แสงเชิงคลื่น (Wave Optics)

แหล่งกำเนิดอาพันธ์ (Coherent Source)

แหล่งกำเนิดคลื่นตั้งแต่สองแหล่งขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กันอย่างคงที่ ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้เกิด "การแทรกสอด (Interference)" แบบคงที่จนเราสามารถสังเกตเห็นแถบมืดและแถบสว่างบนฉากได้

คุณสมบัติสำคัญ 3 ประการ

เพื่อให้เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ คลื่นจากทุกแหล่งต้องมีลักษณะดังนี้:

1. ความถี่เท่ากัน : หรือมีความยาวคลื่นเท่ากัน
2. ความต่างเฟสคงที่ : ไม่จำเป็นต้องเริ่มสั่นพร้อมกัน (เฟสตรงกัน) ก็ได้ แต่ความต่างของเฟสต้องไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา
3. แอมพลิจูดใกล้เคียงกัน: เพื่อให้เวลาเกิดการหักล้างกัน แถบมืดจะมืดสนิท ทำให้สังเกตลวดลายได้ชัดเจน

1. สลิตคู่ (Double Slit) : เน้น "การแทรกสอด"

คือ แผ่นทึบแสงที่มีช่องแคบขนานกัน 2 ช่อง (แหล่งกำเนิดอาพันธ์)

- **ปรากฏการณ์:** แสงจากทั้งสองช่องจะเดินทางไป "แทรกสอด" กันบนฉาก
- **ลักษณะแถบที่เห็น:** จะเห็นแถบมืดและแถบสว่าง วางสลับกันไป โดยที่แถบสว่างทุกแถบจะมีความกว้าง เท่ากัน และสว่างใกล้เคียงกัน
- **หัวใจการคำนวณ:** ใช้หาค่าความยาวคลื่น (λ) หรือระยะห่างระหว่างช่อง (d)

แถบสว่าง $d\sin\theta = n\lambda$

$$d\frac{x}{L} = n\lambda$$

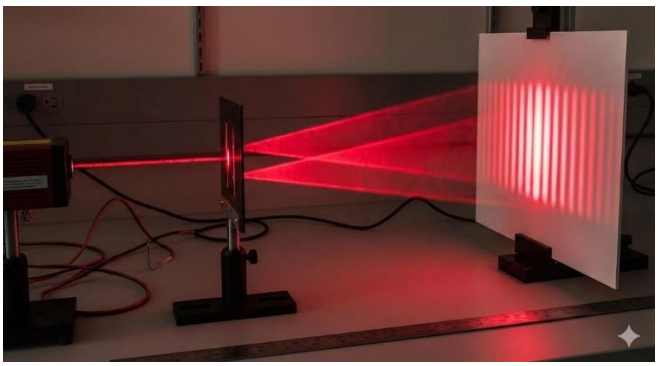
แถบมืด $d\sin\theta = \left(n-\frac{1}{2}\right)\lambda$

$$d\frac{x}{L} = \left(n-\frac{1}{2}\right)\lambda$$

d = ระยะห่างระหว่างช่องสลิต

x = ระยะจากแถบสว่างกลาง ไปยังแถบที่พิจารณา

L = ระยะจากสลิตไปยังฉาก



สลิตเดี่ยว (Single Slit - การเลี้ยวเบน)

คือ แผ่นทึบแสงที่มีช่องแคบเพียงช่องเดียว

- **ปรากฏการณ์:** แสงจะเลี้ยวเบน ผ่านช่องแคบนั้นไปแทรกสอดกันเองภายในช่องเดียว
- **ลักษณะแถบที่เห็น:** จะมี "แถบสว่างกลาง" ที่ กว้างที่สุดและสว่างที่สุด (กว้างเป็น 2 เท่าของแถบอื่น) ส่วนแถบสว่างถัดไปจะแคบลงและสว่างน้อยลงเรื่อยๆ จนจางหายไป
- **หัวใจการคำนวณ:** นิยมคำนวณหาตำแหน่ง "แถบมืด" เท่านั้น

