรับแสงสีเดียวกัน เมื่อระยะห่างระหว่างสลิตคู่เพิ่มขึ้น ความกว้างของแถบสว่างและแถบมืด.....
2. เมื่อใช้ระยะห่างระหว่างช่องเท่ากัน ความกว้างของแถบสว่างและแถบมืดของแสงสีแดง.....แสงสีเขียว
3. แถบสว่างกลางจะสว่างที่สุดเมื่อเทียบกับแสงสว่างอื่นๆ

เนื่องจากปรากฏการณ์ที่เกิดแถบมืดและสว่างสลับกันเป็นสมบัติการแทรกสอด ดังนั้นเราจึงสามารถนำสมการการแทรกสอดของคลื่นที่เคยเรียนมาแล้วมาใช้ในการแทรกสอดของแสงได้

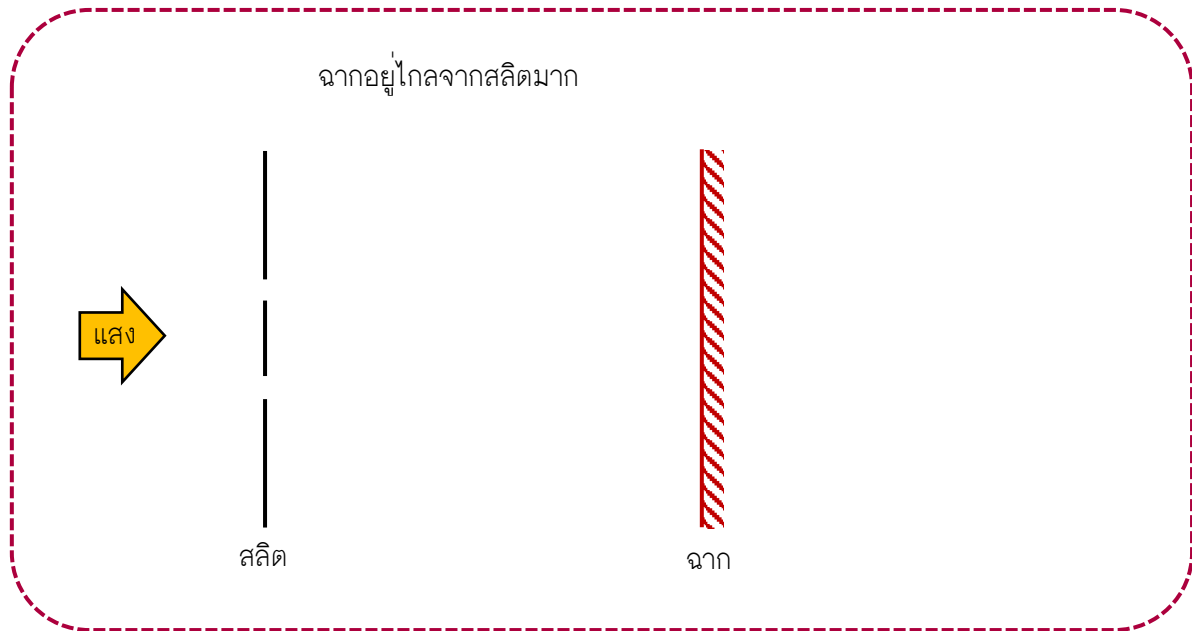
แถบสว่าง

เมื่อ $n = \dots\dots\dots$

แถบมืด

เมื่อ $n = \dots\dots\dots$

นอกจากการวัดระยะทางทั้งสองเส้นทางโดยตรง ยังสามารถหาความต่างระยะทางได้จากระยะห่างจากฉากและมุมของตำแหน่งบนฉากเทียบกับแนวสว่างกลางได้ดังนี้



นอกจากการพิจารณาความต่างระยะทาง (Δr) แล้วยังสามารถพิจารณาความต่างเฟส ($\Delta\phi$) ของคลื่นจากสองแหล่งกำเนิดเมื่อไปถึงตำแหน่งที่พิจารณานบนฉากได้เช่นกัน จากสมการความต่างเฟส



และเมื่อคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่โดยมี

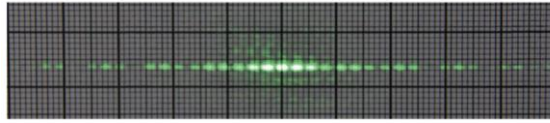
ความต่างระยะทางเป็น	ศูนย์หรือจำนวนเต็มเท่าของความยาวคลื่น	จำนวนครึ่งเท่าของความยาวคลื่น
ความต่างเฟสเป็น		
เรียกว่าคลื่นทั้งสองมี		
คลื่นทั้งสองจะเกิดการแทรกสอดแบบ		
ตำแหน่งนั้นจะเกิดแถบ		

การแทรกสอดของแสงจากสลิตคู่ข้างต้นที่ถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า "การแทรกสอดของยัง" ลวดลายการแทรกสอดจะมีลักษณะดังนี้

- ✿ แถบสว่างแต่ละแถบมีความสว่างใกล้เคียงกัน
- ✿ แถบสว่างแต่ละแถบมีความกว้างใกล้เคียงกัน
- ✿ ระยะห่างระหว่างแถบสว่างใกล้เคียงกัน

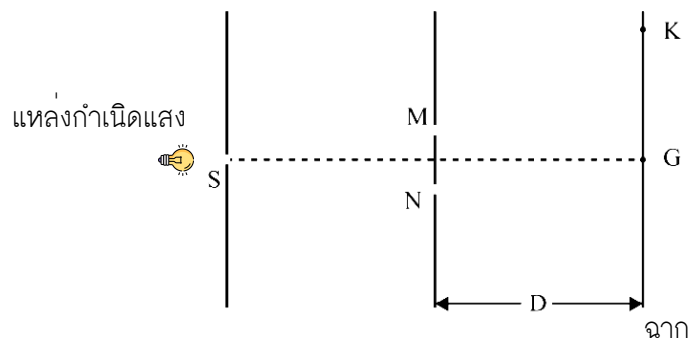
✿ ระยะห่างระหว่างแถบมืดใกล้เคียงกัน

แต่การทำการทดลองในลักษณะนี้ต้องใช้ช่องเปิดที่เล็กมากๆ เมื่อเทียบกับความยาวคลื่นและต้องทดลองในห้องที่มืดมากๆ เนื่องจากปริมาณแสงที่ผ่านมีน้อย ดังนั้นการทดลองในระดับทั่วไปจะมีลักษณะแถบสว่างขนาดเท่าๆ กันแต่มีความสว่างไม่เท่ากันเป็นกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มกลางมีความสว่างมากกว่าแถบสว่างกลุ่มที่อยู่ถัดไปด้านข้าง



