

แสง

ผศ.ศิลปชัย บุรณพานิช

1. การเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง

- เมื่อแสงเคลื่อนที่ในตัวกลางชนิดเดียวกัน แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงจะเป็นเส้นตรง ในกรณี
ที่แสงเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่มีมวลมาก เช่น ดวงอาทิตย์ แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์
ทำให้แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงเป็นเส้นโค้งได้
- พ.ศ. 2218 โรเมอร์ นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก เป็นคนแรกที่สามารถแสดงว่า แสงมี
อัตราเร็วจำกัด
- พ.ศ. 2392 ฟิโซ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ทำการวัดอัตราเร็วของแสงโดยใช้ระยะทาง
ในการวัดประมาณ 9 กิโลเมตร ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีวัดหาอัตราเร็วของแสงได้อย่าง
แม่นยำยิ่งขึ้น ค่าอัตราเร็วของแสงที่ใช้ในปัจจุบัน(ประมาณ) 3.00×10^8 เมตร/วินาที

2. สมบัติของแสงเชิงเรขาคณิต

การสะท้อนของแสง กฎการสะท้อนของแสง

- 1) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน
- 2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสง โดย กระจกเงาระนาบ กระจกโค้งทรงกลม(เว้า,นูน)

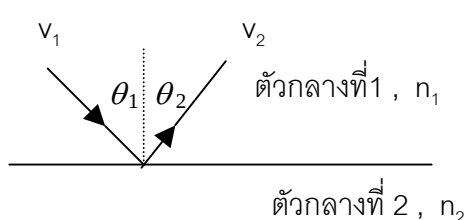
กระจกเงาระนาบ : ให้ภาพ มีขนาดเท่าวัตถุ มีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ มีลักษณะกลับซ้าย
เป็นขวา เป็นภาพเสมือน

กระจกเงาเว้า : ให้ภาพจริง ขนาดลด ขนาดเท่า และขนาดขยาย
ให้ภาพเสมือน ขนาดขยาย

กระจกเงานูน : ให้ภาพเสมือน ขนาดลด

การหักเหของแสง

- แสงจะมีการหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ในขณะเดียวกัน
จะมีการสะท้อนของแสงที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองด้วย
- กฎของสเนลล์ (Snell's Law) สำหรับมุมตกกระทบค่าหนึ่ง “อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของ
มุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว”



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

$${}_1n_2 = \frac{1}{2}n_1$$

เมื่อ θ_1 มุมตกกระทบของแสงในตัวกลางที่ 1 , θ_2 มุมหักเหของแสงในตัวกลางที่ 2

${}_1n_2$ หมายถึง ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1

${}_2n_1$ หมายถึง ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 เทียบกับตัวกลางที่ 2

n_1 หมายถึง ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 (เทียบกับอากาศหรือสุญญากาศ)

n_2 หมายถึง ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 (เทียบกับอากาศหรือสุญญากาศ)

กฎการหักเหของแสง

(1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉากและรังสีหักเหอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ

(2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่ง กับค่าไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ

มุมวิกฤติ (θ_c) คือ มุมตกกระทบของแสงในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่า ที่ทำให้มุมหักเหของแสงในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยกว่ามีค่าเท่ากับ 90° องศา (รังสีหักเหจะเคลื่อนที่ขนานไปกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง)

การสะท้อนกลับหมดของแสง เกิดขึ้นเมื่อรังสีตกกระทบทำมุมตกกระทบในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่ามุมวิกฤติ

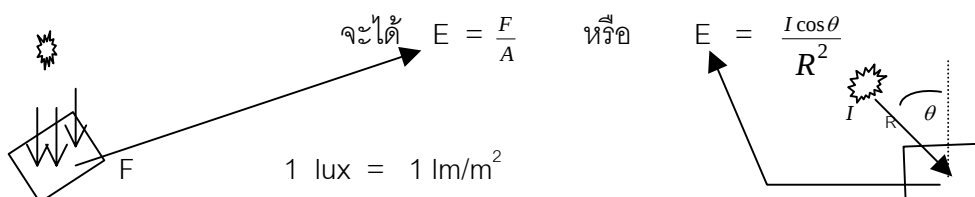
ลึกจริง-ลึกปรากฏ

จะได้ ${}_1n_2 = \frac{S' \cos \theta_1}{S \cos \theta_2}$ ถ้ามองตรง ๆ โดย $\theta \rightarrow 0$ จะได้ ${}_1n_2 = \frac{S'}{S}$

