

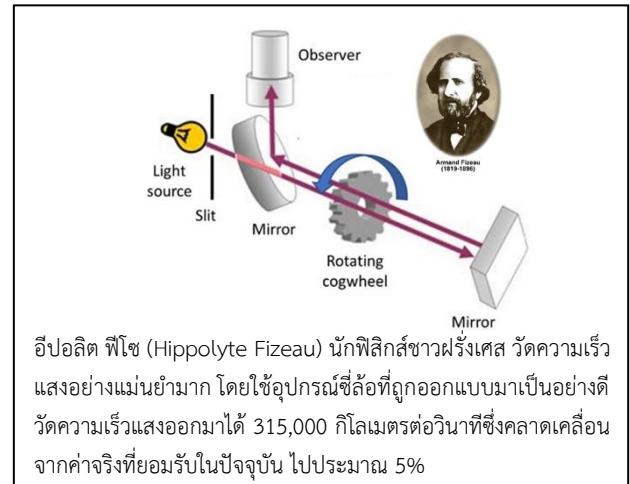
บทที่ 10 แสงเชิงรังสี

1. อัตราเร็วของแสง

ความเร็วแสงที่เป็นความเร็วสูงสุดในเอกภพ คือ ความเร็วแสงในสุญญากาศ ซึ่งมีค่า 299,792,458 เมตร/วินาที เป็นความเร็วที่สูงมาก แสงสามารถเดินทางรอบโลกได้เจ็ดรอบครึ่งในหนึ่งวินาที แต่เมื่อแสงเดินทางในตัวกลางต่าง ๆ เช่น ในน้ำ ในแก้ว ฯลฯ มันจะเคลื่อนที่ได้ช้าลง

โดยทั่วไปในการคำนวณจะกำหนดค่าคงที่ของอัตราเร็วแสงในสุญญากาศเป็น

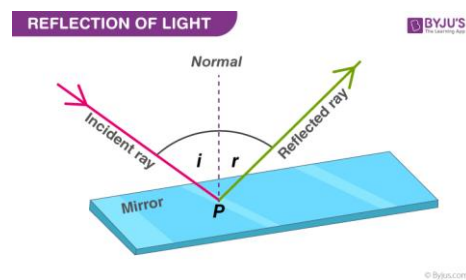
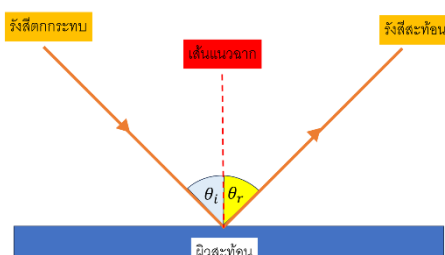
$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$



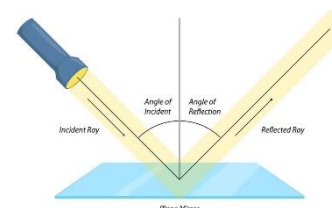
คำถาม : หากดาวฤกษ์ดวงหนึ่งซึ่งอยู่ไกลจากโลกเป็นระยะทาง 90 ล้านกิโลเมตร เมื่อเกิดดับสนิทเราจะทราบว่ามีดาวดวงนั้นดับหลังจากที่มันดับสนิทแล้วเป็น เวลาเท่าไร

2. การสะท้อนของแสง

กฎของการสะท้อนกล่าวว่า “เมื่อเกิดการสะท้อนแสงทุกครั้งมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ”



- **รังสีตกกระทบ (Incident Ray)** คือ รังสีของแสงที่พุ่งเข้าหาพื้นผิวของวัตถุ
- **รังสีสะท้อน (Reflected Ray)** คือ รังสีของแสงที่พุ่งออกจากพื้นผิวของวัตถุ
- **เส้นแนวฉาก (Normal line)** คือ เส้นที่ลากตั้งฉากกับพื้นผิวของวัตถุตรงจุดที่แสง
- **มุมตกกระทบ (Angle of Incidence)** คือ มุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ
- **มุมสะท้อน (Angle of Reflection)** คือ มุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นปกติ

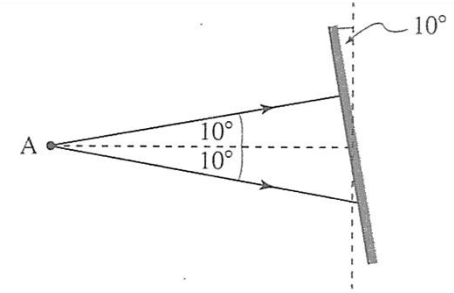


กระทบ

? แบบฝึกหัด เรื่อง การสะท้อนของแสง ?

1. รังสีของแสงเบนออกจากจุด A โดยทำมุม 10 องศา กับแนวราบ แล้วตกกระทบบนกระจกเงาราบซึ่งทำมุม 10 องศา กับแนวตั้งดังรูป รังสีที่สะท้อนจากกระจกจะทำมุมกี่องศา

1. 10°
2. 20°
3. 40°
4. 70°



2. ถ้ายิงแสงเลเซอร์จากผนังด้านหนึ่งของห้องไปกระทบบนกระจกเงาราบที่แขวนไว้ที่ผนังอีกด้านหนึ่งที่อยู่ห่างออกไป 20 เมตร โดยที่แสงเลเซอร์มีมุมตกกระทบบนกระจกเท่ากับ 2 องศา จงหาว่าแสงที่สะท้อนกลับมากจะกระทบบนผนังห่างจากบริเวณที่แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ตั้งอยู่เป็นระยะทางเท่าใด (กำหนดให้ $\tan 2^\circ = 0.0349$) ตอบ 1.4 เมตร

3. การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ



- 1) เมื่อวัตถุอยู่หน้ากระจก จะเกิดภาพเสมือน (virtual image) อยู่ด้านหลังกระจก ภาพหัวตั้งเหมือนกับวัตถุ
- 2) ระยะวัตถุ เท่ากับ ระยะภาพ
- 3) ความสูงของวัตถุเท่ากับ ความสูงของภาพ ทำให้ค่ากำลังขยายของภาพ เท่ากับ 1 เท่า
- 4) ภาพที่เกิดขึ้นจะกลับขวาเป็นซ้าย กลับซ้ายเป็นขวา เมื่อเทียบกับวัตถุ

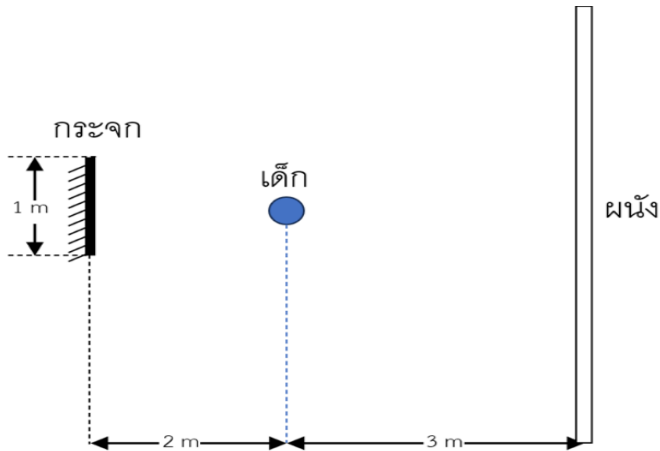
3. ชายคนหนึ่งสูง 184 เซนติเมตรยืนมองดูภาพตัวเองในกระจกเงาราบซึ่งติดที่ฝาผนัง ถ้ากระจกต้องมีความสูงอย่างน้อยที่สุดเท่าไร ชายคนนั้นจึงจะสามารถเห็นภาพของเขาทั้งตัวในกระจกเงารนี้ เมื่อตาของเขาอยู่สูงจากพื้น 166 เซนติเมตร