แบบตรวจสอบความเข้าใจ

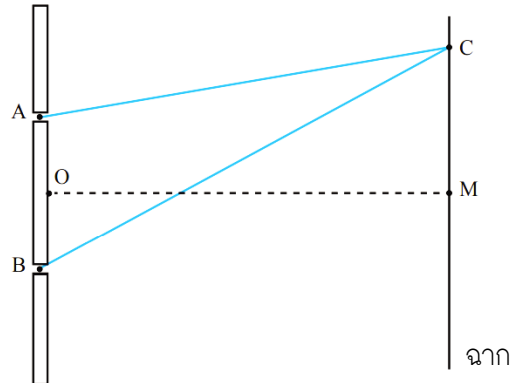
1. การทดลองเรื่องการแทรกสอดของธอมัส ยัง เมื่อประมาณ 200 ปีมาแล้ว เป็นการสนับสนุนแนวคิดเรื่องใด
.....
2. ถ้ากำหนดให้ระยะทาง S_1P และ S_2P เท่ากับ 125λ และ 120λ ตามลำดับ ความต่างเฟสของคลื่นสองขบวนนี้ที่ตำแหน่ง P เป็นเท่าใด
.....
.....
.....
.....
3. รูปแสดงแผนภาพการทดลองการแทรกสอดของยัง ซึ่งมีแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านสลิตเดี่ยว S และผ่านสลิตคู่ M กับ N ไปตกกระทบบนฉากซึ่งห่างจากสลิตคู่ M และ N เป็นระยะ D ถ้าแนวแบ่งครึ่ง MN ผ่านฉากที่ตำแหน่ง G และแสงมีความยาวคลื่น λ ถ้า K เป็นจุดๆ หนึ่งบนฉากที่ทำให้ $NK - MK = \frac{\lambda}{2}$



- ก. ภาพที่ปรากฏบนฉากที่ตำแหน่ง G และ K เป็นอย่างไร

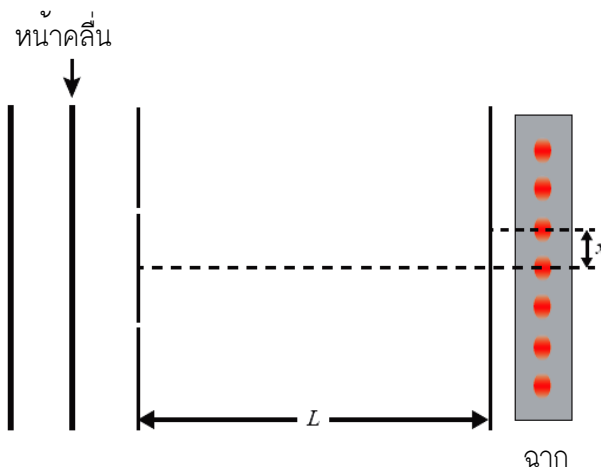
- ข. ถ้าต้องการให้แถบสว่างอยู่ใกล้กันมากขึ้น จะต้องทำอย่างไร

4. AB เป็นสลิตคู่ เมื่อมีแสงที่มีความยาวคลื่น λ ตกกระทบบนสลิตคู่ในแนวตั้งฉาก ภาพการแทรกสอดจะปรากฏที่ฉาก ถ้าระยะ $AC = n\lambda$ และ $BC = (n + 3)\lambda$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม ให้ OM เป็นแนวกลาง ภาพแทรกสอดที่ C เป็นแถบสว่างหรือแถบมืดอันดับที่เท่าใด

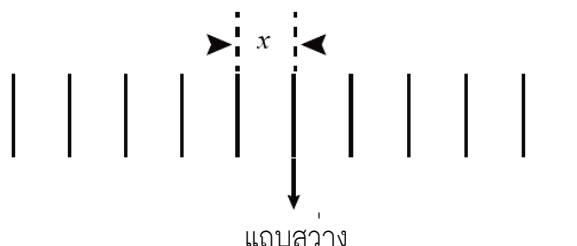


แบบฝึกหัด

1. แสงมีความยาวคลื่น 5.9×10^{-7} เมตร ตกกระทบบนสลิตคู่ในแนวตั้งฉาก ถ้าสลิตทั้งสองอยู่ห่างกัน 1.0×10^{-3} เมตร ภาพการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างจากสลิตคู่เป็นระยะ L และให้ x คือระยะที่แถบสว่างแรกอยู่ห่างจากแถบสว่างกลาง ดังรูป ถ้า L มีค่า 1 เมตร x มีค่าเท่าใด



2. เส้นที่บ่งชี้ตำแหน่งแถบสว่างของภาพแทรกสอดที่เกิดจากแสงที่มีความยาวคลื่น 6.0×10^{-7} เมตร เมื่อตกกระทบบนสลิตคู่ในแนวตั้งฉาก ถ้าสลิตทั้งสองอยู่ห่างกัน 2.0×10^{-5} เมตร ฉากรับภาพอยู่ห่างจากสลิต 2.0 เมตร

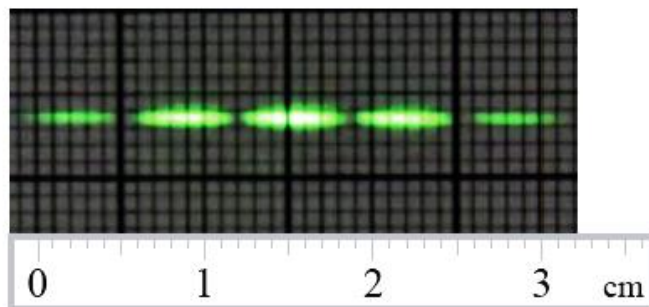


ก. ระยะ x มีค่าเท่าใด

ข. ถ้าระยะระหว่างสลิตกับฉากเพิ่มขึ้นระยะ x จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ค. ถ้าทำให้แหล่งกำเนิดแสงสว่างขึ้นระยะ x จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3. จากรูปความกว้างของแถบสว่างกลางมีค่าเท่าใด





3. การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว

หากทำการทดลองฉายแสงเลเซอร์ผ่านสลิตเดี่ยวที่มีขนาดความกว้างต่างๆจะปรากฏแถบมืดและแถบสว่างดังภาพ แถบสว่างและแถบมืดที่ปรากฏบนฉากรับนี้เป็นผลจากการที่ **"แสงเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบไปแทรกสอดกัน"**



สลิตเดี่ยว 50 ไมโครเมตร



สลิตเดี่ยว 100 ไมโครเมตร



สลิตเดี่ยว 200 ไมโครเมตร

สังเกตกันใหม่ว่า เมื่อระยะ d
ลด ระยะ x จะ



จากภาพจะเห็นว่าแถบสว่างและแถบมืดบนฉากคล้ายกับการแทรกสอดของแสงจากสลิตคู่แต่ที่แตกต่างกันคือ..... และนอกจากนี้ยังพบว่า

เมื่อความกว้างของสลิตเดี่ยวลดลง ความกว้างของแถบสว่างกลางและระยะระหว่างแถบสว่างอื่นๆ จะเพิ่มขึ้น

ตำแหน่งที่เป็นแถบมืดพิจารณาโดยแบ่งช่องสลิตออกเป็นส่วนๆ แล้วให้หลักการของฮอยเกนส์กำหนดจุดบนหน้าคลื่นที่ผ่านสลิตแต่ละส่วนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่จะคู่กันแล้วหักล้างกันซึ่งทำให้ได้ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

แถบมืด

ในระดับนี้เราจะไม่พิจารณา
แถบสว่างที่เกิดจากสลิตเดี่ยว

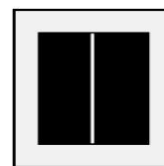
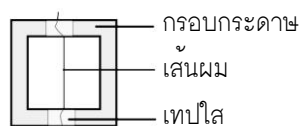


เมื่อ $n = \dots\dots\dots$



นารี

เราสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงที่ผ่าน สลิตเดี่ยว มาหาขนาดของเส้นผมได้

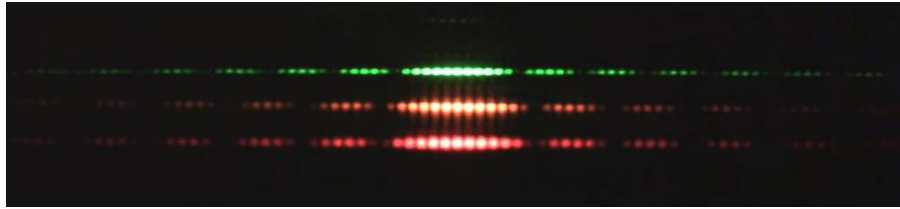


เมื่อนำแสงเลเซอร์ที่ทราบค่าความยาวคลื่นฉายผ่านเส้นผมจะทำให้เกิดสลายการแทรกสอด และเราสามารถคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผม a ได้จากสมการ $a \frac{x}{L} = n\lambda$



รู้หรือไม่

จากภาพนักเรียนคิดว่าเป็นปรากฏการณ์ใด จงอธิบาย



แบบตรวจสอบความเข้าใจ

1. แสงมีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ตกกระทบสลิตเดี่ยวที่มีความกว้างของช่อง 150 ไมโครเมตรในแนวตั้งฉาก ภาพการเลี้ยวเบนจะปรากฏบนฉากที่ห่างออกไป 1.30 เมตร จงหา

ก. ขนาดของมุมที่แถบมืดอันดับที่ 1 เบนออกจากแนวกลาง

ข. แถบสว่างกลางกว้างเท่าใด

2. ฉายแสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรตกกระทบบนดัดฉากกับแผ่นสลิตเดี่ยวที่กว้าง 0.3 มิลลิเมตรซึ่งอยู่ห่างจากฉาก 2.0 เมตร ตำแหน่งมืดที่ 2 อยู่ห่างจากเส้นแนวกลางเป็นระยะเท่าใดในหน่วยมิลลิเมตร

3. ฉายแสงความยาวคลื่น 589 นาโนเมตรผ่านสลิตเดี่ยวที่มีช่องกว้าง 1 มิลลิเมตร ปรากฏแถบสว่างและแถบมืดบนฉากที่อยู่ห่างออกไป 3 เมตร จงหาความกว้างของแถบสว่างกลาง

4. ในการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เลเซอร์ฉายผ่านสลิตเดี่ยวที่ทราบความกว้างของช่องแสงเลเซอร์จะเลี้ยวเบนที่สลิตแล้วไปแทรกสอดบนฉากพบว่าจุดสว่างที่เกิดขึ้นอยู่ชิดกันมาก ทำให้การวัดระยะทางมีความคลาดเคลื่อนมาก ความยาวคลื่นของเลเซอร์ที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนสูง จะทำอย่างไรให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น



4. การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง

อุปกรณ์ทางแสงที่มีช่องเล็กๆ หลายๆ ช่องและระยะห่างแต่ละช่องเท่ากันเรียกว่าเกรตติง (grating) โดยบางครั้งใช้คำว่าเส้นแทนช่อง

$$d = \frac{\text{ความกว้างของเกรตติง}}{\text{จำนวนเส้นของเกรตติง}}$$



เนื่องจากเราพิจารณาแถบสว่างซึ่งเกิดจากการแทรกสอดแบบเสริมเท่านั้นเองเดียวกันกับสลิตคู่ ดังนั้นความต่างระยะทางของแสงจากแหล่งกำเนิดแต่ละคู่ที่อยู่ติดกัน จึงเป็นจำนวนเต็มเท่าของความยาวคลื่น ตำแหน่งของแถบสว่างอันดับต่างๆ สามารถหาได้จากสมการ

