

บทที่ 13

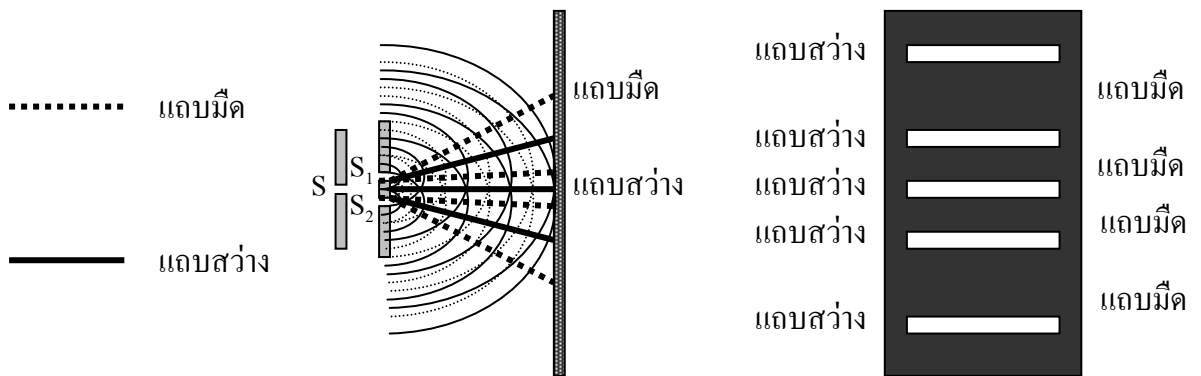
แสง

การแทรกสอด (Interference)

เราทราบว่า เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นคลื่นได้ เมื่อมีการแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดตำแหน่งที่มีเสียงดังและเสียงค่อย ดังนั้นแสงจะมีการแทรกสอดกันหรือไม่

ในระหว่างปี พ.ศ.2344 โทมัส ยัง (Thomas Young พ.ศ. 2316 – 2372) ได้ทดลองพบว่า แสงเป็นคลื่น เพราะมีสมบัติในการแทรกสอดได้ เช่นเดียวกับ คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นชนิดอื่นๆ โดยทำให้เกิดแถบสว่าง (แบบเสริมกัน) และแถบมืด (แบบหักล้าง)

โทมัส ยัง ทดลองการแทรกสอดของแสง โดยให้แสงสีเดียวผ่านช่องแคบ 1 ช่อง แล้วไปผ่านช่องแคบอีก 2 ช่อง คือ S_1 และ S_2 ซึ่งทำให้เกิดแถบมืด แถบสว่าง ปรากฏบนฉาก ดังรูป



