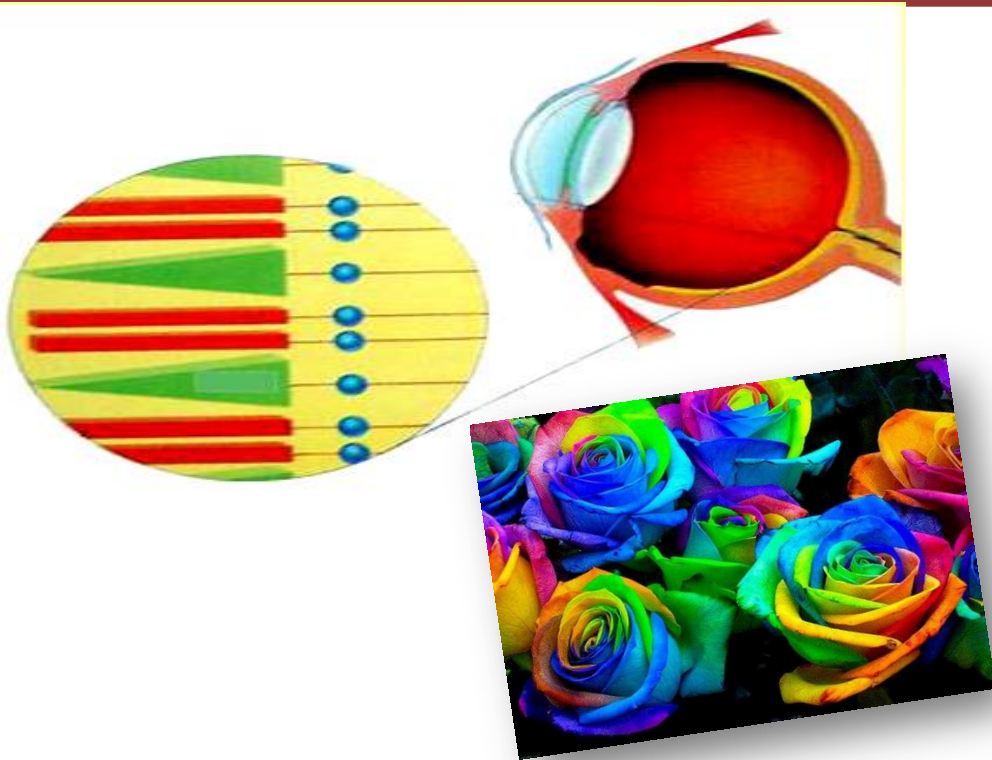


แสงและการมองเห็น



ครูเสกสรรค์ สุวรรณสุข

วิทยาศาสตร์ ว 22102 ระดับชั้น ม.2

โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

ตัวชี้วัดชั้นปี

1. ทดลองและอธิบายการสะท้อนแสง การหักเหของแสง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (มฐ. ว 5.1 ตัวชี้วัดข้อ 1)
2. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (มฐ. ว 5.1 ตัวชี้วัดข้อ 2)
3. ทดลองและอธิบายการดูดกลืนแสงสี การมองเห็นสีของวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (มฐ. ว 5.1 ตัวชี้วัดข้อ 3)

ผังโน้ตทัศน์ (concept maps)

การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์

ธรรมชาติของแสง

แสงและการมองเห็น

แสงกับการมองเห็น

ทัศนอุปกรณ์



1. ธรรมชาติของแสง (แสงและสมบัติของแสง)

แสง คือ พลังงานรูปหนึ่งที่ไม่มีตัวตน แต่สามารถทำงานได้ แสงช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ แสงเปลี่ยนมาจากพลังงานรูปหนึ่งแล้วยังเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ แสงสว่างมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม



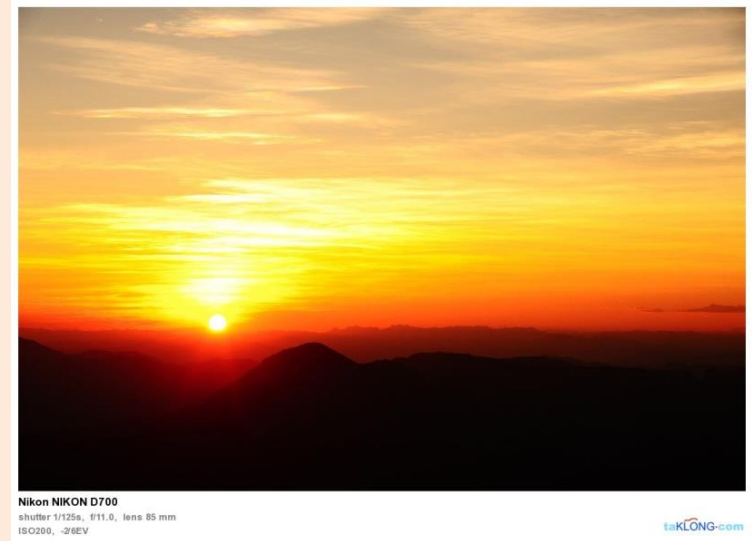
ประโยชน์ของแสง

ประโยชน์ทางตรง

- ช่วยในการมองเห็นสิ่งต่างๆ
- ช่วยให้ผ้าที่ตากไว้แห้ง
- ช่วยในการถนอมอาหาร

ประโยชน์ทางอ้อม

- ช่วยทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ
- ช่วยให้เกิดกระแสไฟฟ้าจาก โซลาร์เซลล์หรือเซลล์สุริยะ
- ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ต่างๆ
- ทำให้มีการประดิษฐ์สิ่งที่ใช้เกี่ยวกับแสง ได้แก่ ทัศนูปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องถ่ายรูป กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ กล้องดูดาว กล้องดูแห่ กล้องส่องตา และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการมองเห็น ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมากมาย



สมบัติของแสง

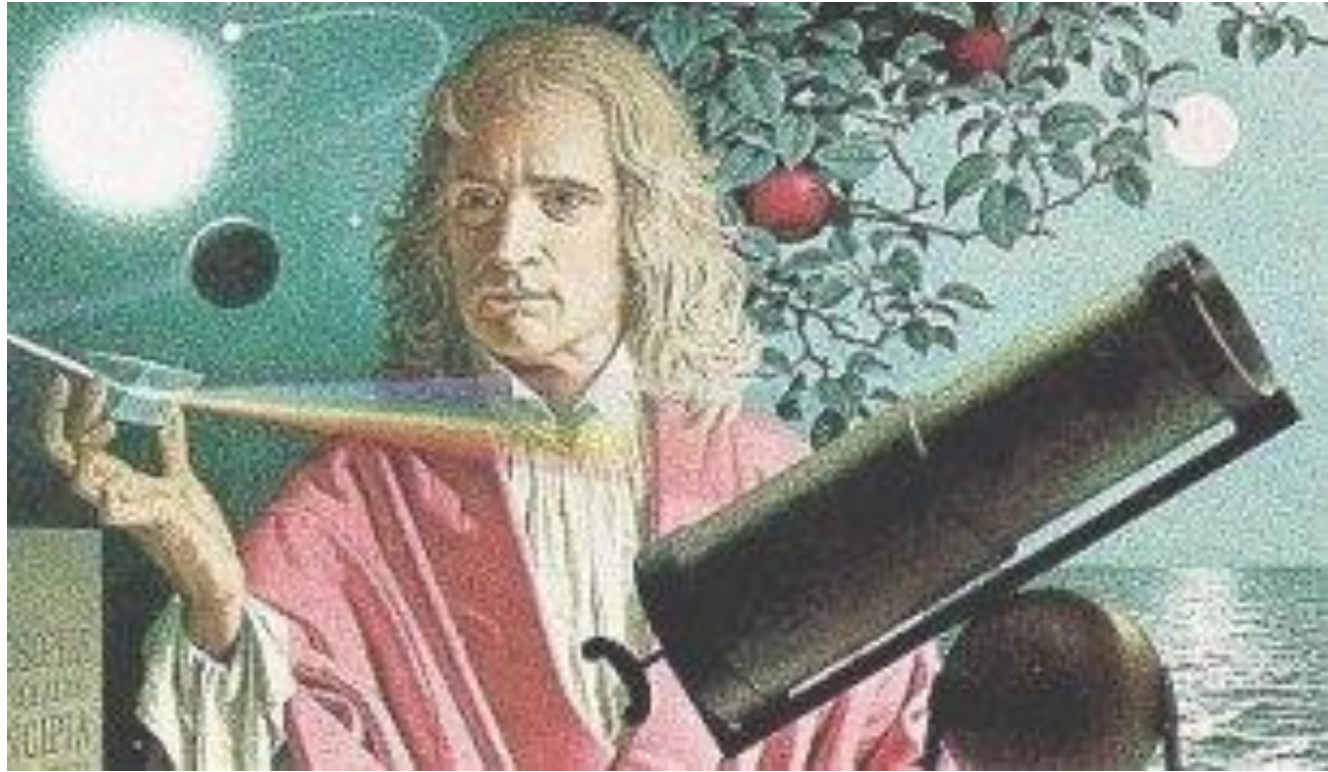
- **แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
- **แสงเดินทางเป็นเส้นตรง** ด้วยอัตราเร็ว 3×10^{10} เซนติเมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที หรือ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที
- **แสงมีการสะท้อน การหักเห และการกระจายแสง** ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ



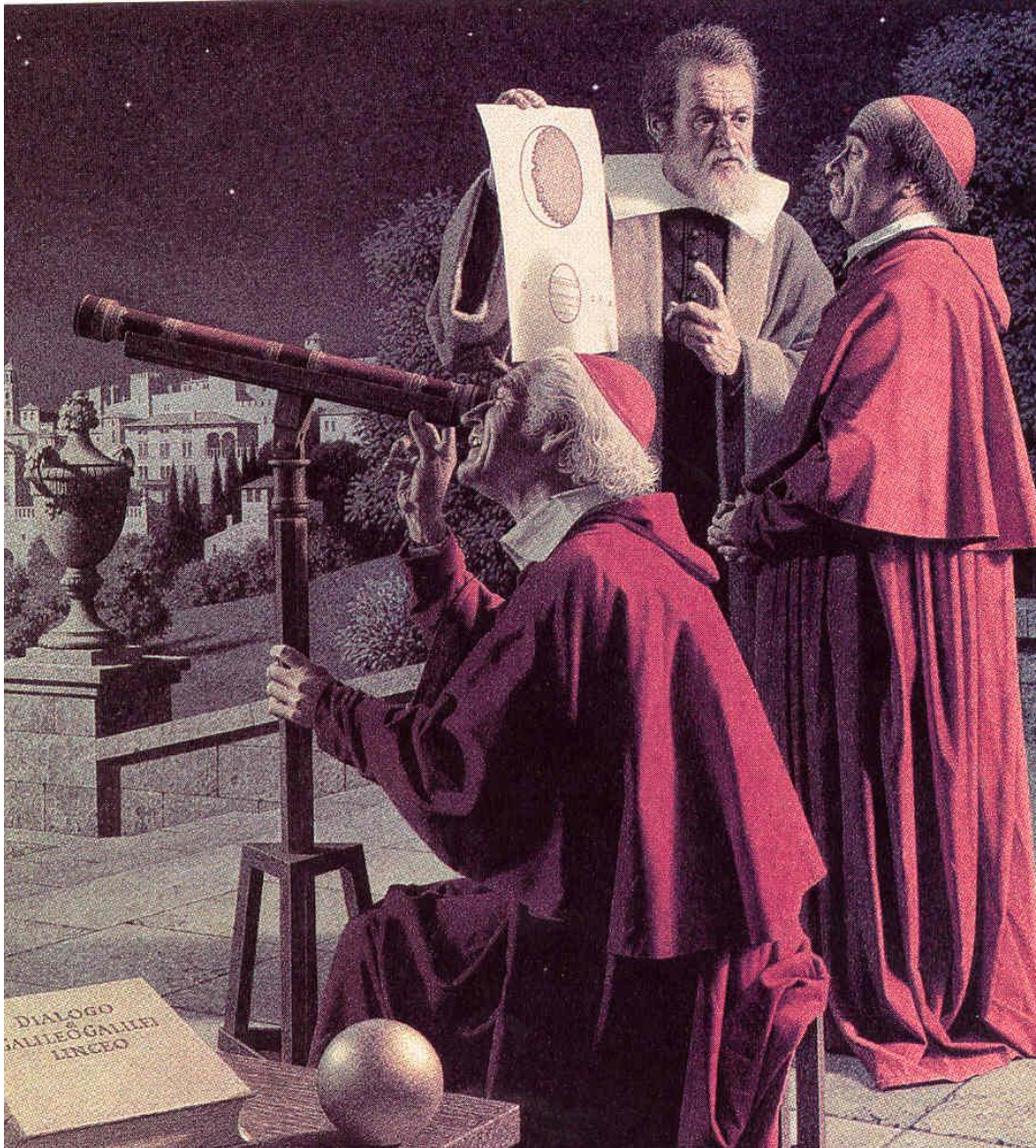
- ผู้ที่หาวิธีคำนวณความเร็วของแสงได้ คือ **โรเมอร์** นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก และ **อัลเบิร์ต มิเชลสัน**