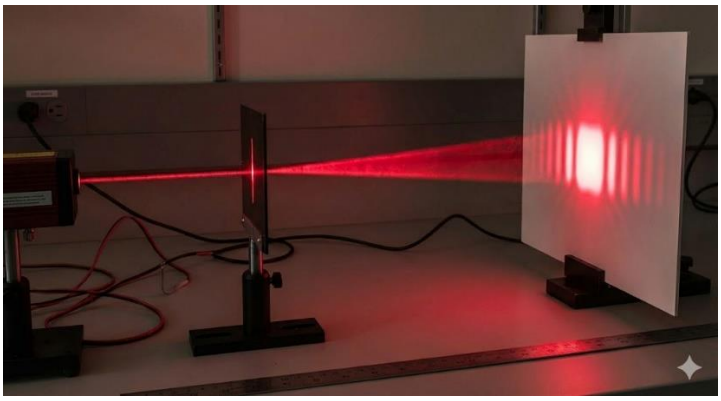
แถบมืด $d \sin\theta = n\lambda$

$$d\frac{x}{L} = n\lambda$$

d = ความกว้างช่องสลิต

x = ระยะจากแถบสว่างกลาง ไปยังแถบที่พิจารณา

L = ระยะจากสลิตไปยังฉาก



3. เกรตติง (Grating) : เน้น "การแยกแสง"

คือ แผ่นโปร่งแสงที่มีการขีดรอยขนานเล็กๆ จำนวนมาก (หลักพันถึงหลักหมื่นเส้นต่อเซนติเมตร)

- **ปรากฏการณ์ :** แสงผ่านช่องจำนวนมากเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันอย่างรุนแรงเฉพาะบางมุม
- **ลักษณะแถบที่เห็น :** แถบสว่างจะ**คมชัดมาก** และอยู่ห่างกันมากกว่าสลิตคู่ เหมาะสำหรับใช้แยกแสงสีต่างๆ (สเปกตรัม)
- **หัวใจการคำนวณ :** หาความกว้างของระยะระหว่างช่อง d

$$\boldsymbol{d = \frac{\text{จำนวนช่อง}}{\text{ความกว้าง}}}$$

เช่น เกรตติง 1,000 ช่อง/มิลลิเมตร $d = \frac{10^{-3}}{1,000} = 10^{-6}$

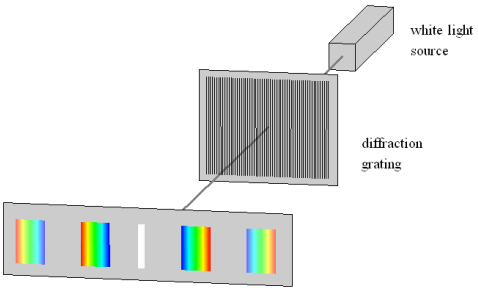
แถบสว่าง $d\sin\theta = n\lambda$

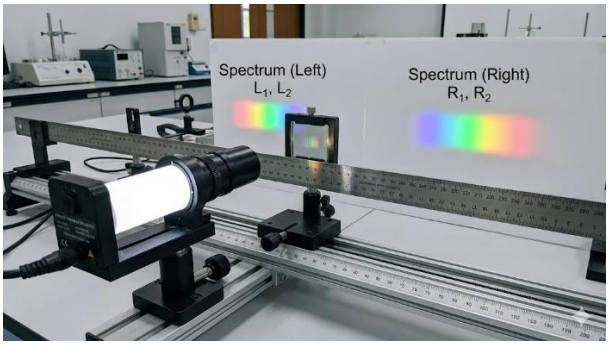
$$d\frac{x}{\sqrt{x^2 + L^2}} = n\lambda$$