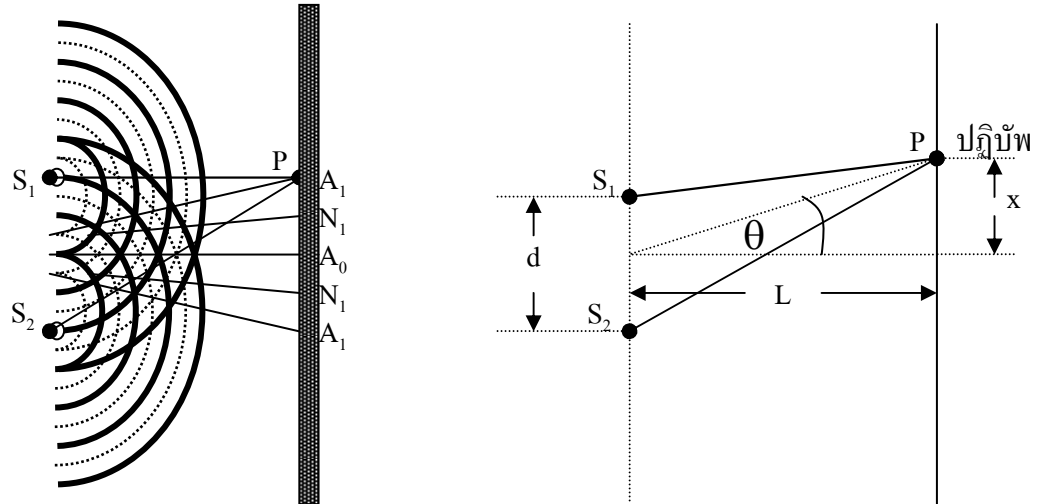
รูป ก. แสงผ่าน สลิต S_1 และ S_2

รูป ข. แถบมืด แถบสว่าง บนฉาก

รูป การทดลองของยัง ภาพการแทรกสอดของแสงแหล่งกำเนิดอาพันธ์

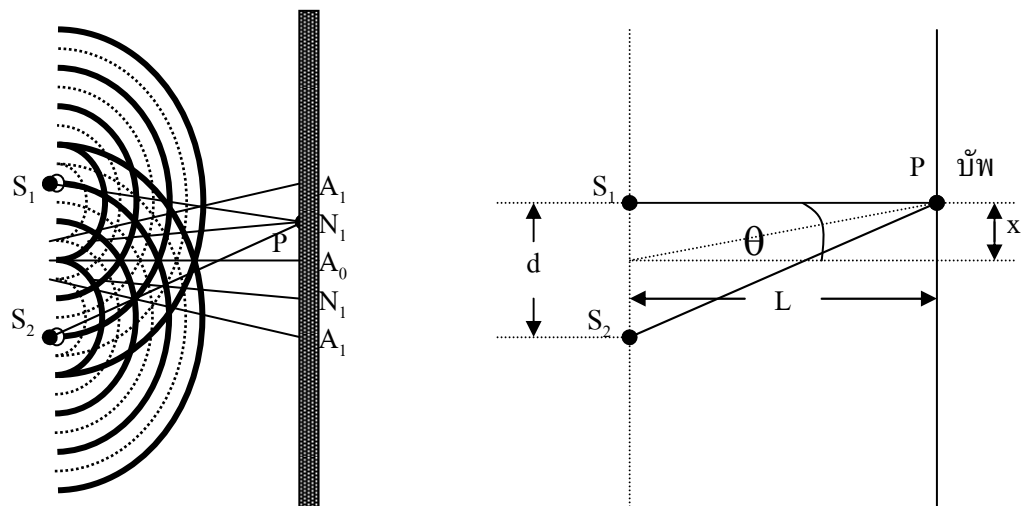
เมื่อแสงผ่านสลิตคู่ (ช่องแคบ S_1 และ S_2) จะมีการแทรกสอดของแสงบนฉากทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่าง การหาตำแหน่งแถบมืดและแถบสว่างเหล่านี้ อาจทำได้โดยพิจารณาว่าสลิตทั้งสองเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่ง และใช้หลักการแทรกสอดของคลื่นน้ำมาอธิบายการแทรกสอดของคลื่นแสง ดังนี้

ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิบัติแสงจะแทรกสอดแบบเสริม บนฉากเกิดแถบสว่าง ณ ตำแหน่ง P ใดๆ แล้วผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ (P) บนเส้นปฏิบัติจะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป



จะได้ $S_2P - S_1P = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 หรือ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 เมื่อ n คือ ตำแหน่งปฏิบัติที่ n (แถบสว่าง) 0 คือ แถบสว่างกลาง
 d คือ ระยะห่างระหว่างสลิต S_1 และ S_2
 L คือ ระยะห่างจากสลิตถึงฉาก
 x คือ ระยะห่างจากตำแหน่งที่สังเกตกับตำแหน่งแนวกลาง

ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นแนวปฏิบัติแสงจะแทรกสอดแบบหักล้าง บนฉากเกิดแถบมืด ณ ตำแหน่ง P ใดๆ แล้วผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ (P) บนเส้นปฏิบัติจะเท่ากับจำนวนเต็มคลื่นลบครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป



เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง เรียงเรียงโดยนายบุญเกิด ยศรุ่งเรือง 3

จะได้ $S_2P - S_1P = (n - \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

หรือ $d \sin \theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

เมื่อ n คือ ตำแหน่งบัพที่ n (แถบมืด)

d คือ ระยะห่างระหว่างสลิต S_1 และ S_2

L คือ ระยะห่างจากสลิตถึงฉาก

x คือ ระยะห่างจากตำแหน่งที่สังเกตกับตำแหน่งแนวกลาง

ตัวอย่าง สลิตคู่มือห่างกัน 500 ไมโครเมตร เมื่อให้แสงผ่านสลิตคู่เกิดการแทรกสอดบนฉากซึ่งห่าง สลิต 1.0 เมตร และแถบสว่างที่ 3 อยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง 2.82 มิลลิเมตร อยากทราบว่าแสงนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด

วิธีทำ จะได้ $d \sin \theta = n\lambda$
 เนื่องจาก ฉากอยู่จากสลิตมาก $x \ll L$ มุม θ จึงมีค่าน้อยมาก