1. 83 cm
2. 86 cm
3. 90 cm
4. 92 cm

4. จากข้อ 3 จะต้องแขวนกระจกให้อยู่สูงจากพื้นเท่าไร

1. 83 cm
2. 86 cm
3. 90 cm
4. 92 cm

5. เด็กคนหนึ่งกำลังตัดผมอยู่ เขาได้พยายามมองภาพต่าง ๆ ที่ติดบนผนังด้านหลังโดยมองผ่านกระจกที่อยู่อีกข้างหน้า จงหาว่าส่วนของผนังที่เด็กเห็นในกระจกกว้างเท่าไร ถ้ากระจกมีความกว้าง 1 เมตร ผนังด้านหลังขนานกับระนาบกระจกและห่างจากเด็กเป็นระยะ 3 เมตร ตำแหน่งตรงที่นั่งห่างจากกระจกเป็นระยะ 2 เมตร และเขามองเห็นตัวเขาอยู่กลางกระจกพอดี



- | | |
|----------|----------|
| 1. 1.5 m | 2. 2.5 m |
| 3. 3.5 m | 4. 4.5 m |

6. ชายคนหนึ่งสูง 1.80 เมตร ต้องการกระจกเงาราบเพื่อจะใช้ส่องมองเห็นได้ตลอดตัว จงหา

ก. ความสูงน้อยที่สุดของกระจกเงาราบ

ข. ระยะที่ชายคนนี้ต้องยืนห่างจากกระจกเงาราบ

ค. หากชายคนนี้ ยืนห่างจากกระจกเงาราบมากกว่าระยะในข้อ ข. ภาพที่ปรากฏบนกระจกเงาราบจะมีขนาดเป็นอย่างไร

4. การหักเหของแสง

⇒ 4.1 ดรรชนีการหักเหของแสง

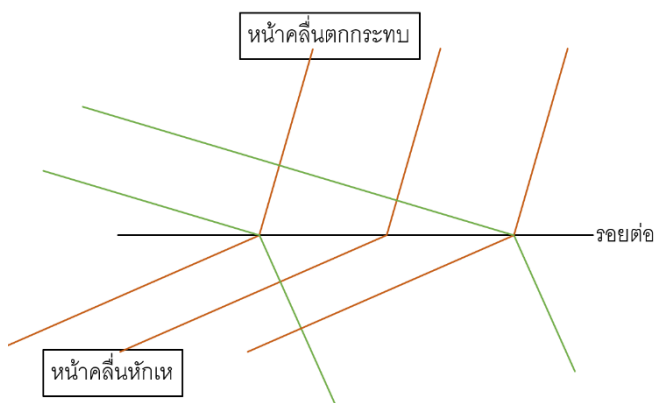
- เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุที่มีความหนาแน่นต่างกัน แสงจะเกิดการหักเห โดยมีอัตราเร็วและความยาวคลื่นของแสงเปลี่ยนไป
- ดรรชนีการหักเหของแสง (n) หมายถึง อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

$$\text{ดรรชนีหักเหของตัวกลาง} = \frac{\text{อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ}}{\text{อัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ}}$$

(อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ = 3×10^8 เมตร/วินาที)

⇒ 4.2 กฎของสเนลล์ (Snell's Law)

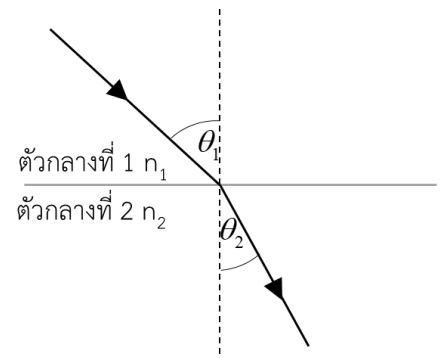
พิจารณาหน้าคลื่นตกกระทบบนรอยต่อของตัวกลาง



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

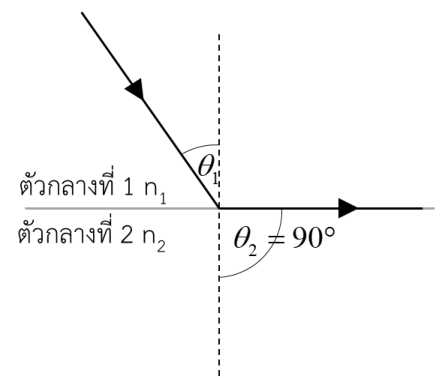
สูตรการหักเห

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

⇒ 4.3 มุมวิกฤติ (θ_c)

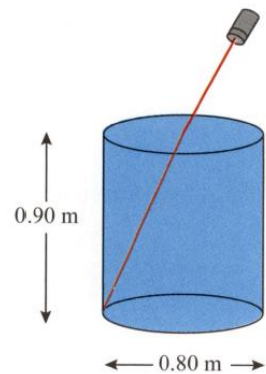
มุมวิกฤติ หมายถึง มุมตกกระทบบที่ทำให้มุมหักเหเบนไป 90 องศา

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} \quad \Rightarrow \quad \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

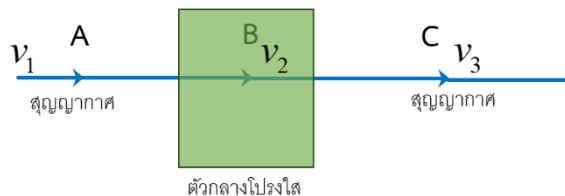


? แบบฝึกหัด เรื่องการหักเหของแสง ?

7. ฉายแสงเลเซอร์ลงไปตามตรงกลางถึงน้ำรูปทรงกระบอก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร สูง 0.90 เมตร บรรจุน้ำเต็มถึง ถ้าต้องการให้แสงเลเซอร์ฉายลงไปตามตรงมุมถึงพอดิ เลเซอร์ด้วยมุมตกกระทบเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ 1.33



8. จากรูป v_1 , v_2 และ v_3 และอัตราเร็วแสงบริเวณ A, B, และ C ตามลำดับ ข้อใดถูกต้อง



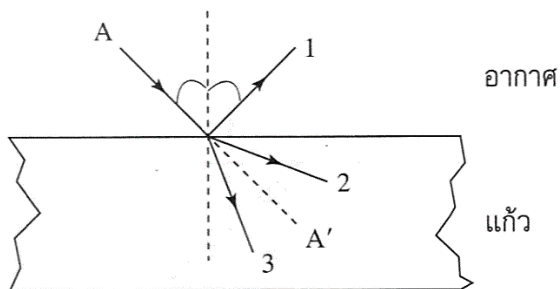
1. $v_1 > v_2 > v_3$
 2. $v_1 > v_2$, $v_3 > v_2$
 3. $v_1 > v_3 > v_2$
 4. $v_1 = v_3 > v_2$
9. ฉายแสงที่มีความถี่ค่าหนึ่งจากใต้น้ำพุ่งขึ้นสู่อากาศ อยากทราบว่าความถี่ของแสงดังกล่าวจะเป็นอย่างไร
1. ความถี่เพิ่มขึ้น
 2. ความถี่ลดลง
 3. ความถี่คงเดิม
 4. อาจเกิดขึ้นได้ทุกกรณี เพราะไม่ทราบดัชนีหักเห
10. แสงความยาวคลื่นในสุญญากาศ 525 นาโนเมตร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านไปในแก้วที่มีดัชนีหักเห 1.50 ความยาวคลื่นแสงในแก้วจะเป็นกี่นาโนเมตร
1. 787.5 nm
 2. 525.0 nm
 3. 435.0 nm
 4. 350.0 nm

11. แสงเดินทางผ่านท่อบรรจุลิเซอรินมีดัชนีหักเห 1.47 โดยที่ท่อยาว 100 เมตรดังรูป แสงจะใช้เวลาเดินทางในท่อนี้นานกี่วินาที



1. 4.4×10^{-7} วินาที
2. 4.5×10^{-7} วินาที
3. 4.7×10^{-7} วินาที
4. 4.9×10^{-7} วินาที

12. จากรูป A คือ แสงที่ตกกระทบผิวแก้วใส 1, 2 และ 3 คือรังสีแสงที่เกิดจากแสง A ตกกระทบ A' เป็นแนวเดียวกับ A อยากทราบว่า เมื่อ A ตกกระทบแก้วแล้วจะได้รังสีแสงใดบ้าง