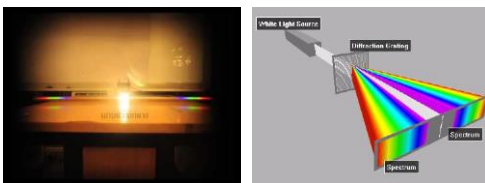
แถบสว่าง

ในระดับนี้เราจะไม่พิจารณา
แถบมืดที่เกิดจากเกรตติง



เมื่อ $n = \dots\dots\dots$

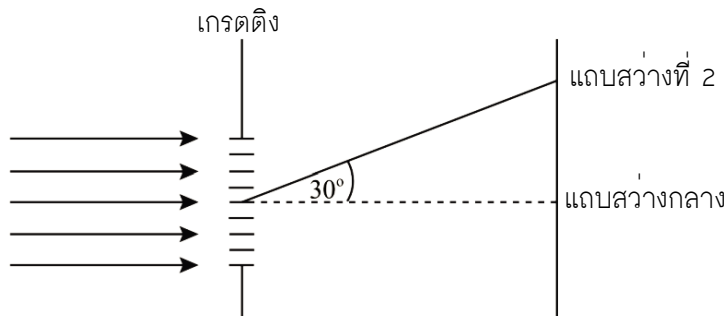
หากเราทดลองฉายแสงขาวผ่านเกรตติง จะพบว่าแสงที่ออกมาจะแยกออกเป็นสเปกตรัมสีต่างๆ ได้แก่ สีม่วงน้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง โดยแสงที่ **เบนออกจากแนวกลางมากที่สุด** คือ แสงสี.....และ **แสงที่เบนออกจากแนวกลางน้อยที่สุด** คือแสงสี.....ซึ่งสอดคล้องกับสมการ $d \sin \theta = n \lambda$ โดยแสงสีต่างๆ มีความยาวคลื่นดังตาราง



แสงสี	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	390-425
น้ำเงิน	425-500
เขียว	500-575
เหลือง	575-585
แสด	585-620
แดง	620-740

แบบตรวจสอบความเข้าใจ

1. แสงความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร เมื่อผ่านเกรตติง แดบสว่างอันดับที่ 2 เบี่ยงไปจากแนวแดบสว่างกลางเป็นมุม 30 องศา ดังรูป



จงหาจำนวนช่องต่อเซนติเมตรของเกรตติงที่ใช้

2. ฉายแสงความยาวคลื่นเดียวตกกระทบในแนวตั้งฉากกับเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 1 ช่องต่อเซนติเมตร เกิดแดบสว่างลำดับที่ 1 ทำมุม 30 องศากับแนวกลางถ้าเกรตติงอยู่ห่างจากฉาก 50 เซนติเมตร

ก. แดบสว่างที่ 1 อยู่ห่างจากแนวกลางเป็นระยะเท่าใดในหน่วยเซนติเมตร

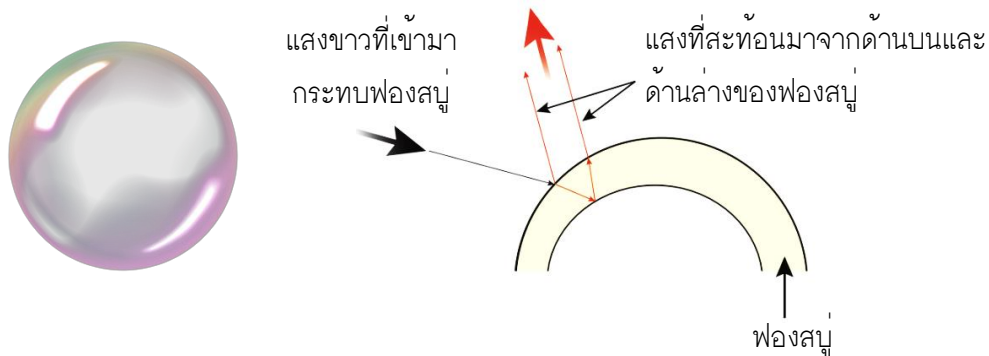
ข. ความยาวคลื่นของแสงนี้มีค่าเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร



5. ตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติเชิงคลื่นของแสง

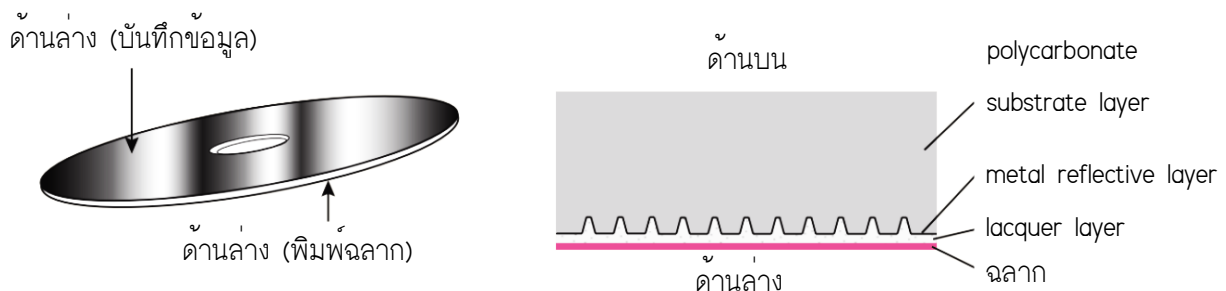
5.1 การเกิดสีบนฟองสบู่

การเกิดสีสันสวยงามบนฟองสบู่เกิดจากปรากฏการณ์แทรกสอดของแสง โดยฟองสบู่มีลักษณะเป็นฟิล์มบางดังรูป เมื่อแสงกระทบฟองสบู่แสงบางส่วนจะสะท้อนที่ผิวด้านนอกและบางส่วนจะหักเหผ่านเข้าไปในฟองสบู่และสะท้อนที่ผิวด้านในจากนั้นเคลื่อนที่ผ่านผิวด้านนอกออกมาทำให้เกิดความต่างระยะทางของแสงที่สะท้อนที่ผิวด้านนอกและแสงที่สะท้อนที่ผิวด้านในของฟองสบู่โดยความหนาของฟองสบู่ทำให้เกิดความต่างเฟสเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันและหักล้างกันของแสงสีต่างๆ