น้อยมาก

จะได้ $\sin \theta = \tan \theta = \frac{x}{L}$

ดังนั้น $d \sin \theta = n\lambda$

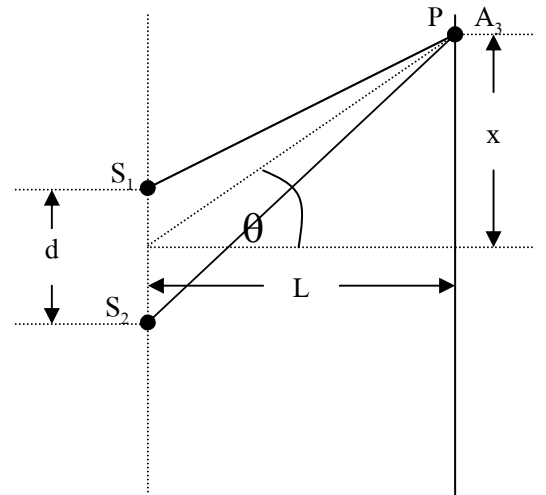
เป็น $d \frac{x}{L} = n\lambda$

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

แทนค่า $\lambda = \left(\frac{500 \times 10^{-6} \text{ m}}{3}\right)\left(\frac{2.82 \times 10^{-3} \text{ m}}{1.0 \text{ m}}\right)$

$\lambda = 470 \times 10^{-9} \text{ m}$

ตอบ แสงนี้มีความยาวคลื่น เท่ากับ 470 นาโนเมตร



ตัวอย่าง แสงสีเขียวมีความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ส่องผ่านสลิตคู่ ซึ่งสลิตอยู่ห่างกัน ก็ไม่ ไมโครเมตร จึงจะเกิดการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างจากสลิตคู่ 50 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างแถบมืดที่อยู่ติดกัน เท่ากับ 0.60 มิลลิเมตร

วิธีทำ แสงสีเขียวกัน ระยะห่างระหว่างแถบมืด 2 แถบ ที่อยู่ติดกัน จะมีค่าเท่ากันทุกคู่ ดังนั้นจะเลือกแถบมืดแถบใดก็ได้

สมมุติเลือกแถบมืดที่ 1 และ แถบมืดที่ 2

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

เนื่องจาก ฉากอยู่จากสลิตมาก $x \ll L$ มุม θ จึงมีค่าน้อยมาก

จะได้ $\sin \theta = \tan \theta = \frac{x}{L}$

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

แถบมืดที่ 1 คือ $n = 1$

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

$$d \frac{x_1}{L} = \frac{1}{2} \lambda$$

$$x_1 = \frac{L\lambda}{2d} \dots\dots\dots (1)$$

แถบมืดที่ 2 คือ $n = 2$

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

$$d \frac{x_2}{L} = \frac{3}{2} \lambda$$

$$x_2 = \frac{3L\lambda}{2d} \dots\dots\dots (1)$$

ระยะระหว่างแถบมืดที่อยู่ติดกัน คือ $x = x_2 - x_1$

(2) - (1), $x_2 - x_1 = \frac{3L\lambda}{2d} - \frac{L\lambda}{2d}$

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

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

แทนค่า $d = \frac{(50 \times 10^{-2} \text{ m})(540 \times 10^{-9} \text{ m})}{0.60 \times 10^{-3} \text{ m}}$

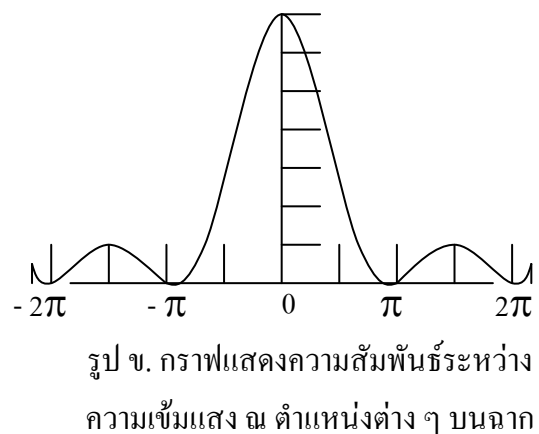
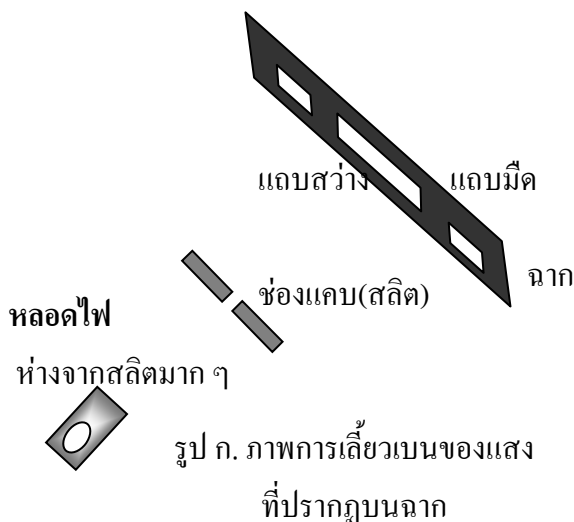
$$d = 450 \times 10^{-6} \text{ m}$$