1. 1 และ 2

2. 1 และ 3

3. 2 เท่านั้น

4. 3 เท่านั้น

13. แสงตกกระทบเพชรมีมุมตกกระทบเท่ากับ 37 องศา จงคำนวณหามุมหักเหเมื่อแสงเดินทางเข้าไปในเพชร กำหนดดัชนีการหักเหของเพชรเท่ากับ 2.4

1. $\sin^{-1}(0.33)$

2. $\sin^{-1}(0.25)$

3. $\sin^{-1}(0.60)$

4. $\sin^{-1}(0.56)$

14. มุมวิกฤตของแสงในของเหลวชนิดหนึ่งมีค่าเท่ากับ 60° ความยาวคลื่นของแสงนั้นในของเหลวจะเป็นกี่เท่าของความยาวคลื่นในอากาศ

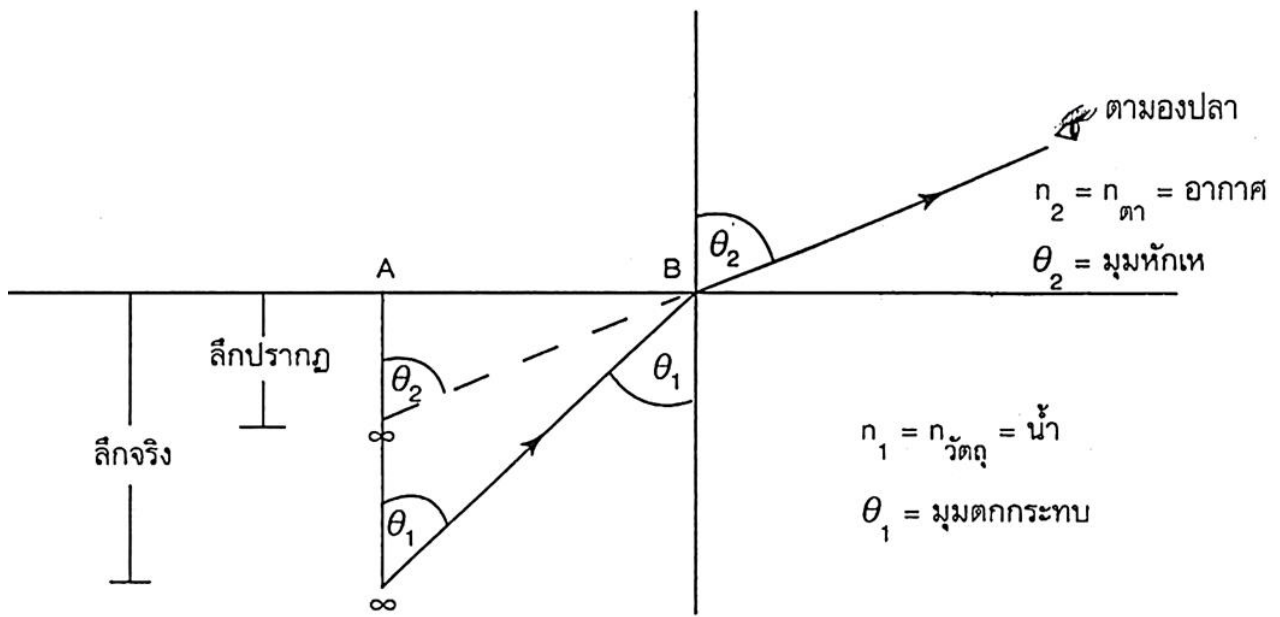
1. $\frac{2}{\sqrt{3}}$

2. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

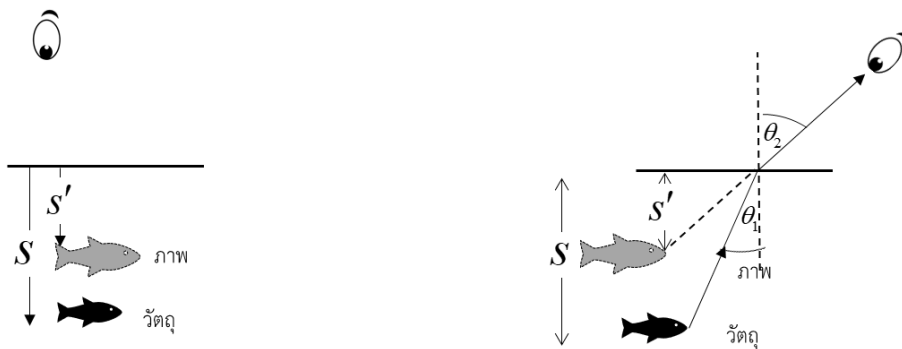
3. 2

4. $\frac{1}{2}$

⇒ 4.4 ปรากฏการณ์ลึกลับจริง ลึกลับปรากฏ



ปรากฏการณ์ลึกลับจริงลึกลับปรากฏ



$$\frac{S}{S'} = \frac{n_{\text{วัตถุ}}}{n_{\text{ดวงตา}}}$$

มองตรง

$$\frac{S}{S'} = \frac{n_{\text{วัตถุ}}}{n_{\text{ดวงตา}}} \times \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

มองเฉียง

? แบบฝึกหัด ลึกลับจริงลึกลับปรากฏ ?

15. นำเหรียญใส่ไว้ก้นถังห่างจากตา 60 เซนติเมตร ถ้าน้ำลงไปจนถึงสูง 20 เซนติเมตร เราจะมองเห็นเหรียญใกล้หรือไกลออกไปเท่าไร ถ้าดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ 4/3

1. ไกลออก 5 cm
2. ใกล้ขึ้น 5 cm
3. ไกลออก 3 cm
4. ใกล้ขึ้น 3 cm

16. วัตถุอยู่ก้นบ่อซึ่งมีน้ำลึก 3 เมตร ถ้ามองวัตถุเอียงทำมุม 30 องศากับผิวน้ำ จะเห็นวัตถุลึกเท่าไร กำหนดดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$

1. 1.13 m

2. 1.48 m

3. 2.25 m

4. 2.60 m

17. ฟิ่งตัวหนึ่งบินอยู่ในอากาศสูงจากผิวน้ำ 3 เมตร คนที่ดำอยู่ใต้น้ำและมองดูฟิ่งตัวนี้ในแนวเส้นปกติจะเห็นฟิ่งเป็นอย่างไร (กำหนดดัชนีการหักเหของน้ำมีค่า $\frac{4}{3}$)

1. ไกลเข้ามา 1.00 m

2. ไกลออกไป 1.00 m

3. ไกลเข้ามา 2.25 m

4. ไกลออกไป 2.25 m

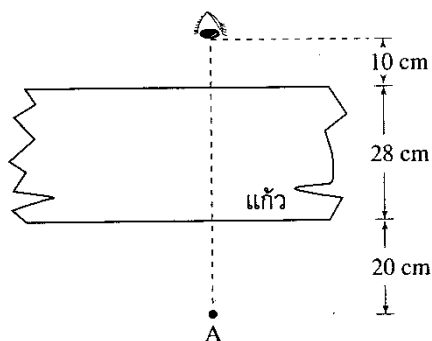
18. จากรูป แผ่นแก้ว ($n = 1.4$)หนา 28 เซนติเมตร ถ้ามองวัตถุซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง A จะเห็นวัตถุอยู่ห่างตาเท่าไร

1. 56 cm

2. 58 cm

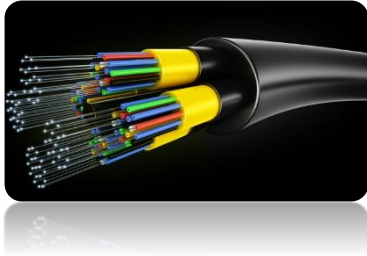
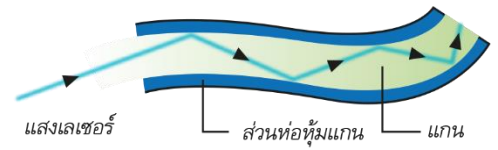
3. 54 cm

