การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

36. แสงเลเซอร์ตกกระทบสลิตคู่ที่มีระยะห่างระหว่างช่องสลิต (d) = 0.018 mm ทำให้เกิดแถบสว่างที่ 5 ทำมุม 9.8 องศา กับแนวสว่างตรงกลาง จงหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ (**ตอบ** 610 nm)

วิธีทำ สมการสำหรับแถบสว่างในเรื่อง การแทรกสอดของแสงจากสลิตคู่ คือ

$$d\sin\theta_{\text{m}} = m\lambda \quad \text{เมื่อ} \quad m = 0,\ 1,\ 2,...$$

จากโจทย์ เรามี $d = 0.018 \text{ mm} = 0.018\times10^{-3} \text{ m}$, $\theta_{\text{m}} = \theta_5 = 9.8°$, และ $m = 5$ แทนค่าในสูตรจะได้

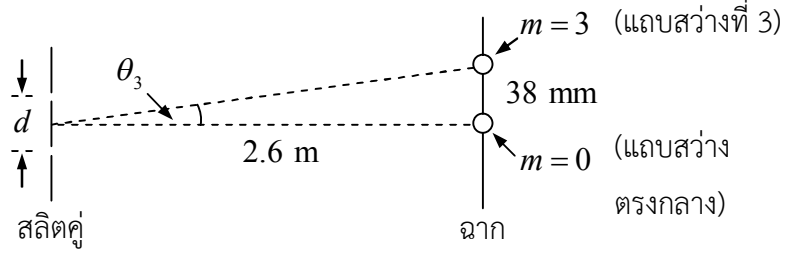
$$\lambda = \frac{d\sin\theta_{\text{m}}}{m} = \frac{(0.018\times10^{-3})\sin(9.8°)}{5} = 612.75\times10^{-9} \text{ m} = 612.75 \text{ nm} \quad \text{ตอบ}$$

37. แถบสว่างที่ 3 ของแสงความยาวคลื่น 610 nm ทำมุม 28 องศา กับแถบสว่างกึ่งกลางเมื่อแสงผ่านสลิตคู่ จงหาระยะห่าง d (**ตอบ** 3.9 μm)

วิธีทำ จากโจทย์ เรามี $\lambda = 610 \text{ nm} = 610\times10^{-9} \text{ m}$, $\theta_{\text{m}} = \theta_3 = 28°$, และ $m = 3$ แทนค่าในสมการสำหรับแถบสว่าง $d\sin\theta_{\text{m}} = m\lambda$ เมื่อ $m = 0,\ 1,\ 2,...$ จะได้

$$d = \frac{m\lambda}{\sin\theta_{\text{m}}} = \frac{(3)(610\times10^{-9})}{\sin(28°)} = 3.9\times10^{-6} = 3.9 \text{ μm} \quad \text{ตอบ}$$

38. แสงความยาวคลื่น 680 nm ตกกระทบสลิตคู่และทำให้เกิดการแทรกสอด แถบสว่างที่ 3 มีระยะห่างระยะห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างตรงกลาง 38 mm บนฉากที่ห่างจากสลิตคู่ 2.6 m จงหาระยะห่างระหว่างช่องสลิตคู่ (d) (**ตอบ** 1.4×10^{-4} m)



วิธีทำ ลองวาดรูป จะได้ ☞ จะเห็นว่า θ_3 ค่อนข้างเล็ก ดังนั้น เราใช้ $\tan\theta_3 = \dfrac{38\times10^{-3}}{2.6}$ แทน $\sin\theta_3$ ได้

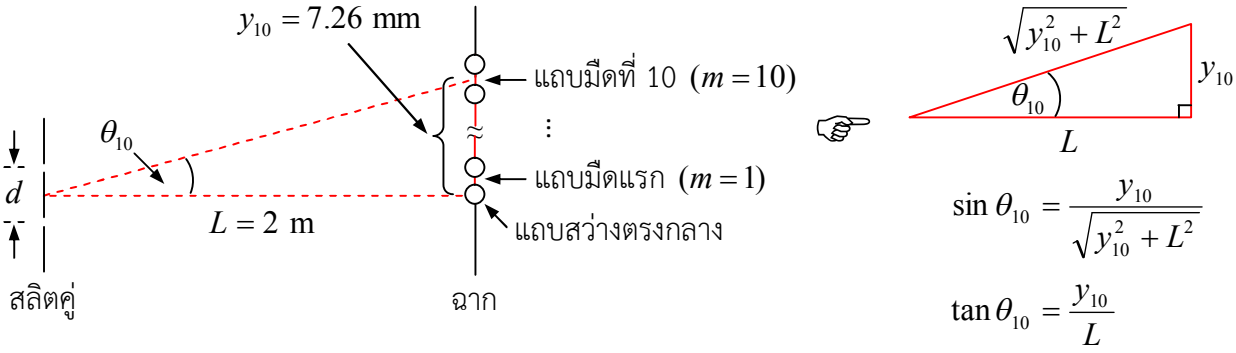
ดังนั้น $d\sin\theta_3 = (3)\lambda$ ☞ $d\tan\theta_3 = (3)\lambda$