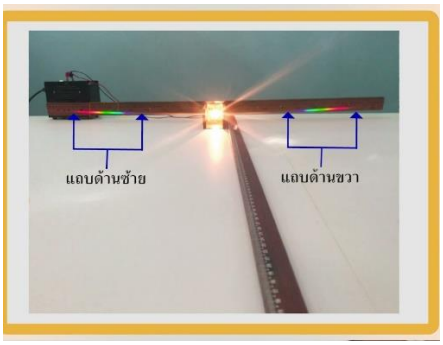
หรือ $d\frac{x}{L} = n\lambda$ ถ้าระยะ x มีค่าน้อยมากๆ $x^2 \approx 0$

x = ระยะจากแถบสว่างกลาง ไปยังแถบที่พิจารณา

L = ระยะจากสลิตไปยังฉาก







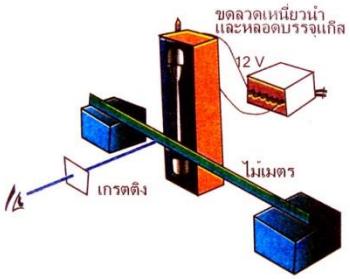
1. *ในการทดลองหาความกว้างของช่องสลิตคู่ โดยใช้แสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 600 nm ส่องผ่านสลิตคู่ในแนวตั้งฉาก ปรากฏลวดลายการแทรกสอดบนฉากซึ่งวางห่างออกไป 1.2 m หากวัดระยะจากแถบสว่างที่ 1 (ด้านซ้าย) ไปยังแถบสว่างที่ 1 (ด้านขวา) ได้ระยะรวมเป็น 4.0 mm อยากทราบว่าระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่นี้มีค่ากี่มิลลิเมตร*

    1. 0.18 mm
    2. 0.36 mm
    3. 0.54 mm
    4. 0.72 mm
    5. 1.44 mm

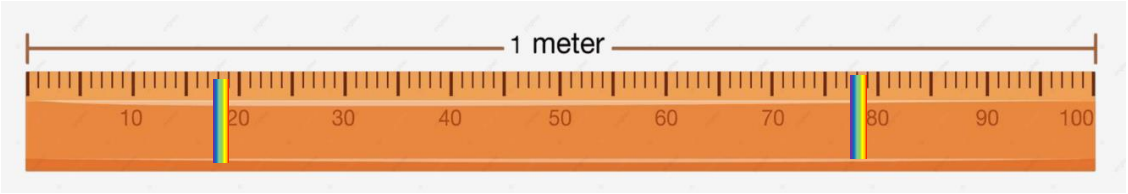
2. *ฉายแสงสีเขียวที่มีความถี่ 5.0 x 10^{14} Hz ผ่านสลิตเดี่ยวที่มีความกว้างช่อง 0.15 mm พบว่าเกิดลวดลายการเลี้ยวเบนบนฉากที่วางขนานกับสลิตห่างออกไปเป็นระยะ 0.9 m จงหา ความกว้างของแถบสว่างกลาง ที่ปรากฏบนฉากว่ามีค่าประมาณกี่มิลลิเมตร (กำหนดให้ความเร็วแสง c = 3.0 x 10^{8} m/s)*

    1. 1.8 mm
    2. 3.6 mm
    3. 5.4 mm
    4. 7.2 mm
    5. 9.0 mm

3. *จากการทดลองเพื่อศึกษาสเปกตรัมของก๊าซไฮโดรเจน ดังรูป โดยใช้เกรตติงซึ่งมีจำนวนช่อง/เซนติเมตรเท่ากับ 4500 พบว่าเมื่อมองไม้เมตรผ่านเกรตติง โดยให้หลอดก๊าซไฮโดรเจนอยู่กึ่งกลางของไม้เมตรพอดี และไม้เมตรห่างออกไปจากเกรตติง 1 เมตร จะมีแถบสว่างสีเดียวกันบนไม้เมตรที่ตำแหน่ง 18 เซนติเมตร และ 78 เซนติเมตร จงหาว่าแถบสว่างนั้นเป็นสีอะไร*