4. 50 cm



เส้นใยแก้วนำแสง

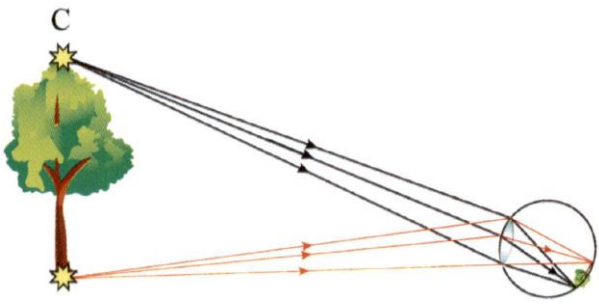
เส้นใยนำแสงหรือเส้นใยแก้วนำแสง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวกลางนำแสง ที่เรียกว่า แกน (core) ทำจากวัสดุใสที่มีดัชนีหักเหของแสงประมาณ 1.6 และส่วนที่หุ้มแกน (cladding) ทำจากวัสดุใสโปร่งแสงที่มีดัชนีหักเหของแสงน้อยกว่าวัสดุที่ใช้ทำแกนคือ ประมาณ 1.5 จึงทำให้แสงเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในแกน



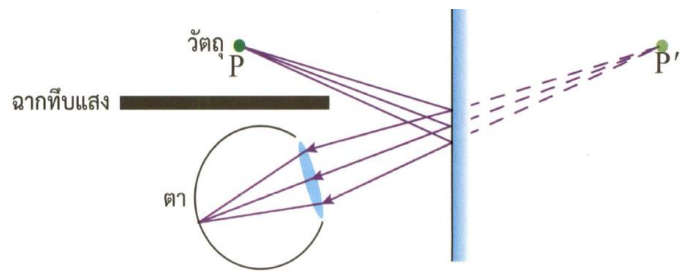
หลักการส่งสัญญาณแสงในเส้นใยนำแสง ใช้การยิงแสงเลเซอร์เข้าที่ปลายด้านหนึ่งของเส้นใยนำแสง เมื่อแสงตกกระทบกับผิวของแกน จะเกิดมุมตกกระทบที่ใหญ่กว่ามุมวิกฤต ทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในแกน การเดินทางของแสงภายในแกนจะมีลักษณะซิกแซ็ก

การมองเห็นและการเกิดภาพ

การมองเห็นวัตถุ เกิดจากการที่แสงไปตกกระทบสิ่งต่างๆ แล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตาเรา และผ่านเข้ามาในลูกตา ไปทำให้เกิดภาพบนจอ (Retina) ที่อยู่ด้านหลังของลูก ข้อมูลของวัตถุที่มองเห็นจะส่งขึ้นไปสู่สมองตามเส้นประสาท (optic nerve) สมองจะแปลข้อมูลเป็นภาพของวัตถุนั้น



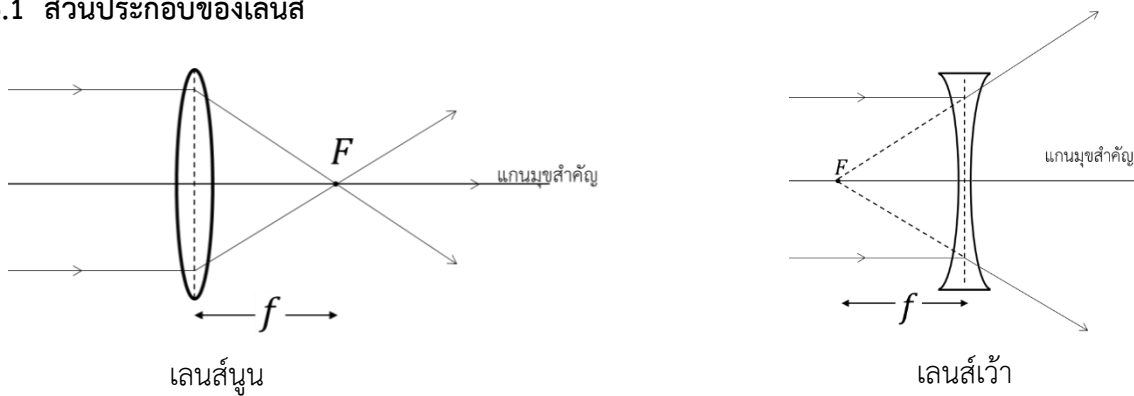
การเกิดภาพจากวัตถุ



การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

5. เลนส์บาง

5.1 ส่วนประกอบของเลนส์

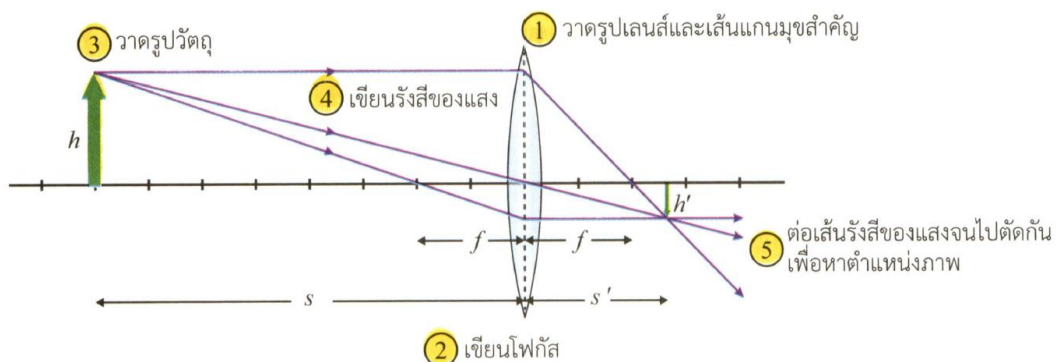


- จุดโฟกัสของเลนส์ (F) จุดที่รังสีของแสงจะหักเหไปรวมกัน
 - จุดโฟกัสจริง เป็นจุดที่อยู่บนแกนमुखสำคัญของเลนส์นูน ลำแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์นูนจะหักเหไปตัดกันจริงที่จุดโฟกัส ซึ่งอยู่ในด้านตรงข้ามกับวัตถุ
 - จุดโฟกัสเสมือน เป็นจุดที่อยู่บนแกนमुखสำคัญของเลนส์เว้า ลำแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เว้าจะหักเหออกจากกัน โดยมีแนวรังสีเสมือนไปตัดกันที่จุดโฟกัสเสมือน ซึ่งอยู่ด้านเดียวกับวัตถุ
- แกนमुखสำคัญ คือ เส้นอ้างอิงที่ลากผ่านจุดโฟกัสและผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์
- ความยาวโฟกัส (f) คือ ระยะจากจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงจุดโฟกัส

การเขียนทางเดินของแสงผ่านเลนส์

เราสามารถหาดำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนหรือเลนส์เว้าโดยวิธีการเขียนทางเดินของ แสงผ่านเลนส์ได้ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

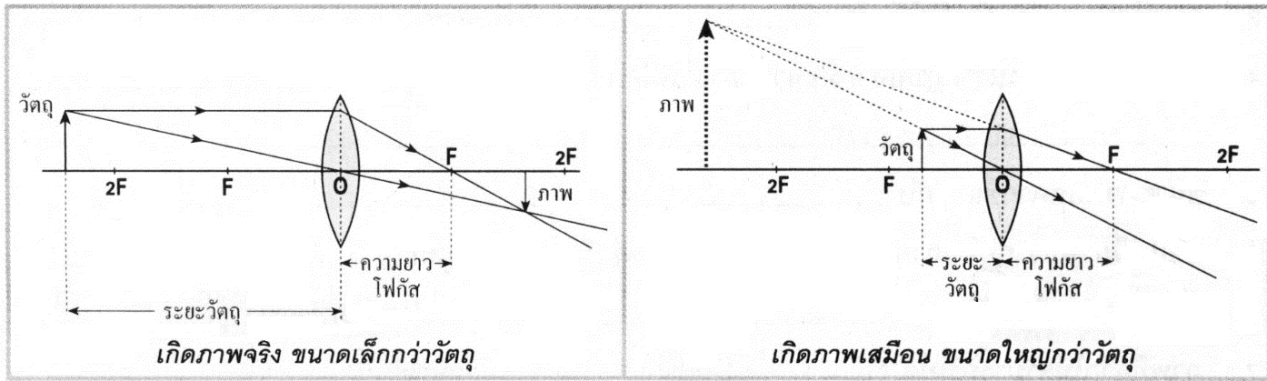
- เขียนเลนส์ แกนमुखสำคัญ จุดโฟกัส และจุดกึ่งกลางของเลนส์
- กำหนดตำแหน่งวัตถุ ใช้รังสีอย่างน้อย 2 เส้นจากวัตถุ เส้นแรกคือ รังสีที่ขนานแกนमुखสำคัญแล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์ และเส้นที่สองคือ รังสีจากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่หักเห จุดที่รังสีทั้งสองตัดกัน คือ **ตำแหน่งภาพ**