ตอบ แสงสีเดี่ยวส่องผ่านสลิตคู่ ซึ่งสลิตอยู่ห่างกัน 450 ไมโครเมตร

การเลี้ยวเบน(Diffraction)

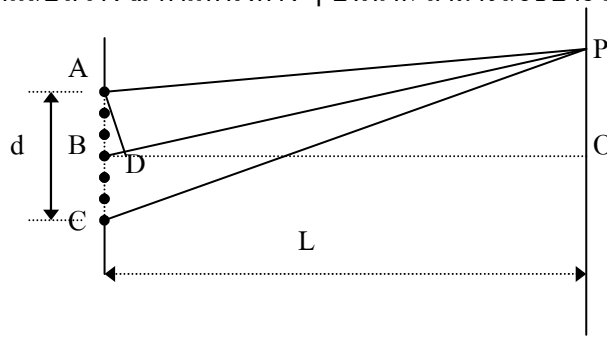
1. แสงเมื่อผ่านช่องแคบจะมีการเลี้ยวเบน และจะมีการเลี้ยวเบนดีมากเมื่อช่องแคบยิ่งแคบมาก
2. แสงที่เลี้ยวเบน ไปมากความเข้มแสงจะลดน้อยลง
3. แสงเลี้ยวเบนจากช่องแคบจะไปแทรกสอดกัน ถ้าแทรกสอดแบบเสริมสร้างจะเป็นบริเวณแถบสว่าง แต่ถ้าแทรกสอดแบบหักล้างจะเป็นบริเวณแถบมืด
4. เมื่อใช้แสงสีเดียว(Monochromatic light) ผ่านช่องแคบเดี่ยว(Single Slits) จะพิจารณาหาตำแหน่งมืด

ในปี พ.ศ. 2203 กริมัลดี (Francesco Maria Grimaldi) เป็นคนแรกที่เห็นสมบัติการเลี้ยวเบนของแสง โดยทดลองให้แสงผ่านสลิตแคบ (คือความยาวมากกว่าความกว้างของสลิตมาก) จะเกิดปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนมีผลให้แถบสว่างกลางมีขนาดกว้างกว่าสลิต นอกจากนี้ถัดจากแถบสว่างกลางออกไปทั้งสองข้างยังมีแถบสว่างและแถบมืดสลับกันไป ดังรูป

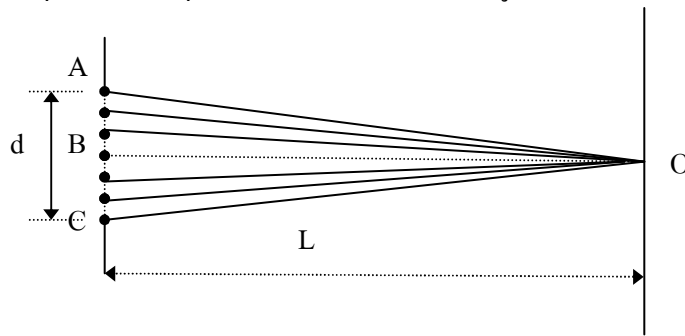


จากการทดลองเรื่องการเลี้ยวเบนของแสง สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อใช้แสงความยาวคลื่นเดียวจากหลอดไฟส่องผ่านสลิตเดี่ยว โดยให้หลอดไฟอยู่ห่างจากสลิตเป็นระยะทางที่ไกลมากเมื่อเทียบกับความกว้างของสลิต เราจึงอาจประมาณได้ว่า คลื่นแสงที่มาจากกระทบบสลิตนั้นเป็นคลื่นระนาบ และโดยใช้หลักการของฮอยเกนส์ที่ถือว่าทุก ๆ จุดบนสลิตจะทำหน้าที่เสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ใหม่และคลื่นจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้เมื่อพบกันจะแทรกสอดแบบทำลาย (แถบมืด) หรือเสริม (แถบสว่าง) โดยแถบสว่างกลางจะกว้างและสว่างมากที่สุด อนึ่งถ้าความกว้างของสลิตเพิ่ม ความกว้างของแถบสว่างกลางจะแคบลง แต่ถ้าความกว้างของสลิตแคบลง ความกว้างของแถบกลางก็จะเพิ่มขึ้น