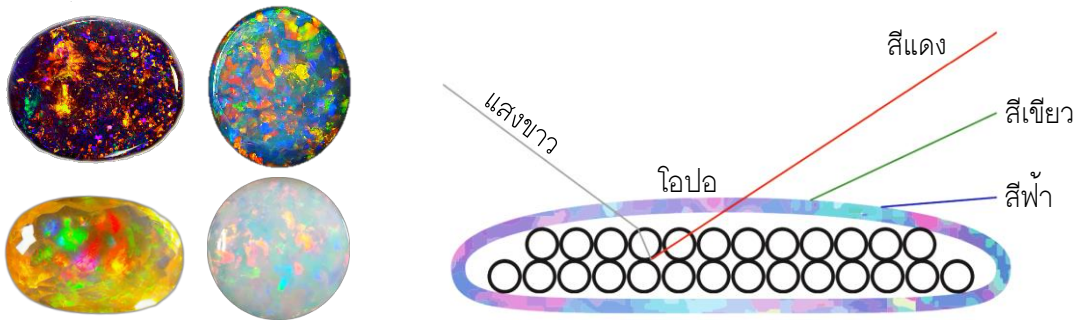
5.2 การเกิดรุ้งบนแผ่นซีดี (CD-ROM)

การเกิดสีต่างๆ บนแผ่นซีดี มีหลักการคล้ายกับการเกิดสีของแสงที่เลี้ยวเบนผ่านแผ่นเกรตติงเนื่องจากผิวของแผ่นซีดีมีลักษณะเป็นร่องเล็กๆ จำนวนมาก เมื่อแสงกระทบร่องเล็กๆ เหล่านี้ที่ตำแหน่งต่างๆ จะสะท้อนแสงเกิดความต่างระยะทางค่าต่างๆ ทำให้เกิดการแทรกสอดแบบเสริมของแสงสีต่างๆ บนแผ่นซีดีที่ตำแหน่งต่างๆ และเกิดสีต่างๆ เช่นเดียวกับเกรตติง



5.2 โอปอ

อัญมณีที่เรียกว่าโอปอ (opal) ซึ่งเชื่อว่าเป็น "หินน้ำไขศ" พบมากในประเทศออสเตรเลียมีสีหลายสีสวยงาม การที่เรามองเห็นมีสีสวยงามหรือที่เรียกกันว่า "ปรากฏการณ์เล่นแสง" เช่นนี้เป็นผลจากการเลี้ยวเบนของแสงจากชั้นซิลิกาที่เป็นองค์ประกอบในแต่ละผลึกมีขนาด 150 - 350 นาโนเมตร ระหว่างผลึกของซิลิกาที่เรียงติดกันจะมีน้ำอยู่ทำหน้าที่เหมือนเป็นเกรตติงเลี้ยวเบน เมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปจะเกิดการหักเหและสะท้อนไปมาในชั้นผลึก แสงความยาวคลื่นต่างกันจะเกิดการหักเหด้วยมุมที่ต่างกันทำให้เกิดการกระจายแสงในลักษณะเดียวกับปริซึมแสง แต่ละความยาวคลื่นเกิดการเลี้ยวเบนจากผลึกและช่องว่างแล้วสะท้อนออกจากโอปอมาเข้าตาเราจึงมองเห็นเป็นสีรุ้งสวยงาม



สีที่ปรากฏบนโอปอแต่ละชิ้นขึ้นอยู่กับขนาดของผลึกและช่องว่างระหว่างผลึกโดยผลึกขนาดเล็กจะให้โทนสีน้ำเงินในขณะที่ผลึกขนาดใหญ่กว่าจะให้สีโทนแดง สีแดงมักจะมีสีอื่นปนมาด้วย การเล่นแสงจึงสวยงามกว่าโอปอที่มีแต่โทนสีน้ำเงิน โอปอที่มีสีแดงจึงหายากและมีราคาสูงกว่าโอปอสีน้ำเงิน

แบบฝึกหัดท้ายบท

คำถาม

1. เพราะเหตุใดการเลี้ยวเบนของแสงจึงพบเห็นได้ยาก แต่การเลี้ยวเบนของเสียงจึงพบได้ทั่วไป

.....

.....

.....

2. คลื่นแสงจากสองแหล่งกำเนิดแสงต้องมีผลต่างระยะทางเป็นเท่าไรจึงจะทำให้การแทรกสอดที่เกิดขึ้นเป็นแบบ

ก. เสริมกัน

.....

ข. หักล้างกัน

.....

3. เมื่อฉายแสงผ่านสลิตเดี่ยว ถ้าความกว้างของช่องสลิตแคบลง ความกว้างของแถบสว่างกลางจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะอะไร

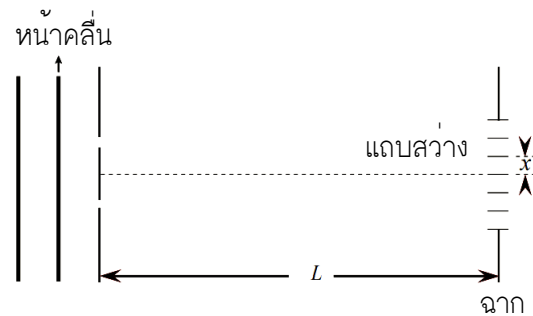
.....

.....

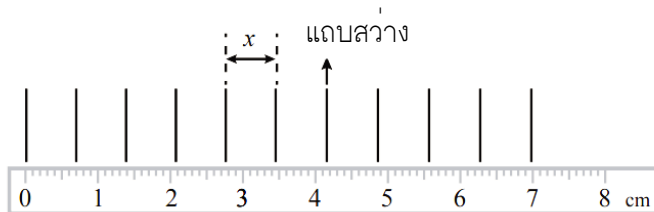
.....

ปัญหา

1. แสงมีความยาวคลื่น 6.5×10^{-7} เมตร ตกกระทบบนฉากในแนวสไลด์คู่ ถ้าสไลด์ทั้งสองอยู่ห่างกัน 2.5×10^{-4} เมตร ภาพการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างจากสไลด์คู่เป็นระยะ L ให้ x คือ ระยะที่แถบสว่างแรกอยู่ห่างจากแถบสว่างกลาง