เมื่อ S' คือ ระยะลึกปรากฏ, S คือ ระยะลึกจริง, θ_1 คือ มุมตกกระทบ, θ_2 คือ มุมหักเห ${}_1n_2$ คือ ดรรชนีหักเหของตัวกลางที่ผู้สังเกตอยู่เทียบกับตัวกลางที่วัตถุอยู่

รุ้งกินน้ำ(Rainbow) แสงอาทิตย์เมื่อตกกระทบหยดน้ำแล้วหักเหเข้าไปในหยดน้ำ จะเกิดการกระจายแสงออกเป็นแสงสีต่าง ๆ จากนั้นจะเกิดการสะท้อนกลับหมดที่ผิวด้านในของหยดน้ำ(อาจเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำเดียวกันหลายครั้ง) แสงภายในหยดน้ำจะหักเหออกสู่อากาศ ซึ่งแสงสีที่กระจายออกจากหยดน้ำจำนวนมาก ด้วยลักษณะดังกล่าว ทำให้เรามองเห็นเป็นรุ้งกินน้ำได้

ความสว่าง(Illumination, E) ความสว่างบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง หมายถึง พลังงานแสงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา (อัตราการให้พลังงานของแสง, F) ต่อพื้นที่รับแสง(A) หรือ ความสว่างบนพื้นที่รับแสง มีค่าเท่ากับ อัตราพลังงานที่ตกบนพื้นที่ผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่(A) ความสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมน/ตารางเมตร(lm/m^2) หรือ ลักซ์(lux) สำหรับปริมาณแสงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือ อัตราพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสง (F) มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen, lm)



การแทรกสอดของแสง(Interference)

สำหรับ ช่องแคบคู่ (สลิตคู่) , แหล่งกำเนิดแสงแบบอาพันธ์ เฟสตรงกัน

เมื่อจุด P อยู่บนตำแหน่งสว่างที่ n ไต ๆ

$$\text{จะได้ } d \sin \theta = n \lambda$$

ถ้า θ เป็นมุมเล็กมาก ๆ

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

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

เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

เมื่อจุด P อยู่บนตำแหน่งมืดที่ n ไต ๆ

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

ถ้า θ เป็นมุมเล็กมาก ๆ

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

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

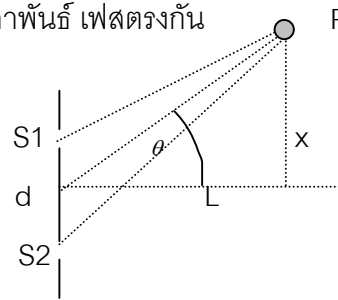
เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

(สูตรการคำนวณเกี่ยวกับ grating ใช้สูตรเดียวกันกับของสลิตคู่)

การเลี้ยวเบนของแสง (Diffraction) การเลี้ยวเบนของแสงและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวกว้าง d

เมื่อจุด P อยู่บนตำแหน่งมืดที่ n ไต ๆ จะได้ $d \sin \theta = n \lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

เมื่อจุด P อยู่บนตำแหน่งสว่าง ที่ n ไต ๆ จะได้ $d \sin \theta = (n + \frac{1}{2}) \lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$



โพลาไรเซชันของแสง(Polarization) เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นตามขวางเคลื่อนที่ไปในระนาบใดระนาบหนึ่งเพียงระนาบเดียว และระนาบในการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า ระนาบโพลาไรเซชัน สำหรับคลื่นตามยาวจะไม่มีโพลาไรเซชัน แผ่นโพลาไรซ์มีสมบัติยอมให้แสงที่มีระนาบโพลาไรเซชันขนานกับแกนของแผ่นโพลาไรซ์ผ่านได้และจะดูดกลืนแสงที่มีระนาบโพลาไรเซชันตั้งฉากกับแกนเอาไว้

ตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับแสง

- เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่าอากาศ ปริมาณทางฟิสิกส์ปริมาณใดมีค่าลดลง
 - ความถี่
 - ความยาวคลื่น
 - อัตราเร็วและความถี่
 - ความถี่และความยาวคลื่น

2. อัตราเร็วของแสงในเพชร มีค่าเท่ากับ 1.24×10^8 เมตร/วินาที เพชรมีค่าดัชนีหักเหเท่าไร

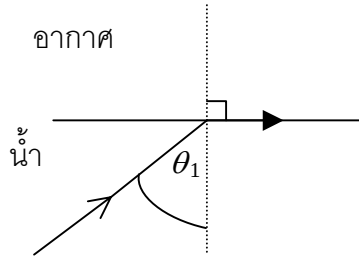
1. 0.33

2. 1.67

3. 2.33

4. 2.42

3.



รังสีแสงเคลื่อนที่จากน้ำไปยังอากาศ ดังรูป ถ้าดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ 1.33 และของอากาศเท่ากับ 1.00 ค่ามุม θ มีค่าประมาณเท่าใด

1. 15 องศา

2. 30 องศา

3. 45 องศา

4. 60 องศา

4. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ห่างจากกระจกเงาระนาบบานหนึ่ง ถ้ากระจกเงาระนาบบานนั้นเคลื่อนที่ออกจากชายผู้นี้ ด้วยอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที เขาจะมองเห็นภาพของเขาเคลื่อนที่อย่างไร และด้วยอัตราเร็วเท่าใด

1. เคลื่อนที่เข้าหาด้วยอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที

2. เคลื่อนที่เข้าหาด้วยอัตราเร็ว 6 เมตร/วินาที

3. เคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที

4. เคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยอัตราเร็ว 6 เมตร/วินาที

5. ผู้ที่มีสายตาสั้นหลังจากใส่แว่นที่เป็นแก้ว ($n=1.50$) แล้วปรากฏว่า เห็นภาพชัดเจนนิด ถ้าหากเขาใส่แว่นตานี้ดำลงไปดื่มน้ำ ($n=1.33$) สายตาของเขาจะมีลักษณะของ

1. สายตาสั้น

2. สายตาสั้น

3. สายตายาว

4. ข้อมูลไม่เพียงพอ

6. แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ส่องผ่านสลิตเดี่ยวกว้าง 0.1 มิลลิเมตร ปรากฏแนวการแทรกสอดของแสงบนฉาก ที่ห่างจากสลิตเป็นระยะ 40 เซนติเมตร แนวมืดที่ 3 บนฉากอยู่ห่างจากแนวสว่างกลาง เป็นระยะเท่าใด

1. 3.6 มิลลิเมตร

2. 7.2 มิลลิเมตร

3. 1.8 มิลลิเมตร

4. 2.1 มิลลิเมตร

7. แสงสีแดงตกกระทบบนแผ่นเกรตติงแผ่นหนึ่ง ซึ่งเป็นชนิด 4000 เส้น/เซนติเมตร ปรากฏว่า แนวสว่างที่ 2 บนฉากแนวสว่างกลางเป็นมุม 30 องศา ความยาวคลื่นของแสงสีแดง มีค่าเท่าใด

1. 625 นาโนเมตร

2. 560 นาโนเมตร

3. 679 นาโนเมตร

4. 699 นาโนเมตร

8. รังสีแสงสีต่าง ๆ ที่เห็นบนฟองสบู่ เกิดจากปรากฏการณ์ใด เป็นส่วนสำคัญ

1. การสะท้อนของแสง

2. การหักเหของแสง

3. การเลี้ยวเบนของแสง

4. การแทรกสอดของแสง

เฉลย 1. 2

2. 4

3. 3

4. 4

5. 2

6. 2

7. 1

8. 4