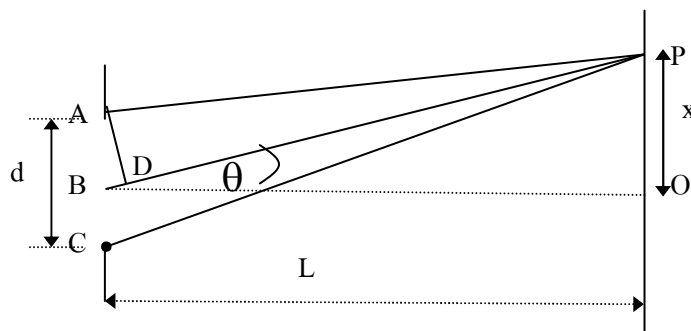
การเกิดแถบมืดแถบสว่าง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนฉาก สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้



ให้ d เป็นความกว้างของช่องแคบ (สลิต) AC เมื่อ L เป็นระยะห่างจาก สลิต d ถึง ฉาก และ $L \gg d$ จะได้ ตำแหน่ง O บนฉาก เป็นตำแหน่งกึ่งกลางที่เกิดแถบสว่างกลาง สามารถอธิบายได้ดังนี้ จากหลักของฮอยเกนส์ทุกจุดบนสลิตเดี่ยว AC จะทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีเฟสตรงกันและกระจายแสงออกโดยรอบ และ O จะห่างจากทุกจุดบน AB และ BC เท่ากัน ดังนั้นคลื่นแสงจากทั้งสองส่วน จึงแทรกสอดแบบเสริมกันตลอดเวลา จุด O จึงเป็นจุดกึ่งกลางของแถบสว่าง ดังรูป



ตำแหน่ง P เป็นตำแหน่ง ที่เกิดแถบมืดครั้งแรก (ที่ 1) ให้แบ่งสลิตเดี่ยว ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วพิจารณาคลื่นแต่ละคู่ที่มาหักล้างกันที่จุด P ให้จุด B เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุด A กับจุด C ถ้าระยะทางที่คลื่นจาก B และ A เคลื่อนที่ถึงฉากที่จุด P ต่างกันเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น $(\frac{\lambda}{2})$ คลื่นทั้งสองจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา จึงทำให้เกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกัน และถ้าพิจารณาคลื่นคู่อื่น ๆ ที่ออกจากแหล่งกำเนิด ซึ่งอยู่ถัดจาก A และ B ลงมาเป็นระยะเท่า ๆ กัน เมื่อคลื่นเหล่านั้นเคลื่อนที่มาถึงจุด P คลื่นแต่ละคู่จะมีเฟสต่างกัน 180 องศา ดังนั้น P จะเป็นตำแหน่งที่คลื่นทั้งหมดแทรกสอดแบบหักล้างกัน จุด P จึงเป็นจุดมืด ดังรูป



เมื่อลาก AD ตั้งฉากกับ BP ระยะ BD จะเท่ากับผลต่างของ BP กับ AP

$$BP - AP = BD$$

ถ้าให้มุม $\angle PBO = \theta$ และ P อยู่ไกลมาก ดังนั้นมุม $\angle BAD = \theta$ ด้วย

พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABD

จะได้ $AB \sin \theta = BD$

และ $BP - AP = \frac{\lambda}{2}$ (BP และ AP มีเฟสต่างกัน 180 องศา)

นั่นคือ $AB \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$

แต่ $AB = \frac{d}{2}$

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$d \sin \theta = \lambda$$

ในการหาความยาวคลื่นของแสง จากการทราบ

ระยะห่างจากตำแหน่งของแถบมืดที่ 1 ถึงฉาก

ในการหาความยาวคลื่นของแสง จากการทราบระยะห่างจากตำแหน่งของแถบมืดที่ n ถึงฉาก

จะได้ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

ถ้า ระยะ $x \ll L$ หรือ θ เป็น มุม เล็กมาก ๆ แล้ว $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \frac{x}{L}$

$$d \tan \theta = n\lambda$$

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

เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

ตัวอย่าง ขอบของแถบสว่างกลางอยู่เหนือแนวกลางเป็นค่ามุมไซน์เท่ากับ 0.0012 แสงที่ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยวกว้าง 500 ไมโครเมตร จะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