2. จากรูประยะห่างของแถบสว่างมีค่าเท่าใด

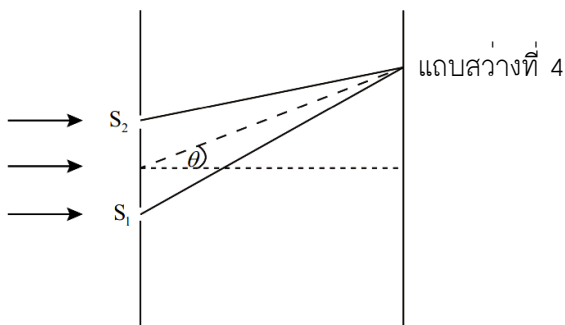


3. ในการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยฉายแสงตั้งฉากกับแผ่นสไลด์คู่ที่มีระยะห่างระหว่างสลิต 0.20 มิลลิเมตร เกิดการแทรกสอดของแสงบนฉากซึ่งห่างจากแผ่นสลิต 1.0 เมตร พบว่าแถบสว่างที่ 4 อยู่ห่างจากแนวกลาง 1.2 เซนติเมตร แสงนี้มีความยาวคลื่นเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร

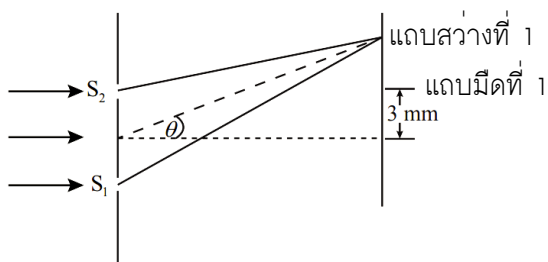
4. แสงความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ส่องตั้งฉากกับสลิตคู่ซึ่งมีระยะห่างระหว่างสลิต 0.5 มิลลิเมตรและอยู่ห่างจากฉาก 2 เมตร แถบสว่างถัดกันที่ปรากฏบนฉากห่างกันเท่าใดในหน่วยมิลลิเมตร

5. ฉายแสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรตั้งฉากกับสลิตคู่ เกิดการแทรกสอดของแสงบนฉากซึ่งห่างจากแผ่นสลิต 1.0 เมตร ถ้าวัดระยะห่างระหว่างแถบสว่าง 2 แถบติดกันได้ 5 มิลลิเมตร แผ่นสลิตนี้มีระยะห่างระหว่างสลิตเท่าใดในหน่วยไมโครเมตร

6. แสงความยาวคลื่นเดี่ยวตกกระทบบังฉากกับสลิตคู่ที่ช่องสลิตอยู่ห่างกัน 200 ไมโครเมตร แถบสว่างที่ 4 บนฉากแถบสว่างกลางเป็นมุม 0.63 องศา ซึ่งมีค่า $\sin 0.63 = 0.011$ ดังรูป



7. แสงความยาวคลื่นเดี่ยวตกกระทบบังฉากกับสลิตคู่เกิดแถบสว่างแถบคู่ ดังรูป แถบมืดที่ 1 บนฉากบนฉากแนวเส้นกลางเป็นระยะ 3 มิลลิเมตร แถบสว่างที่ 1 บนฉากจะบนฉากแนวเส้นกลางเป็นระยะเท่าใด



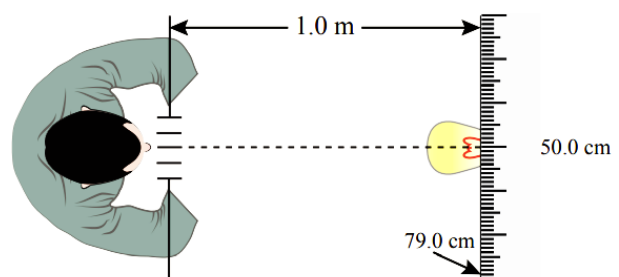
8. ในการเกิดการแทรกสอดของแสงที่มีความยาวคลื่น 6.5×10^{-7} เมตร โดยใช้ช่องขนาดเล็ก 2 ช่อง ให้เกิดบนฉากที่อยู่ห่างออกไป 1.0 เมตร ถ้าต้องการให้แถบสว่าง 2 แถบที่ติดกันอยู่ห่างกัน 1.0×10^{-3} เมตร ช่องทั้งสองจะต้องอยู่ห่างกันเท่าใด (ให้ถือว่าตำแหน่งแถบสว่างเบนไปจากแนวกลางน้อยมาก)

9. แสงความยาวคลื่นเดี่ยวตกกระทบบนสลิตเดี่ยวที่มีความกว้าง 250 ไมโครเมตร ความกว้างของแถบสว่างกลางบนฉากมีขนาด 5 มิลลิเมตร ถ้าเปลี่ยนเป็นสลิตเดี่ยวที่มีความกว้าง 50 ไมโครเมตร แถบสว่างกลางบนฉากเดิมจะกว้างเท่าใดในหน่วยมิลลิเมตร

10. ฉายแสงความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ตกกระทบบนสลิตเดี่ยวที่อยู่ห่างจากฉาก 1.20 เมตร พบว่าแถบมืดแรกห่างจากกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง 0.02 เมตร จงหาความกว้างของสลิตในหน่วยไมโครเมตร

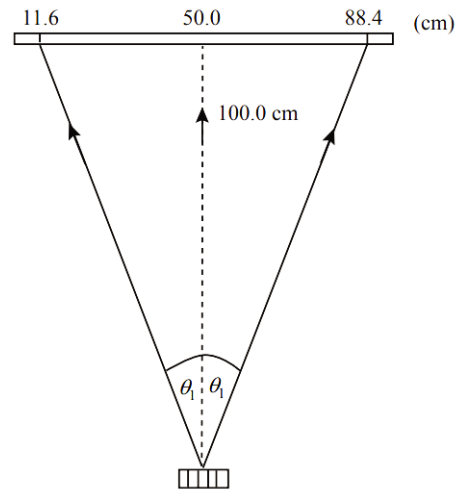
11. แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกกระทบบนสลิตเดี่ยวที่กว้าง 200 ไมโครเมตรระยะห่างระหว่างแถบมืดที่อยู่ด้านข้างของแถบสว่างกลางที่ตกบนฉากห่างกัน 1.0 เซนติเมตรฉากอยู่ห่างจากแผ่นสลิตเดี่ยวเป็นระยะเท่าใดในหน่วยเมตร

12. มองไส้หลอดไฟที่ส่องสว่างผ่านเกรตติงที่มีจำนวน 5000 ช่องต่อเซนติเมตร โดยให้เกรตติงอยู่ห่างจากไส้หลอดไฟ 1.0 เมตร และไส้หลอดอยู่ที่ตำแหน่ง 50.0 เซนติเมตรของไม้เมตร ดังรูป