นักวิทยาศาสตร์

Isaac Newton



- แสงเป็นอนุภาคที่ส่งติดต่อกันออกมา
เมื่ออนุภาคเหล่านั้นเข้าสู่ชั้นตา



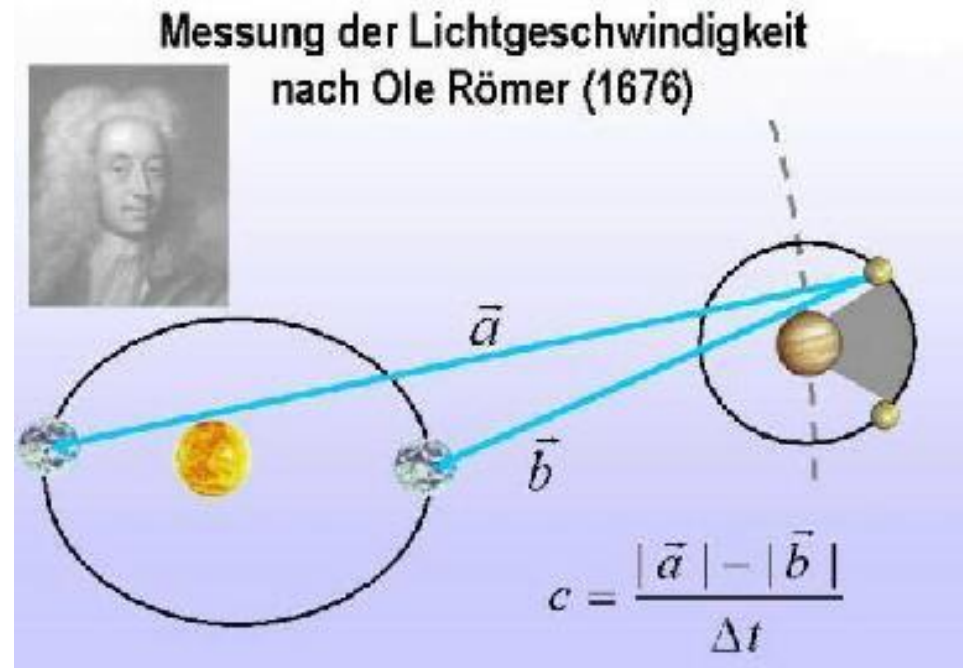
Galileo

เป็นคนแรกที่พยายาม
วัดอัตราเร็วของแสง
แต่ไม่สามารถวัดได้
แต่สรุปได้ว่า

แสงมีอัตราเร็วมาก



Ole Roemer



- สังเกตคาบการโคจรของดวงจันทร์รอบดาวพฤหัสบดีและสรุปว่าอัตราเร็วของแสงเท่ากับ 2.3×10^8 m/s

James Clerk Maxwell



JAMES CLERK MAXWELL AS A YOUNG MAN

(The Master and Fellows of Trinity College, Cambridge)

ทำนายการมีอยู่ของคลื่น
แม่เหล็กไฟฟ้า และแสดง
ให้เห็นว่าแสงเป็นส่วน
หนึ่งของสเปกตรัมคลื่น
แม่เหล็กไฟฟ้า