วิธีทำ ขอบของแถบสว่างกลาง ก็คือ ตำแหน่งของแถบมืดที่ 1

จาก $d \sin \theta = n\lambda$

แทนค่า $(500 \times 10^{-6} \text{ m})(0.0012) = (1) \lambda$

$$\lambda = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

ตอบ ความยาวคลื่นของแสงนี้เท่ากับ 600 นาโนเมตร

ตัวอย่าง ระยะห่างระหว่างขอบสองข้างของแถบสว่างกลางบนฉากเท่ากับ 1.5×10^{-2} เมตร และอยู่ห่างจากฉากสลิตออกไป 1.5 เมตร ซึ่งเกิดจากแสงที่มีความยาวคลื่นเท่าใด เมื่อตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยวที่มีความกว้าง 0.01 เซนติเมตร

วิธีทำ ระยะห่างระหว่างขอบสองข้างของแถบสว่างกลางบนฉากเท่ากับ 1.5×10^{-2} เมตร
ดังนั้น ระยะระหว่างขอบของแถบสว่างกลางถึงแนวกลาง คือ แถบมืดที่ 1 ถึงแนวกลาง (x)

$$\text{จะได้ } x = \frac{1.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{2} = 0.75 \times 10^{-2} \text{ m}$$

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

$$\text{แทนค่า } (0.01 \times 10^{-2} \text{ m}) \left(\frac{0.75 \times 10^{-2} \text{ m}}{1.5 \text{ m}} \right) = (1) \lambda$$

$$\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

ตอบ ความยาวคลื่นของแสงนี้เท่ากับ 500 นาโนเมตร

ทฤษฎีของแสง เชื่อกันว่าแสงเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค

ทฤษฎีคลื่น(Wave Theory)

ฮอยเกนส์ (Christian Huygens) ได้ตั้งทฤษฎีขึ้นว่าแสงเป็นคลื่น เพราะมีคุณสมบัติเหมือนคลื่นอื่นๆ คือมีการหักเห การสะท้อน การเลี้ยวเบน(กริมาลดีทดลอง) การแทรกสอด(โทมัสยังทดลอง)

ทฤษฎีควอนตัม(The Quantum Theory)

ทฤษฎีนี้กล่าวว่า “แสงเคลื่อนที่ไปในอวกาศในลักษณะเป็นอนุภาคพลังงานในลำแสงเป็นก้อน หรือห่อ(Quantum) เรียกว่า โฟตอน(Photon)” พลังงาน Photon 1 ตัว กำหนดด้วยสมการ

$$E = hf$$

เมื่อ E = พลังงาน (จูล)

$$h = \text{ค่าคงที่ของ Planck} = 6.63 \times 10^{-34} \text{ จูล - วินาที}$$

$$f = \text{ความถี่ของแสง}$$

ทฤษฎีไอน์สไตน์(Einstein)

1. ทฤษฎีไอน์สไตน์ได้ปรับปรุงมาจากแนวคิดของแพลงค์ (Planck)
2. อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศที่ยอมรับในปัจจุบันคือ 299,792,458 m/s หรือ 3×10^8 m/s
3. เมื่อพิจารณาแสงเป็นคลื่นความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความเร็ว และความถี่ของแสง ยังคงเหมือนสูตรพื้นฐานของคลื่น

เกรตติง (Grating)

1. เกรตติงเป็นแผ่นโลหะหรือแผ่นแก้ว หรือแผ่นพลาสติก ที่ขีดด้วยมีด ซึ่งทำจากเพชรให้เกิดเส้นขนานหลายๆเส้น เพื่อให้แสงผ่าน ทำหน้าที่แยกการกระจายแสงตามความยาวคลื่นแสง (Spectrum) ถ้าเป็นแสงสีขาวจะถูกแยกออกเป็น 7 สีเหมือนปริซึม ผู้ประดิษฐ์คนแรกคือ Joseph Fraunhofer
2. เมื่อแสงสีเดียวผ่านเกรตติงจะเลี้ยวเบน แล้วไปแทรกสอดกันเป็นตำแหน่งมืด – สว่างบนฉาก ซึ่งเป็นมุมโตที่พอจะวัดค่าของมุมได้
3. การคำนวณเกี่ยวกับเกรตติง ใช้หลักการเกี่ยวกับการแทรกสอดแต่จะพิจารณาเฉพาะตำแหน่งสว่างเท่านั้น คือ

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$d \frac{X}{D} = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

จากการทดลองให้แสงขาว(เกิดจากการรวมกันของแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน) จากหลอดไฟฟ้าผ่านเกรตติงจะได้แถบสีเกิดขึ้น โดยที่แสงสีต่าง ๆ ในแถบสีนั้นมีความยาวคลื่นต่างกัน เช่น แสงสีม่วงมีความยาวคลื่นน้อยที่สุดและแสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด การเรียงแถบสีต่าง ๆ โดยแยกออกตามความยาวคลื่นของแสงเรียกว่า **สเปกตรัม** (spectrum) เช่น สเปกตรัมที่ได้จากการให้แสงอาทิตย์ผ่านปริซึมซึ่งจะแสดงว่าแสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ มารวมกัน ที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ดังตาราง