การเกิดภาพจริงและภาพเสมือน มีลักษณะดังนี้

- ถ้ารังสีของแสงทั้งสองเส้นตัดกันจริง จะเกิดภาพจริง (สามารถเกิดภาพบนฉากรับได้)
- ถ้ารังสีของแสงทั้งสองเส้นไม่ตัดกันจริง จะเกิดภาพเสมือน

ตัวอย่างภาพที่ได้จากเลนส์นูน

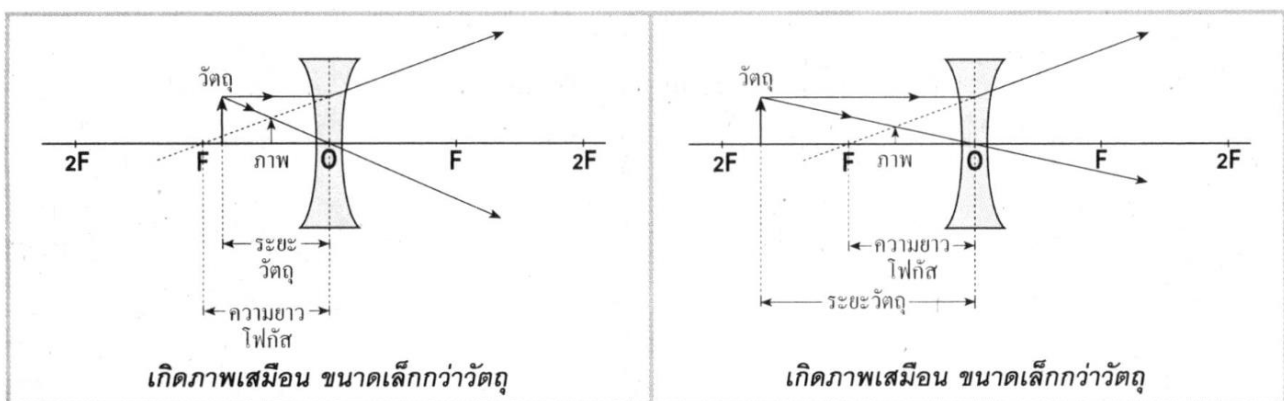


เลนส์นูนจะเกิดทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยจะให้ภาพจริงทุกขนาด และถ้าวางวัตถุไว้ใกล้กว่าระยะโฟกัสจะให้ภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ลองทำดู

จงเขียนแผนภาพรังสีของแสง เพื่อหาระยะภาพที่เกิดจากเลนส์นูนซึ่งมีความยาวโฟกัส 12 เซนติเมตร เมื่อวางวัตถุสูง 6 เซนติเมตร ไว้ที่ระยะห่างจากเลนส์นูน 36 เซนติเมตร

ตัวอย่างภาพที่ได้จากเลนส์เว้า



เลนส์เว้าจะให้ภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น ไม่ว่าจะวางวัตถุไว้ที่ตำแหน่งใด

สมการในการคำนวณหาภาพที่เกิดจากเลนส์เป็นดังนี้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$m = -\frac{s'}{s} = \frac{h'}{h}$$

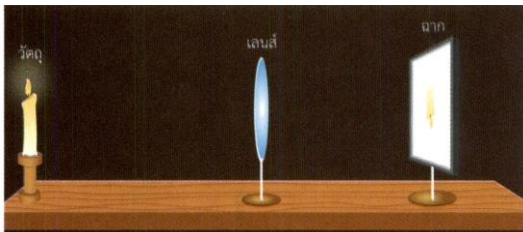
เมื่อ f คือ ระยะโฟกัส
 m คือ กำลังขยาย
 s คือ ระยะวัตถุ
 s' คือ ระยะภาพ
 h คือ ความสูงของวัตถุ
 h' คือ ความสูงของภาพ

การใช้เครื่องหมายในการแทนระยะต่าง ๆ เป็นดังนี้

ค่า	เป็นบวก (+)	เป็นลบ (-)
ระยะโฟกัส		
ระยะวัตถุ		
ระยะภาพ		
กำลังขยาย		

** กำลังขยาย ถ้า $|m| = 1$ คือ ภาพมีขนาดเท่าวัตถุ
 $|m| < 1$ คือ ภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
 $|m| > 1$ คือ ภาพมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ลองคิดดู จากรูป ภาพที่ได้เป็นภาพชนิดใด เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

.....

.....

? แบบฝึก เรื่องเลนส์บาง ?

19. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. ภาพเสมือนจะเกิดขึ้นเสมอ หากวัตถุอยู่ด้านหน้าของกระจกนูน
2. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพจริงเสมอ
3. ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้กรณีเดียวคือ วัตถุต้องอยู่ห่างจากผิวกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัสของกระจก
4. ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าเป็นได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน

20. วัตถุสูง 2 เซนติเมตร วางห่างจากเลนส์นูนซึ่งมีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุเลนส์เท่ากับ 5 เซนติเมตร ภาพที่ได้จะเป็นอย่างไร

1. เกิดด้านหน้าเลนส์เป็นระยะ 10 cm และมีขนาดสูง 4 cm
2. เกิดด้านหลังเลนส์เป็นระยะ 10 cm และมีขนาดสูง 4 cm
3. เกิดด้านหน้าเลนส์เป็นระยะ $\frac{10}{3}$ cm และมีขนาดสูง $\frac{2}{3}$ cm
4. เกิดด้านหลังเลนส์เป็นระยะ $\frac{10}{3}$ cm และมีขนาดสูง $\frac{2}{3}$ cm

21. เลนส์บางอันหนึ่งทำให้เกิดภาพของดวงอาทิตย์ปรากฏชัดเจนบนฉากห่างจากเลนส์ 20 เซนติเมตร ถ้านำวัตถุไปวางไว้ใกล้เลนส์นั้น 10 เซนติเมตร จะเกิดภาพที่ใดและเป็นภาพชนิดใด

1. ระยะภาพ 20 cm เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย
2. ระยะภาพ 20 cm เป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดย่อ
3. ระยะภาพ 100 cm เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย
4. ระยะภาพ 100 cm เป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดย่อ

22. วัตถุอยู่ห่างจากเลนส์บางอันหนึ่งที่ระยะอนันต์ ปรากฏว่าเกิดภาพเสมือนที่ระยะ 40 เซนติเมตร ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์นั้นเป็นระยะ 60 เซนติเมตรจะเกิดภาพที่ใด

1. ภาพเสมือน, ระยะภาพ 60 cm
2. ภาพจริง, ระยะภาพ 60 cm
3. ภาพเสมือน, ระยะภาพ 30 cm
4. ภาพจริง, ระยะภาพ 30 cm

23. วัตถุและฉากรับภาพห่างกัน 20 เซนติเมตร จะต้องวางเลนส์นูนความยาวโฟกัส $\frac{9}{5}$ เซนติเมตรไว้ที่ใดจึงจะเกิดภาพชัดบนฉากรขนาดเล็กกว่าวัตถุ