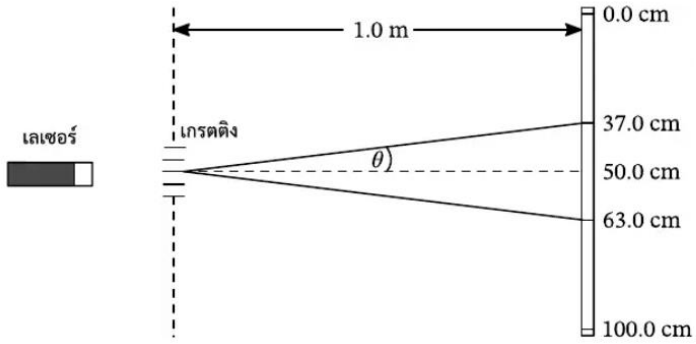
สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	400 - 420
น้ำเงิน	420 - 490
เขียว	490 - 580
เหลือง	580 - 590
ส้ม	590 - 650
แดง	650 - 700



4. *(วิชาสามัญ เม.ย. 64) ฉายแสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้ตกกระทบตั้งฉากกับสลิตคู่ ซึ่งมีระยะห่างระหว่างช่อง 0.050 มิลลิเมตร แล้วสังเกตลวดลายของการแทรกสอดบนฉาก จากนั้นฉายแสงเดิมแต่เปลี่ยนจากสลิตคู่เป็นสลิตเดี่ยว พบว่า แถบมืดแถบแรกที่เกิดจากทั้งสลิตคู่และสลิตเดี่ยว ปรากฏที่ตำแหน่งห่างจากแถบสว่างกลางเป็นระยะเท่ากัน ความกว้างของช่องสลิตเดี่ยวมีค่ากี่เมตร*

    1. 1.0×10^{-4}
    2. 5.0×10^{-5}
    3. 2.5×10^{-5}
    4. 1.4×10^{-8}
    5. 7.2×10^{-9}

5. ฉายแสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ตกกระทบตั้งฉากกับเกรตติง พบว่าเกิดจุดสว่างกลางและจุดสว่างอันดับที่ 1 ที่ตำแหน่งบนฉากซึ่งอยู่ห่างจากเกรตติง 1.0 เมตร ดังภาพ



พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ระยะห่างระหว่างช่องของเกรตติงมีค่าเท่ากับ 5.0 ไมโครเมตร

ข. ถ้าฉายแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 650 นาโนเมตร ระยะห่างระหว่างจุดสว่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น

ค. ถ้าใช้เกรตติงอันใหม่ แล้วพบว่าระยะห่างระหว่างจุดสว่างมีค่าน้อยลง แสดงว่าระยะห่างระหว่างช่องของเกรตติงจะมีค่ามากกว่าเดิม

ข้อความใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

1. ก. เท่านั้น
2. ข. เท่านั้น
3. ค. เท่านั้น
4. ก. และ ค.
5. ข. และ ค.

6. **ในการทดลองการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ นักเรียนกลุ่มหนึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกึ่งกลางของแถบสว่างอันดับที่ 1 เทียบกับตำแหน่งกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง (x) และระยะห่างระหว่างช่องสลิต (d) ดังนี้**

   1) เตรียมแผ่นสลิตคู่ 3 แผ่น ที่มีค่า d ต่างกัน เลเซอร์พอยเตอร์สีเขียว และฉากให้ฉากห่างจากแผ่นสลิตคู่ 2.0 เมตร
   2) ฉายแสงเลเซอร์ให้ตกกระทบตั้งฉากกับสลิตคู่แผ่นที่ 1 ซึ่งมีค่า d น้อยที่สุด วัดค่า x บนฉากบันทึกค่า x ที่วัดได้
   3) ทำซ้ำโดยเปลี่ยนแผ่นสลิตคู่ให้มีค่า d มากขึ้นตามลำดับ
   4) วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ข้อมูลค่า x ที่ถูกบันทึก คือ ตำแหน่งที่เกิดการแทรกสอดของแสงแบบหักล้าง

ข. เมื่อใช้แผ่นสลิตคู่ที่มี d = 100 ไมโครเมตร ค่า x จะมากกว่า เมื่อใช้แผ่นสลิตคู่ที่มี d = 250 ไมโครเมตร