สำหรับแสงสีหนึ่งในแถบสเปกตรัมอันดับที่ 1 ปรากฏบนไม้เมตรที่ตำแหน่ง 79.0 เซนติเมตร แสงสีนี้มีความยาวคลื่นเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร

13. ในการทดลองเพื่อหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์โดยใช้เกรตติงที่มี 5000 ช่องต่อเซนติเมตรพบว่า แถบสว่างอันดับที่ 1 ทางด้านซ้ายและขวา อยู่ที่ตำแหน่ง 11.6 และ 88.4 เซนติเมตรของไม้เมตรตามลำดับ ถ้าฉากอยู่ห่างเกรตติงเป็นระยะ 100.0 เซนติเมตร ดังรูป ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์มีค่าเท่าใด



14. ฉายแสงขาวตั้งฉากกับเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 10000 ช่องต่อเซนติเมตร จะปรากฏแถบสเปกตรัมอันดับที่สองในช่วงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรถึง 700 นาโนเมตร ได้ครบทุกความยาวคลื่นหรือไม่ แสดงเหตุผลประกอบ

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

แบบฝึกหัดข้อที่ 1 เมื่อฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร ตกตั้งฉากบนช่องแคบคู่หนึ่งซึ่งห่างกัน 0.2 มิลลิเมตร จงหาว่าแถบสว่างลำดับที่ 10 ทั้งสองด้านจะทำมุมกันกี่องศา ($\sin 2^\circ = 0.035$)

1. 2 องศา 2. 3 องศา 3. 4 องศา 4. 8 องศา

แบบฝึกหัดข้อที่ 2 สลิตคู่ห่างกัน 0.03 มิลลิเมตร วางห่างจากฉาก 2 เมตร เมื่อฉายแสงผ่านสลิตปรากฏว่า แถบสว่างลำดับที่ 5 อยู่ห่างจากแถบกลาง 14 เซนติเมตร ความยาวคลื่นของแสงเป็นกี่นาโนเมตร

1. 320 2. 380 3. 420 4. 480

แบบฝึกหัดข้อที่ 3 ช่องแคบคู่หนึ่งห่างกัน 0.1 มิลลิเมตร เมื่อฉายแสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกตั้งฉากบนช่องแคบ แถบสว่างลำดับที่ 4 บนฉากที่ห่างออกไป 80 เซนติเมตร จะอยู่ห่างจากแนวกลางกี่เซนติเมตร

1. 0.80 2. 1.92 3. 4.68 4. 6.59

แบบฝึกหัดข้อที่ 4 เมื่อใช้แสงที่มีความยาวคลื่น 5.0×10^{-7} เมตร ตกตั้งฉากกับสลิตคู่เกิดภาพการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างออกไป 1 เมตร ถ้าระยะห่างระหว่างสลิตคู่เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร แถบสว่าง 2 แถบที่ติดกันอยู่ห่างกันกี่มิลลิเมตร

1. 1 2. 3 3. 5 4. 10

แบบฝึกหัดข้อที่ 5 สลิตคู่ที่มีระยะระหว่างสลิตเป็น 0.10 เซนติเมตร ฉากอยู่ห่างจากสลิตเป็นระยะทาง 1.0 เมตร ระยะระหว่างแถบมืดที่อยู่ติดกันมีค่าเป็น 0.5 มิลลิเมตร ความยาวคลื่นแสงที่ใช้เป็นเท่าใดในหน่วย nm

1. 300 2. 400 3. 500 4. 600

แบบฝึกหัดข้อที่ 6 แสงสีเหลืองความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร ตกตั้งฉากผ่านสลิตคู่อันหนึ่ง พบว่าบนฉากที่ห่างออกไป 1.5 เมตร แถบสว่างลำดับที่ 3 และลำดับที่ 7 อยู่ห่างกัน 6 มิลลิเมตร ช่องทั้งสองของสลิตคู่นี้อยู่ห่างกันกี่ไมโครเมตร

1. 330 2. 450 3. 580 4. 630

แบบฝึกหัดข้อที่ 7 เมื่อใช้แสงสีแดงความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ตกตั้งฉากกับสลิตคู่เกิดภาพแทรกสอดบนฉากโดยแถบสว่าง 2 แถบติดกันอยู่ห่างกัน 0.25 มิลลิเมตร แต่ถ้าใช้แสงสีม่วงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ตกตั้งฉากกับสลิตคู่ดังกล่าว แถบสว่าง 2 แถบติดกันจะห่างกันกี่มิลลิเมตร

1. 0.10 2. 0.15 3. 0.20 4. 0.22

แบบฝึกหัดข้อที่ 8 เมื่อให้ลำแสงขนานแสงสีเดียว ความยาวคลื่น λ ตกตั้งฉากกับสลิตคู่ซึ่งมีระยะห่างระหว่างช่องสลิตเป็น d แล้วจะเกิดภาพการแทรกสอดขึ้นบนฉากที่อยู่ห่างจากสลิตเป็นระยะ D จงหาระยะระหว่างแถบสว่างแถบแรกกับแถบมืดที่สาม

1. $\frac{\lambda D}{d}$

2. $\frac{3\lambda D}{2d}$

3. $\frac{2\lambda D}{d}$

4. $\frac{5\lambda D}{2d}$

แบบฝึกหัดข้อที่ 9 ฉายแสงผ่านสลิตเดียวทำให้เกิดแนวมืดแถบแรกเบนไปจากแนวกลางเป็นมุม 30° กำหนดความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร จงหาความกว้างของช่องสลิตในหน่วยไมโครเมตร

1. 0.65

2. 1.3

3. 650

4. 1300

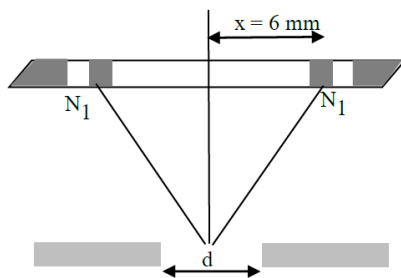
แบบฝึกหัดข้อที่ 10 ไขแสงมีความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรตกตั้งฉากผ่านสลิตเดียวที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ 50 ไมโครเมตร จากการสังเกตภาพเลี้ยวเบนบนฉาก พบว่าแถบมืดแถบแรกอยู่ห่างจากกึ่งกลางแถบสว่างกลาง 6.0 มิลลิเมตร ระยะระหว่างสลิตเดียวกับฉากเป็นเท่าใดในหน่วยเซนติเมตร