แทนค่าต่าง ๆ จะได้ $d\left(\dfrac{38\times10^{-3}}{2.6}\right) = (3)(680\times10^{-9})$ ☞ $d = \left(\dfrac{2.6}{38\times10^{-3}}\right)(3)(680\times10^{-9})$

$= 1.396\times10^{-4}$ m

39. ในการทดลองเรื่องการแทรกสอด ใช้แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 589 nm และระยะทางระหว่างสลิตคู่กับฉากเท่ากับ 2 m พบว่า แถบมืดที่ 10 ห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างตรงกลาง 7.26 mm จงหาระยะห่างของช่องสลิตคู่ (**ตอบ** 1.54 mm)

วิธีทำ จากโจทย์ เรามี $\lambda = 589\text{ nm} = 589\times10^{-9}\text{ m}$, $L = 2\text{ m}$, $m = 10$ และ $y_{10} = 7.26\text{ mm}$



$$\sin\theta_{10} = \frac{y_{10}}{\sqrt{y_{10}^2 + L^2}}$$

$$\tan\theta_{10} = \frac{y_{10}}{L}$$

เมื่อแทนค่าในสมการแถบมืด (สำหรับมุม θ_m เล็ก ๆ) $d\left(\frac{y_m}{L}\right) = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $m = 1, 2, 3,\ldots$

จะได้

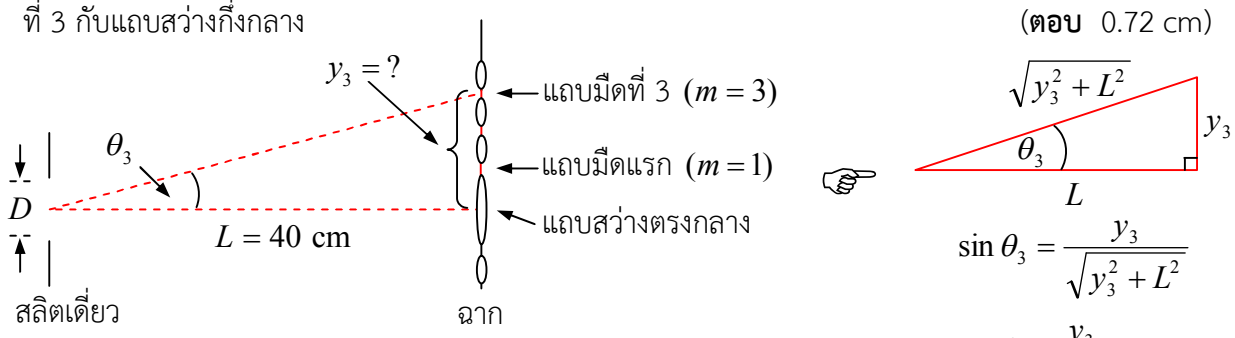
$$d\left(\frac{7.26\times10^{-3}}{2}\right) = \left(10 - \frac{1}{2}\right)(589\times10^{-9})$$

$$d = \left(\frac{2}{7.26\times10^{-3}}\right)\left(10 - \frac{1}{2}\right)(589\times10^{-9})$$

$$= 1.54\times10^{-3}\text{ m}$$

$$= 1.54\text{ mm}$$

40. เมื่อฉายแสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 600 nm ผ่านช่องสลิตเดี่ยวที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ 0.10 mm ทำให้เกิดแถบของการเลี้ยวเบนบนฉากที่อยู่ห่างจากสลิตเดี่ยวออกไป 40 cm จงหาระยะห่างระหว่างแถบมืดที่ 3 กับแถบสว่างกึ่งกลาง (**ตอบ** 0.72 cm)



$$\sin\theta_3 = \frac{y_3}{\sqrt{y_3^2 + L^2}}$$

$$\tan\theta_3 = \frac{y_3}{L}$$

ใช้สมการแถบมืดสำหรับการเลี้ยวเบนของ “สลิตเดี่ยว”

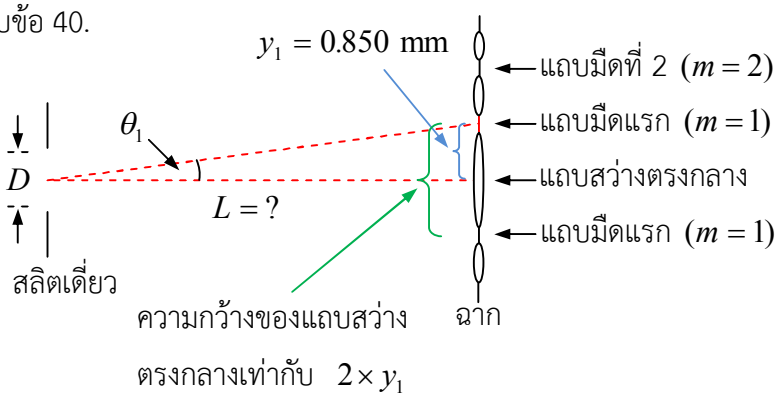
$D\left(\frac{y_m}{L}\right) = m\lambda$ เมื่อ $m = 1, 2, 3,\ldots$ ☞ ลองทำดู

41. สลิตเดี่ยวอันหนึ่งกว้าง 0.140 mm เมื่อฉายแสงเลเซอร์ผ่านช่องสลิตเดี่ยวและเกิดแถบของการเลี้ยวเบนบนฉากที่ห่างจากสลิตเดี่ยว 2.00 m ถ้าแถบมืดที่สองห่างจากแถบสว่างตรงกลาง 16 mm จงหาความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ (**ตอบ** 560 nm)

วิธีทำ ใช้สมการเดียวกับข้อ 40.

42. แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 587.5 nm เมื่อฉายผ่านช่องสลิตเดี่ยวที่กว้าง 0.750 mm จงหา (ก) ระยะทางจากสลิตเดี่ยวไปถึงฉาก ถ้าแถบมืดที่ 1 ของการเลี้ยวเบนอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง 0.850 mm และ (ข) ความกว้างของแถบสว่างกลาง (**ตอบ** (ก) $L = 1.09$ m , (ข) 1.70 mm)

วิธีทำ ใช้สมการเดียวกับข้อ 40.



43. แสงสีแดงความยาวคลื่น 640 nm ฉายกระทบเกรติงที่มีจำนวนช่องเท่ากับ 2000 ช่องต่อเซนติเมตร จงหามุมที่เกิดจุดสว่างที่ 1 (**ตอบ** 7.35 องศา)

วิธีทำ ข้อมูลจากโจทย์ คือ $\lambda = 640 \times 10^{-9}$ m , $m = 1$, และ $N = 2000$ cm^{-1}

แปลง N จาก “ช่อง/cm” ให้เป็น “ช่อง/m” ก่อน ดังนี้

$$N = 2000 \text{ cm}^{-1} = 2000 \times (10^{-2})^{-1} \text{ m}^{-1} = 2 \times 10^{5} \text{ m}^{-1}$$

นำค่าไปแทนในสมการจุดสว่างของเกรติงที่ว่า $\left(\frac{1}{N}\right)\sin\theta_m = m\lambda$ เมื่อ $m = 0, 1, 2, \ldots$ จะได้

$$\left(\frac{1}{2 \times 10^{5}}\right)\sin\theta_1 = (1)(640 \times 10^{-9})$$

$$\sin\theta_1 = (2 \times 10^{5})(1)(640 \times 10^{-9})$$

$$\theta_1 = \arcsin\left[(2 \times 10^{5})(1)(640 \times 10^{-9})\right]$$

$$= 7.354°$$

44. แหล่งกำเนิดแสงหลายแหล่ง ทำให้เกิดแถบสว่างที่ 1 บนเกรติงขนาด 12000 เส้น/cm ทำมุม 28.8 องศา , 36.7 องศา, 38.6 องศา, และ 47.9 องศา จงหาความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแต่ละแหล่ง

วิธีทำ ใช้สมการเดียวกับข้อ 43. หาค่า λ (คำตอบ 401 nm, 498 nm, 520 nm, และ 618 nm)

แสงโพลาไรซ์

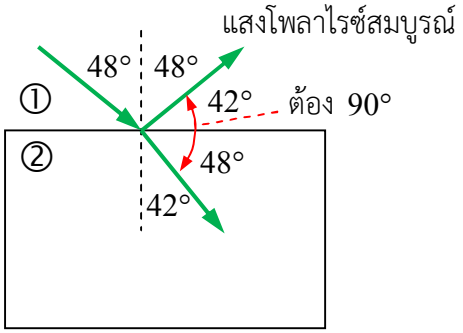
45. มุมตกกระทบบนผิวสะท้อนแปรค่าอย่างต่อเนื่อง พบว่ามุมตกกระทบที่ทำให้เกิดรังสีสะท้อนที่เป็นแสงโพลาไรซ์สมบูรณ์ มีค่าเท่ากับ 48.0 องศา จงหาดัชนีหักเหของวัสดุชิ้นนี้ (**ตอบ** 1.11)

วิธีทำ ถ้าใช้กฎของบริวสเตอร์ $\tan\theta_p = \frac{n_2}{n_1}$

แทนค่า $\theta_p = 48°$, $n_1 = 1$ (อากาศ), $n_2 = ?$

ถ้าใช้กฎของสเนลล์ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

แทนค่า $\theta_1 = 48°$, $\theta_2 = 42°$, $n_1 = 1$ (อากาศ), $n_2 = ?$



46. มุมวิกฤตสำหรับการสะท้อนกลับหมดของ Sapphire ที่วางในอากาศเท่ากับ 34.4 องศา จงคำนวณหามุมโพลาไรซ์ของ Sapphire (**ตอบ** 60.5 องศา)

วิธีทำ มุมวิกฤต (θ_C) ที่ให้มา เอาไว้ใช้หาดัชนีหักเหของ Sapphire จากนั้นก็นำดัชนีหักเหที่ได้ไปใช้หามุมโพลาไรซ์ (θ_p) ต่อด้วยกฎของบริวสเตอร์ ☞ ลองทำดู