1. ห่างวัตถุ 18 cm
2. ห่างวัตถุ 9 cm
3. ห่างวัตถุ 5 cm
4. ห่างวัตถุ 2 cm

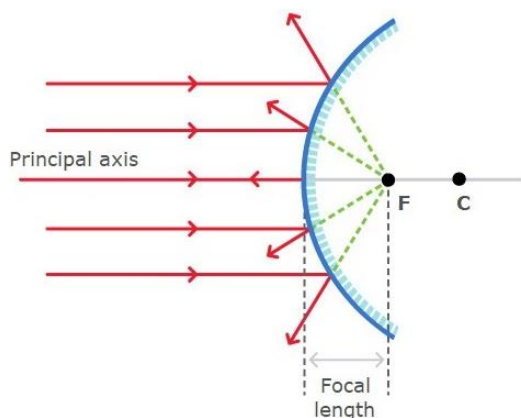
24. จากข้อที่ผ่านมา เลนส์นูนจะต้องวางห่างจากวัตถุที่เซนติเมตร จึงจะเกิดภาพชัดบนฉากรับและมีขนาดขยาย

1. 18 cm
2. 9 cm
3. 5 cm
4. 2 cm

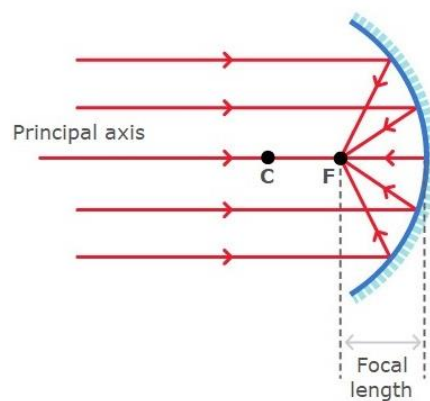
6. กระจกโค้ง

กระจกโค้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1. กระจกเงานูน (Convex mirror) คือ กระจกเงาผิวโค้งประเภทหนึ่งโดยด้านนูนของผิวโค้งถูกทำเป็นผิวที่สะท้อนแสงได้
2. กระจกเงาเว้า (Concave mirror) คือ กระจกเงาผิวโค้งเว้า โดยด้านเว้าของผิวโค้งถูกทำเป็นผิวที่สะท้อนแสงได้

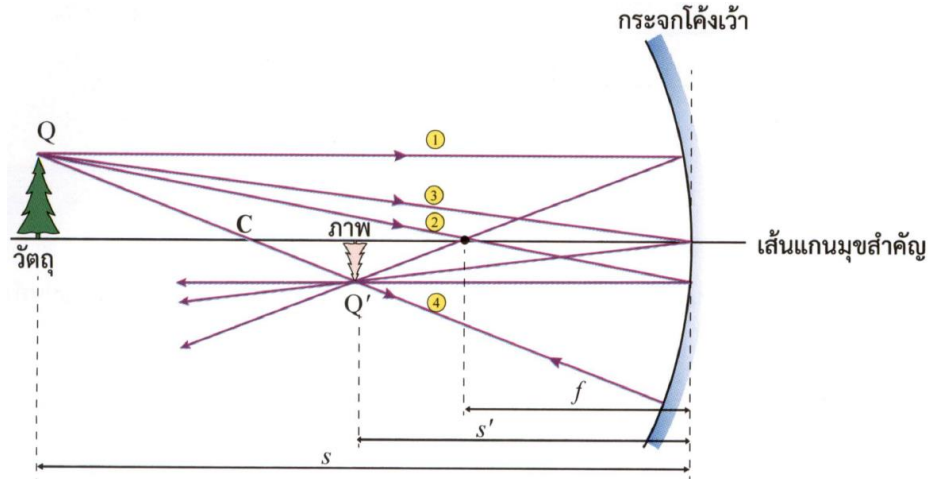


Convex mirror



Concave mirror

ภาพที่เกิดจากกระจกโค้งเว้า



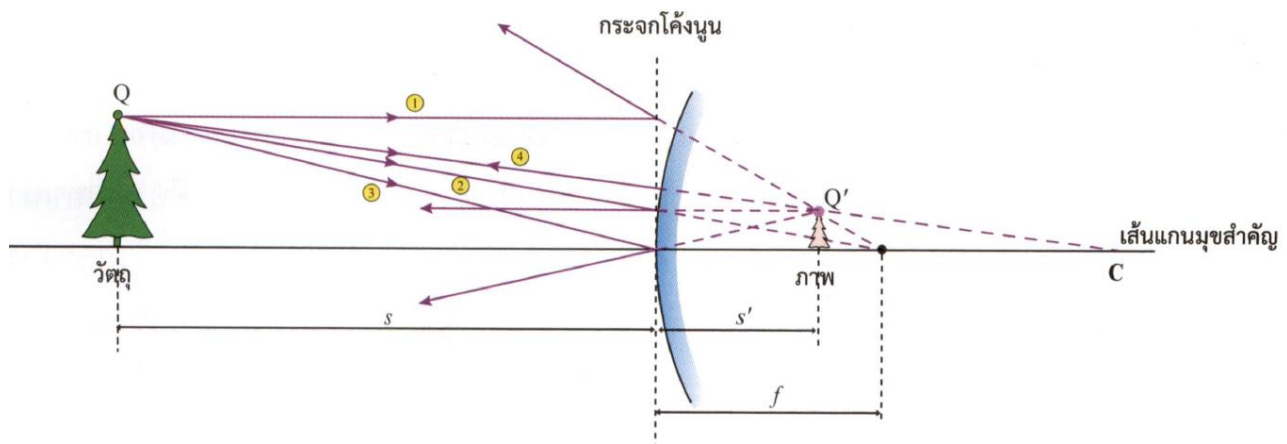
การเขียนภาพจากกระจกโค้งเว้ามีหลักการดังนี้

- 1) รังสีของแสงที่ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญจะสะท้อนกระจกโค้งเว้าแล้วผ่านโฟกัส
- 2) รังสีของแสงที่ผ่านโฟกัสจะสะท้อนกระจกโค้งเว้าออกมาเป็นรังสีที่ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ
- 3) รังสีของแสงที่ตกกระทบบกึ่งกลางกระจกโค้งเว้าพอดีจะสะท้อนลงมาที่อีกด้านหนึ่งของเส้นแกนमुखสำคัญ โดยมีเส้นแกนमुखสำคัญเป็นเส้นแนวฉากในกฎการสะท้อน
- 4) รังสีของแสงที่ผ่านศูนย์กลางความโค้ง จะสะท้อนกระจกโค้งเว้าโดยย้อนกลับทางเดิม
- 5) จุดที่รังสีของแสงสะท้อนตัดกันทุกรังสี (จากข้อ 1 - 4) จะเป็นตำแหน่งของการเกิดภาพ

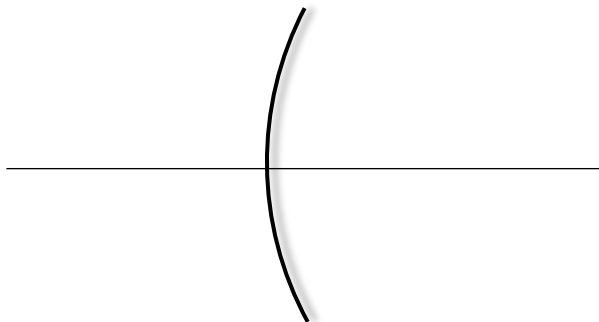
ในการวาดรังสีของแสงจุดที่รังสีของแสงสะท้อนตัดกันทุกรังสีจะเป็นตำแหน่งภาพ ดังนั้นเราอาจเขียนรังสีของแสงเพียง 2 รังสีก็เพียงพอสำหรับหาตำแหน่งภาพ

ฝึกเขียนภาพจากกระจกโค้งเว้า

ภาพที่เกิดจากกระจกโค้งนูน



ฝึกเขียนภาพจากกระจกโค้งนูน



สมการในการคำนวณหาภาพที่เกิดจากกระจกโค้งเป็นดังนี้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$m = -\frac{s'}{s} = \frac{h'}{h}$$

เมื่อ f คือ ระยะโฟกัส
 r คือ กำลังขยาย
 s คือ ระยะวัตถุ
 S คือ ระยะภาพ
 h คือ ความสูงของวัตถุ
 h' คือ ความสูงของภาพ