ตาราง ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ

แสงสี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	360 – 450
น้ำเงิน	450 – 500
เขียว	500 – 570
เหลือง	570 – 590
แสด	590 – 610
แดง	610 – 760

ตัวอย่าง ฉายแสงความยาวคลื่น 634 นาโนเมตร ตกกระทบเกรตติงขนาด 5,000 ช่องต่อเซนติเมตร จะทำให้เกิดแถบสว่างที่ 1 ทำมุมกับแนวกลางเท่าใด

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จาก } d \sin \theta &= n\lambda \\ \left(\frac{1}{5,000} \times 10^{-2} \text{ m} \right) \sin \theta &= (1)(634 \times 10^{-9} \text{ m}) \\ \sin \theta &= 0.317 \\ \theta &= \sin^{-1}(0.317) \end{aligned}$$

ตอบ แถบสว่างที่ 1 ทำมุมกับแนวกลางเท่ากับ $\sin^{-1}(0.317)$ เรเดียน

ตัวอย่าง ฉายแสงสีขาวผ่านเกรตติงขนาด 120 ช่องต่อเซนติเมตร ถ้าต้องการให้แสงสีเขียวเลี้ยวเบนห่างจากแถบสีขาวแนวกลาง 0.6 เซนติเมตรต้องวางฉากห่างจากเกรตติงอย่างน้อย 100 เซนติเมตร แสงสีเขียวที่ได้นี้จะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

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

$$\left(\frac{1}{120} \times 10^{-2} \text{ m}\right) \left(\frac{0.6 \times 10^{-2} \text{ m}}{100 \times 10^{-2} \text{ m}}\right) = (1)\lambda$$

$$\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$$

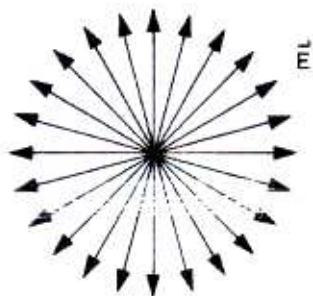
$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

ตอบ แสงสีเขียวที่ได้นี้จะมีความยาวคลื่นเท่ากับ 500 นาโนเมตร

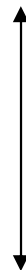
โพลาไรเซชัน (Polarization)

โพลาไรเซชัน เป็นปรากฏการณ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในระนาบหนึ่งเท่านั้น

แสงในธรรมชาติเป็นแสงไม่โพลาไรซ์ (Unpolarized Light) จะมีเวกเตอร์สนามไฟฟ้าอยู่ทุกทิศทาง ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของแสง ดังรูปที่ 1 (ก) ส่วนรูปที่ 1 (ข) แสดงเวกเตอร์สนามไฟฟ้าของแสงโพลาไรซ์ (Polarized Light) ในที่นี้ ทิศทางที่แสงพุ่งไปจะตั้งฉากกับหน้ากระดาษ



รูปที่ 1(ก) เวกเตอร์สนามไฟฟ้าของแสงไม่โพลาไรซ์



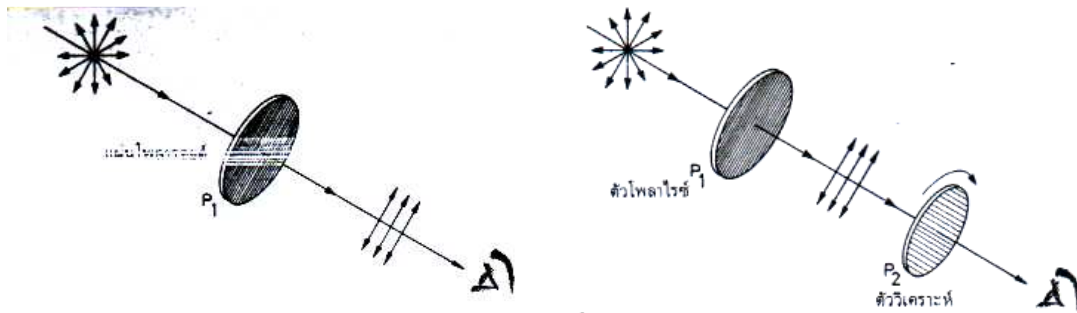
รูปที่ 1(ข) เวกเตอร์สนามไฟฟ้าของแสงโพลาไรซ์