ค. ถ้านักเรียนกลุ่มนี้ตั้งสมมติฐานว่า "เมื่อค่า d มากขึ้น ค่า x จะมากขึ้นตามไปด้วย" การทดลองนี้สามารถใช้ทดสอบสมมติฐานดังกล่าวได้

ข้อความใดถูกต้อง

1. ก. เท่านั้น
2. ข. เท่านั้น
3. ค. เท่านั้น
4. ก. และ ค. เท่านั้น
5. ข. และ ค. เท่านั้น

7. *การทดลองความยาวคลื่นแสงด้วยสลิตคู่ที่มีระยะระหว่างสลิต 2×10^{-4} เมตร เกิดแถบสว่าง บนฉากที่วางอยู่ห่างจากสลิต 80 เซนติเมตร โดยตำแหน่งของแถบสว่างลำดับที่ 2 อยู่ห่างจาก กึ่งกลางฉาก 4.0 มิลลิเมตร ความยาวคลื่นแสงที่ทดลองมีค่ากี่นาโนเมตร (PAT2 มี.ค. 53)*

   1. 400 nm

   2. 500 nm

   3. 600 nm

   4. 700 nm

8. *แสงความยาวคลื่นหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านซ่องเปิดคู่ (double slit) ที่มีระยะระหว่างช่องเปิด 0.03 mm ถ้าช่องเปิดคู่วางห่างจากฉากรับภาพเป็น 1.5 m ปรากฏว่าริ้วสว่างอันดับที่สองอยู่ห่างจากจุดกึ่งกาง ฉากเป็นระยะ 5.0 cm จงหาความยาวคลื่นของแสงนี้ (วิชาสามัญ ม.ค. 55)*

   1. 250 nm

   2. 400 nm

   3. 500 nm

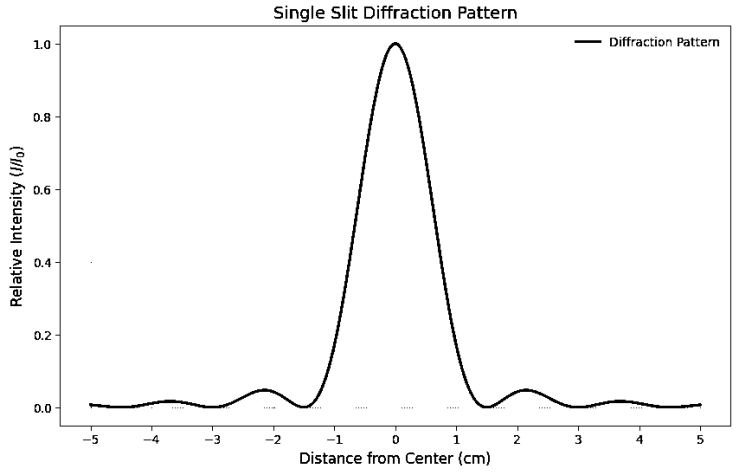
   4. 667 nm

   5. 1,000 nm

9. *แสงความยาวคลื่น 600 nm ผ่านสลิตเดี่ยวกว่าง 0.55 mm ไปปรากฏเป็นลวดลาย การเลี้ยวเบนบนฉากอยากทราบว่าจะต้องวางฉากทางด้านหลังสลิตห่างจากสลิตกี่เซนติเมตร จึงจะทำให้แถบมืดแถบแรกบนฉากห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างกลางเป็นระยะ 2.4 mm*

1. 110 cm
2. 220 cm
3. 330 cm
4. 440 cm

10. *เมื่อฉายแสงสีเดียวความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ผ่านสลิตเดี่ยว ปรากฏว่าภาพการแทรกสอด ปรากฏบนฉากที่อยู่ห่างออกไป 1 เมตร มีความเข้มแสงสัมพัทธ์ดังรูป สลิตเดี่ยวนี้กว้างกี่ไมโครเมตร*



1. 10 ไมโครเมตร
2. 20 ไมโครเมตร
3. 30 ไมโครเมตร
4. 40 ไมโครเมตร