ให้ f คือ ความยาวโฟกัสของกระจกนูน
 ให้ R คือ รัศมีความโค้งของกระจก

$$\text{สำหรับกระจกโค้ง } f = \frac{R}{2}$$

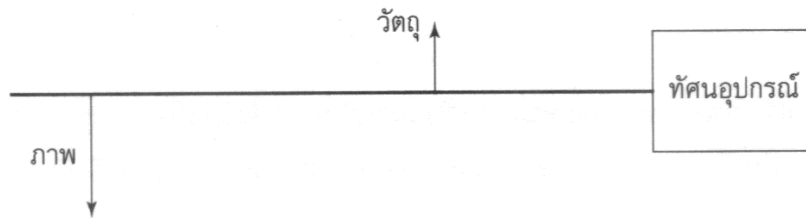
การใช้เครื่องหมายในการแทนระยะต่าง ๆ เป็นดังนี้

ค่า	เป็นบวก (+)	เป็นลบ -
ระยะโฟกัส f	กระจกเว้า (รวมแสง)	กระจกนูน (กระจายแสง)
ระยะวัตถุ m	ให้เป็นบวกเสมอ (วัตถุจริง)*	
ระยะภาพ S	ภาพจริง	ภาพเสมือน
กำลังขยาย f^{**}	ภาพหัวตั้ง	ภาพหัวกลับ

* ระยะวัตถุสามารถเป็นลบได้ ในกรณีวัตถุอยู่นอยู่หลังกระจก วัตถุจะทำหน้าที่เป็นวัตถุเสมือนได้

25. วัตถุสูง 10 เซนติเมตรวางไว้หน้ากระจกเว้ารัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร และห่างจากกระจกนี้ 30 เซนติเมตร ชนิดของภาพและระยะภาพที่เกิดขึ้นข้อใดถูกต้อง
1. ภาพเสมือน, 100 cm
 2. ภาพจริง, 100 cm
 3. ภาพเสมือน, 150 cm
 4. ภาพจริง, 150 cm
26. ถ้าต้องการได้ภาพจริงมีขนาด $\frac{1}{9}$ เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุให้ห่างจากกระจกเว้าที่ความยาวโฟกัส 18 เซนติเมตรเท่าไร
1. 45 cm
 2. 90 cm
 3. 180 cm
 4. 360 cm
27. วัตถุสูง 10 เซนติเมตรวางไว้หน้ากระจกนูน ห่างจากกระจกนูน 10 เซนติเมตร ถ้ากระจกนูนมีความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร ชนิดของภาพและระยะภาพที่เกิดขึ้นข้อใดถูกต้อง
1. ภาพจริง, 6 cm
 2. ภาพเสมือน, 6 cm
 3. ภาพจริง, 30 cm
 4. ภาพเสมือน, 30 cm
28. วางวัตถุมีความสูง 10 เซนติเมตรไว้หน้ากระจกนูนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร โดยวางให้ห่างจากหน้ากระจกเป็นระยะ 100 เซนติเมตร จงหาความสูงของภาพ
1. 6 cm
 2. 4 cm
 3. 2 cm
 4. 1 cm

29. ถ้าวางวัตถุไว้หน้าทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายชนิดหนึ่งจะได้ภาพจริงหัวกลับ ขนาดขยายใหญ่กว่าวัตถุตั้งรูป ทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายนี้คืออะไร



1. กระจกนูน 2. กระจกเว้า 3. เลนส์นูน 4. เลนส์เว้า

30. หันตแพทย์ถือกระจกเว้ารัศมีความโค้ง 4 เซนติเมตร ห่างจากฟันที่ต้องการอุดเป็นระยะ 1 เซนติเมตร หันตแพทย์จะเห็นฟันในกระจกขยายเป็นกี่เท่า

1. 2 เท่า
2. 3 เท่า
3. 4 เท่า
4. 5 เท่า

31. วางวัตถุอันหนึ่งหน้ากระจกโค้ง ซึ่งมีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร ปรากฏว่าได้ภาพเสมือน กำลังขยายเท่ากับ 0.1 จงหาระยะวัตถุ

1. +220 cm
2. +180 cm
3. -220 cm
4. - 180 cm

32. เลนส์นูนความยาวโฟกัส 12.0 เซนติเมตร อยู่ทางซ้ายของเลนส์เว้าที่มีความยาวโฟกัส 14.0 เซนติเมตร โดยเลนส์ทั้งสองวางห่างกัน 28.0 เซนติเมตร และมีเส้นแกนमुखสำคัญร่วมกัน ถ้าวางวัตถุทางซ้ายของเลนส์นูนและห่างจากเลนส์นูน 6.0 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งของภาพสุดท้ายเทียบกับเลนส์เว้า
33. เลนส์เว้าความยาวโฟกัส 10.0 เซนติเมตร อยู่ทางซ้ายของเลนส์นูนความยาวโฟกัส 30.0 เซนติเมตร เป็นระยะ 20.0 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุสูง 3.0 เซนติเมตรอยู่ทางซ้ายของเลนส์เว้าที่โฟกัสพอดี จงหาระยะภาพสุดท้ายเทียบกับเลนส์นูน และความสูงของภาพสุดท้าย

7. แสงสีและการมองเห็น

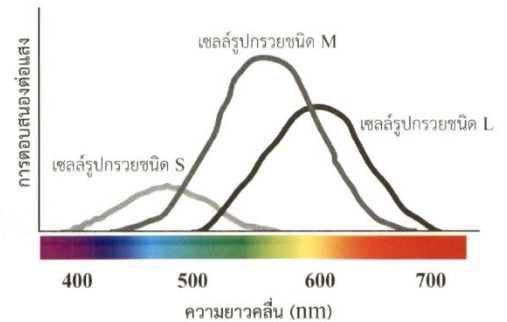
7.1 การมองเห็นสีของมนุษย์

มนุษย์มองเห็นสีต่าง ๆ เป็นเพราะมีแสงสีตกกระทบบนจอตา ซึ่งมีเซลล์รูปกรวย (cone cell) 3 ชนิด คือ ชนิด S ชนิด M และ ชนิด L เซลล์รูปกรวยแต่ละชนิดจะมีการตอบสนองต่อแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ได้แก่

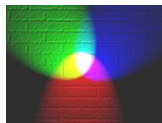
S : ความยาวคลื่นสั้น (Short wavelength)

M : ความยาวคลื่นกลาง (Medium wavelength)

L : ความยาวคลื่นยาว (Long wavelength)



7.2 การผสมแสงสี



เมื่อนำแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน มาผสมกันบนฉากขาวด้วยสัดส่วนที่เท่า ๆ กัน จะให้ผลเหมือนกับเราฉายแสงขาวบนฉาก นั่นคือ เมื่อนำแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน มาผสมกันจะทำให้เรามองเห็นเป็นแสงสีขาว จากการทำงานของเซลล์รูปกรวยเพียงสามชนิด



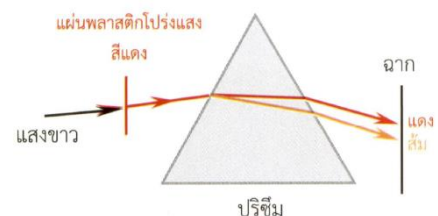
แสงสีทั้ง 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เรียกว่า แสงสีปฐมภูมิ สามารถผสมกันให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ กันได้

7.3 แผ่นกรองแสงและสีของวัตถุ

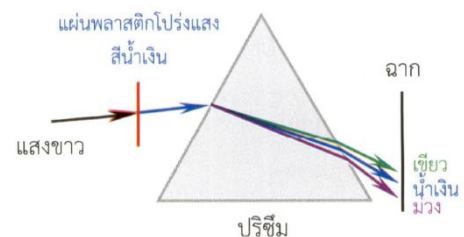
เมื่อให้แสงขาวซึ่งประกอบด้วยแสงหลายสีตกกระทบแผ่นพลาสติกโปร่งแสงซึ่งจะเป็นสีใด ก็ตามจะเห็นแสงสีที่เคลื่อนที่ผ่านเป็นสีตามแผ่นพลาสติกนั้น แต่ถ้าใช้ปริซึมสามเหลี่ยมกระจายแสงที่ผ่าน แผ่นพลาสติกโปร่งแสงสีต่าง ๆ จะพบว่ามีแสงสีบางสีทะลุผ่านได้ แต่แสงบางสีจะถูกดูดกลืนไว้ เช่น เมื่อใช้ แผ่นพลาสติกโปร่งแสงสีแดงจะเห็นแถบสีจากการกระจายแสงเป็นแสงสีแดง ซึ่งอาจมีสีส้มปน ส่วนแสงสีม่วง สีน้ำเงิน และสีเขียวจะถูกดูดกลืน ดังรูป