1. 20

2. 30

3. 40

4. 50



แบบฝึกหัดข้อที่ 11 แสงความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร ตกตั้งฉากบนสลิตเดี่ยวกว้าง 50 ไมโครเมตร เกิดภาพการแทรกสอดบนฉากห่าง 0.6 เมตร แถบมืดที่สองอยู่ห่างจากแถบมืดที่สี่กี่เมตร

1. 0.66×10^{-2}

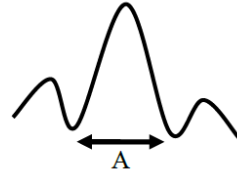
2. 1.32×10^{-2}

3. 0.66×10^{-3}

4. 1.32×10^{-3}

แบบฝึกหัดข้อที่ 12 แสงสีเหลืองความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร เป็นลำขนานฉายผ่านสลิตเดี่ยว (single slit) กว้าง 25 ไมโครเมตร แสงที่ตกบนฉากหลังสลิตที่ระยะ 50 เซนติเมตร มีความเข้มดังรูป ในแนวตั้งฉากกับแนวของสลิตระยะ A จะเป็นเท่าใด

1. 1.18 มิลลิเมตร
2. 23.6 มิลลิเมตร
3. 3.54 มิลลิเมตร
4. 4.92 มิลลิเมตร



แบบฝึกหัดข้อที่ 13 ไขแสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยวเกิดแถบมืด-สว่าง บนฉากทางออกไป 3 เมตรระยะห่างระหว่างจุดที่มีมืดที่สุดสองข้างของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.5 เซนติเมตร สลิตนั้นกว้างกี่เมตร

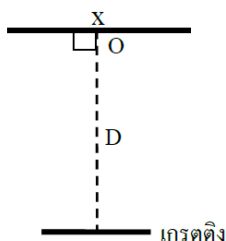
1. 1.2×10^{-2}
2. 2.4×10^{-2}
3. 1.2×10^{-4}
4. 2.4×10^{-4}

แบบฝึกหัดข้อที่ 14 เกรตติงมี 2000 ช่องต่อเซนติเมตร ถ้าฉายแสงความยาวคลื่นขนาดหนึ่งไปยังเกรตติงนี้ แถบสว่างที่เกิดขึ้นแถบแรกบนจอจะอยู่ห่างจากแนวกลางเป็นมุม 30 องศา แสงนั้นมีความยาวคลื่นเท่าใดในหน่วยนาโนเมตร

1. 1.5×10^{-6}
2. 2.5×10^{-6}
3. 1500
4. 2500

แบบฝึกหัดข้อที่ 15 จากการทดลองเพื่อศึกษาสเปกตรัมของก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้เกรตติงซึ่งมีจำนวนช่อง/เซนติเมตรเท่ากับ 3000 ดังรูป พบว่าเมื่อระยะ D เท่ากับ 1 เมตร จะมีแถบสว่างสีเดียวกันบนไม้เมตรห่างจากจุด O ทั้งทางด้านซ้ายและขวาเท่ากันคือ 0.3 เมตร จงหาว่าแถบสว่างนั้นมีความยาวคลื่นประมาณเท่าใด

1. 464 นาโนเมตร
2. 565 นาโนเมตร
3. 632 นาโนเมตร
4. 1000 นาโนเมตร



แบบฝึกหัดข้อที่ 16 แสงความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร พุ่งผ่านเกรตติงพบว่าแนวแถบสว่างแถบที่ 4 ทำมุมกับแนวแถบสว่างตรงกลางเท่ากับ 30 องศา จงหาจำนวนช่องสลิตต่อเซนติเมตรของเกรตติงนี้

1. 2000

2. 200

3. 3333

4. 2500

แบบฝึกหัดข้อที่ 17 แสงขาวตกตั้งฉากกับเกรตติง สเปกตรัมลำดับที่ 3 ของแสงสีม่วงตรงกับสเปกตรัมลำดับที่ 2 ของแสงสีแดง ถ้าความยาวคลื่นของแสงสีม่วงเป็น 400 นาโนเมตร ความยาวคลื่นของแสงสีแดงเป็นกี่ nm

1. 100

2. 300

3. 600

4. 900

แบบฝึกหัดข้อที่ 18 เมื่อให้แสงความยาวคลื่น λ_1 และ λ_2 ผ่านสลิตคู่ซึ่งห่างกัน d พบว่าแถบมืดที่ 4 ของแสงความยาวคลื่น λ_1 เกิดขึ้นที่เดียวกับแถบมืดที่ 5 ของแสงความยาวคลื่น λ_2 อัตราส่วนของ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ มีค่าเท่าใด

1. $\frac{1}{2}$ 2. $\frac{5}{3}$ 3. $\frac{3}{5}$ 4. $\frac{9}{7}$

แบบฝึกหัดข้อที่ 19 ต้องการให้ตำแหน่งริ้วมืดแรกของลวดลายจากการเลี้ยวเบนของสลิตเดียวตรงกับตำแหน่งมืดที่ 5 ของริ้วลวดลายจากการแทรกสอดของสลิตคู่ระยะระหว่างสลิตคู่ต้องเป็นกี่เท่าของความกว้างของสลิต

1. 5

2. $\frac{7}{2}$ 3. $\frac{9}{2}$ 4. $\frac{11}{2}$



เฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติม บทที่ 10 แสงเชิงคลื่น

1. ตอบข้อ 3.
5. ตอบข้อ 3.
9. ตอบข้อ 2.
13. ตอบข้อ 4.
17. ตอบข้อ 3.

2. ตอบข้อ 3.
6. ตอบข้อ 4.
10. ตอบข้อ 4.
14. ตอบข้อ 4.
18. ตอบข้อ 4.

3. ตอบข้อ 2.
7. ตอบข้อ 2.
11. ตอบข้อ 2.
15. ตอบข้อ 4.
19. ตอบข้อ 3.

4. ตอบข้อ 3.
8. ตอบข้อ 2.
12. ตอบข้อ 2.
16. ตอบข้อ 4.