การโพลาไรเซชันโดยการดูดกลืนเฉพาะแนว

เมื่อแสงผ่านเข้าไปในอุปกรณ์บางอย่างแล้ว องค์ประกอบของสนามไฟฟ้าแนวหนึ่งจะถูกดูดกลืน ทำให้แสงที่ผ่านออกมาเหลือเพียงองค์ประกอบแนวเดียวกลายเป็นแสงโพลาไรซ์ อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการโพลาไรซ์โดยวิธีนี้ เรียกว่า แผ่นโพลาไรซ์ (Polaroid)

ในแผ่นโพลาไรซ์ จะมีแกนพิเศษซึ่งแสดงด้วยเส้นขีดตั้งรูปที่ 2 (ก) เมื่อแสงผ่าน แผ่นโพลาไรซ์จะดูดกลืนแสงที่มีเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในทิศตั้งฉากกับแกนนี้ แต่จะยอมให้แสงที่มีเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในแนวขนานกับแกนนี้ผ่านได้ ดังนั้นแสงไม่โพลาไรซ์เมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์แล้วจะเป็นแสงโพลาไรซ์เชิงเส้น

เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง เรียงเรียงโดยนายบุญเกิด ยศรุ่งเรือง 11
 ถ้าให้แสงโพลาไรซ์เชิงเส้นผ่านโพลาไรซ์อีกแผ่นหนึ่ง [ตัววิเคราะห์(analyzer)] สังเกตดูแสงที่ผ่าน
 โดยหมุนตัววิเคราะห์ทำมุมต่างๆ กับตัวทำแสงโพลาไรซ์ (polarizer) จะพบว่าความเข้มของแสงเปลี่ยนไป



รูปที่ 2 (ก) แสงผ่านแผ่นโพลาไรซ์
 เป็นแสงโพลาไรซ์เชิงเส้น

รูปที่ 2 (ข) แผ่นโพลาไรซ์สองแผ่นที่
 แกนตั้งฉากกัน ไม่ยอมให้แสงผ่าน

กฎของมาลุส (Malus' Law) จะบอกปริมาณความเข้มของแสงที่ผ่านไปได้ เมื่อแผ่นโพลาไรซ์ทั้งสอง ทำมุมต่างๆ กัน ดังนี้

$$I = I_m \cos^2 \theta$$

โดยที่ I คือ ความเข้มของแสงที่ผ่านตัววิเคราะห์ออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับมุม θ

ของ transmission axis ของตัวทำแสงโพลาไรซ์ ทำกับตัววิเคราะห์

I_m คือ ความเข้มสูงสุดของแสงที่ผ่านตัววิเคราะห์

จะพบว่า $I = I_m$ เมื่อ $\theta = 0, 180^\circ, 360^\circ, \dots$

$I = 0$ เมื่อ $\theta = 90^\circ, 270^\circ, \dots$

$I = \frac{I_m}{2}$ เมื่อ $\theta = 45^\circ, 135^\circ, \dots$

การกระเจิงของแสง(Scattering)

ในบริเวณบรรยากาศใกล้ผิวโลกจะมีอากาศห่อหุ้มอยู่ ซึ่งในอากาศจะประกอบไปด้วยโมเลกุลของแก๊สและฝุ่นละออง แสงที่เดินทางผ่านบรรยากาศจะถูกกระเจิงออกจากแนวเดิม โดยการกระเจิงของแสงจะแปรผกผันกับกำลังสี่ของความยาวคลื่นของแสง ดังนั้น แสงสีน้ำเงินจึงถูกโมเลกุลของอากาศกระเจิงทิ้งไปมากกว่าแสงสีแดงหลายเท่า

เมื่อเรามองท้องฟ้าจึงพบแต่แสงสีน้ำเงินที่ถูกกระเจิงมาเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เห็นเป็นเหมือนฉากสีน้ำเงิน แต่ถ้ามองดวงอาทิตย์ตรงๆ ในตอนเช้าหรือเย็น แสงที่เข้าตาเราส่วนใหญ่จะออกสีแดง ทั้งนี้ เพราะแสงอาทิตย์ที่จะเดินทางมาถึงตาเราต้องเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางยาว จนแสงสีน้ำเงินถูกกระเจิงไปมาก แต่ถ้าเรามองดวงอาทิตย์ตอนกลางวันแสงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศไม่ยาวนานนัก จึงไม่ถูกดูดกลืนมากหรือยังไม่ถูกดูดกลืนมาก หรือยังไม่ถูกกระเจิงมาก แสงที่เห็นยังคงขาวจ้าเช่นเดิม