วัตถุทึบแสงซึ่งมีสารที่ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงแต่ละสีที่ประกอบเป็นแสงขาวนั้นไว้ในปริมาณต่าง ๆ กัน และยังทำหน้าที่สะท้อนแสงส่วนที่เหลือจากการดูดกลืนกลับเข้าตา ทำให้เราเห็นวัตถุเป็นสีเดียวกับแสงที่สะท้อนมา เข้าตามากที่สุด สารในวัตถุที่ทำหน้าที่ดังกล่าวเรียกว่า สารสี (pigment)

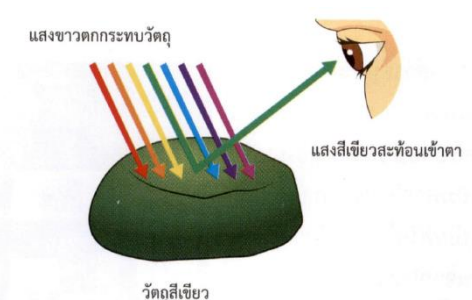
เช่น ถ้ามองวัตถุสีเขียว จะเห็นเป็นสีเขียวสะท้อนเข้าตา เพราะแสงสีอื่น ๆ จะถูกดูดกลืน



ก. แผ่นพลาสติกโปร่งแสงสีแดง



ข. แผ่นพลาสติกโปร่งแสงสีน้ำเงิน



วัตถุที่ดูดกลืนแสงสีต่าง ๆ และสะท้อนเฉพาะสีเขียวออกมา

7.4 การผสมสารสี

สารสีมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงสีเมื่อมีแสงขาวมากระทบ แล้วจะสะท้อนแสงสีที่เหลือมาเข้าตา เราจึงมองเห็นเป็นสีที่สะท้อนมาเข้าตา สารสีที่ไม่อาจจะสร้างขึ้นมาได้จากการผสมสารสีต่างๆได้ เรียกว่า **สารสีปฐมภูมิ (primary colour)**

- เมื่อมี แสงขาวตกกระทบสารสีแดงม่วง จะดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้ แต่ไม่ดูดกลืนแสงสีแดงม่วง , น้ำเงิน , แดงจึงสะท้อน 3 สีนี้ออกมา
- เมื่อแสงขาวตกกระทบสารสีเหลือง จะดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้ แต่ไม่ดูดกลืนแสงสีเหลือง , แดง , เขียว
- เมื่อแสงขาวตกกระทบสารสีน้ำเงินเขียว จะดูดกลืนแสงสีอื่น ๆ ไว้ แต่ไม่ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินเขียว , เขียว , น้ำเงิน



ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้ง 3 ผสมกันในปริมาณเท่ากัน จะได้สารสีดำซึ่งจะดูดกลืนทุกแสงสี ไม่สะท้อนแสงสีใดเลย เรียกสารสีที่ได้จากการผสมสารสีปฐมภูมิ 2 สี ว่า**สารสีทุติยภูมิ** ได้แก่ สีเขียว , สีแดง , สีน้ำเงิน ตามรูป

8. ปรากฏการณ์ธรรมชาติและการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง

- การเกิดรุ้ง
- การทรงกลด
- การเกิดมิราจ
- กล้องโทรทรรศน์
- กล้องจุลทรรศน์
- กล้องถ่ายรูป

แบบฝึกหัด การผสมแสงสี

1. สารสีใดเป็นสารสีเติมเต็มของกันและกัน

1. น้ำเงินเขียว (CYAN) – แดงม่วง (MAGENTA)

2. เหลือง (YELLOW) – แดงม่วง (MAGENTA)

3. แดง (RED) – เขียว (GREEN)

4. น้ำเงิน (BLUE) – เหลือง (YELLOW)

2. เมื่อฉายแสงสีน้ำเงินไปยังวัตถุที่บดแสงสีเหลืองในห้องมืด จะสังเกตเห็นวัตถุที่บดแสงมีสี

1. ขาว

2. ดำ

3. น้ำเงิน

4. เขียว

3. ดอกไม้ดอกหนึ่งส่องด้วยแสงสีขาว เมื่อผ่านแผ่นกรองแสงสีเขียว จะเห็นดอกไม้เป็นสีเขียว ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงินจะเห็นดอกไม้เป็นสีน้ำเงิน ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีฟ้า จะเห็นดอกไม้เป็นสีฟ้าดอกไม้มีสีอะไร

1. ฟ้า

2. แดง

3. เขียว

4. น้ำเงิน

4. เมื่อให้แสงขาวหักเหผ่านปริซึมค่ากล่าวข้อใดไม่ถูกต้อง

1. น้ำเงินเขียว – แดงม่วง

2. เหลือง – แดงม่วง

3. แดง – เขียว

4. น้ำเงิน – เหลือง

5. แสงสีใดเมื่อนำมาฉายผสมกันบนฉากขาวแล้วจะได้แสงขาว

1. น้ำเงินกับเหลือง

2. แดงกับเขียว

3. ม่วงกับน้ำเงิน

4. เหลืองกับแดง

6. สารสีปฐมภูมิประกอบด้วยอะไร

1. สีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน

2. สีเหลือง สีแดงส้ม และสีเขียว

3. สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงิน

4. สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงินเขียว

7. ต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. เมื่อให้แสงขาวผ่านปริซึม พบว่าแสงที่หักเหออกจากปริซึมมีสีต่างกัน มุมที่แสงแต่ละสีกระทบกับผิวของปริซึมเรียกว่า มุมเบี่ยงเบน
2. การที่แสงแต่ละสีหักเหออกจากปริซึมได้ไม่เท่ากัน แสดงว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางเนื้อเดียวกันสำหรับแสงแต่ละสีมีค่าไม่เท่ากัน
3. รุ้งเกิดจากคุณสมบัติ 3 ประการของแสง คือ สะท้อน หักเห และกระจายแสง
4. ผิดทุกข้อ

8. ข้อความต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการเห็นสี

- ก. ในตอนเช้าของวันในฤดูหนาว จะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์มีสีแดงเพราะแสงสีอื่นกระเจิงไปหมดเหลือแต่แสงสีแดงทะลุบรรยากาศมา
- ข. เมื่อนำแผ่นกรองแสงสีเขียวและเหลืองมาซ้อนกัน แล้วมองแสงขาวผ่านแผ่นกรองแสงทั้งสองแผ่นจะเห็นแสงขาวเป็นสีเหลือง
- ค. การที่สังเกตเห็นเมฆฝนมีสีดำเป็นเพราะเมฆฝนดูดกลืนแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน จากดวงอาทิตย์ไว้หมด

ข้อที่ถูกต้องได้แก่

1. ข้อ ก
2. ข้อ ก และ ค
3. ข้อ ข และ ค
4. ข้อ ก และ ข

9. นายไก่อสวมเสื้อสีเขียว กางเกงเหลือง อยู่ในห้องมืด ถ้าฉายแสงสีแดงไปยังนายไก่อ จะเห็นเสื้อและกางเกงสีอะไร

- ก. แดง , เขียว
- ข. น้ำเงิน , ดำ
- ค. ดำ , แดง
- ง. น้ำเงิน , เขียว

10. ถ้าเราจ้องมองแผ่นกระดาษสีเขียวนานชั่วครู่แล้วหันไปมองก้อนเมฆสีขาวบนท้องฟ้า เราจะเห็นก้อนเมฆสีขาวเป็นสีอะไร

- ก. แดงม่วง
- ข. น้ำเงินเขียว
- ค. เหลือง
- ง. เขียว