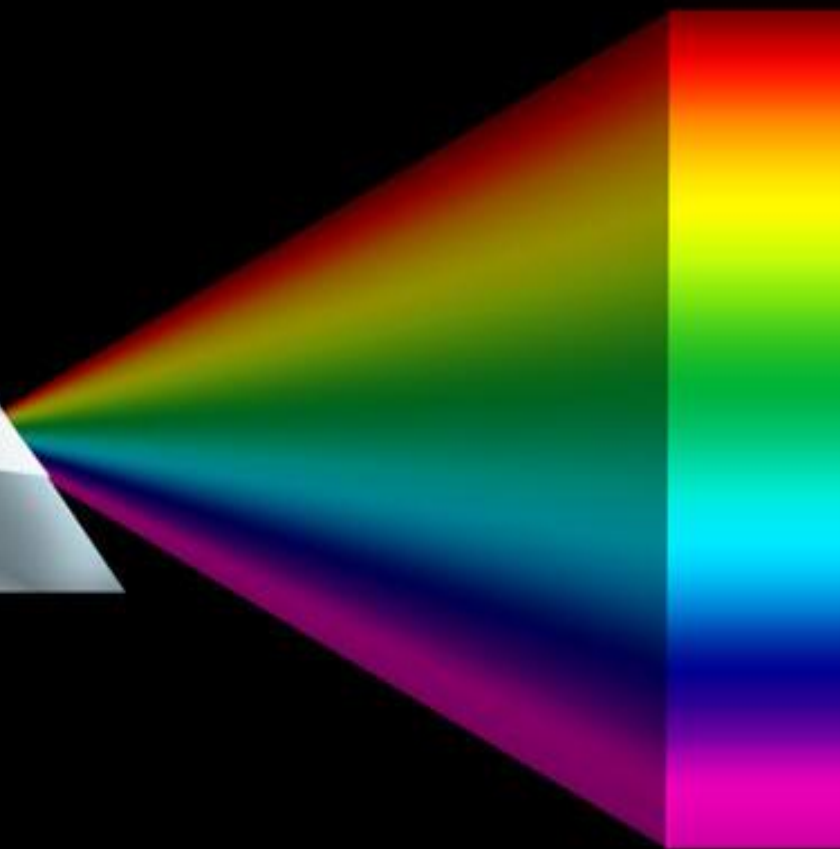
แหล่งกำเนิดแสง

1. ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงตาม**ธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด** และสำคัญที่สุดเมื่อปี พ.ศ.2209 **เซอร์ไอแซก นิวตัน** นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองเกี่ยวกับ **เรื่องแสง** พบว่าถ้าให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านปริซึม แสงจะเกิดการหักเหออกมาเป็นแสงสีต่างๆ 7 สี เรียกว่า **“สเปกตรัม”** เริ่มจากแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นไปหาแสงสีที่มีความยาวคลื่นยาวได้ดังนี้ คือ **ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง** ที่สามารถมองเห็นได้ นอกจากนี้ยังมีรังสีอื่นๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ได้แก่ **รังสีเหนือม่วงหรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต** เป็นรังสีที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง และ**รังสีใต้แดงหรือรังสีอินฟราเรด** เป็นรังสีที่มีความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดง

แสงขาว



ปริซึม



2. **สิ่งมีชีวิต** เช่น หิ่งห้อย ปลาบางชนิด

3. **เทียนไข คบเพลิง หลอดไฟฟ้า** เป็นแหล่งกำเนิดที่มาจาก การเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปอื่นมาเป็นพลังงานแสง ปริมาณพลังงานแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงใดๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลาหรืออัตราการให้พลังงานแสงของแหล่งกำเนิดแสง **มีหน่วยการวัดเป็นลูเมน** หลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันตามบ้านเรือนมี 2 ชนิด คือ หลอดไฟฟ้าแบบไส้ และหลอดเรืองแสงหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในจำนวนวัตต์ที่เท่ากัน หลอดเรืองแสงให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไฟฟ้าแบบไส้ประมาณ 3-4 เท่า



$$\text{ความสว่าง} = \frac{\text{อัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้น}}{\text{พื้นที่รับแสง}}$$

ถ้าพิจารณาพื้นที่ใด ๆ ที่รับแสง ความสว่างบนพื้นที่นั้น หาได้จาก

เมื่อ	E	เป็น	ความสว่าง (ลักซ์)
	F	เป็น	อัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้น (ลูเมน)
	A	เป็น	พื้นที่รับแสง (ตารางเมตร)

ความสว่าง 1 ลักซ์ หมายถึง ความสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร
เมื่อแหล่งกำเนิดแสงมีความเข้มแห่งการส่องสว่างเท่ากับ **1 แคนเดลา (cd)**

แบบฝึกหัด

Ex.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์จำนวน 4 หลอดให้ความสว่าง 200 ลักซ์ ส่องสว่างลงบนโต๊ะพื้นที่ 5 ตร.ม. แสดงว่า แต่ละหลอดมีอัตราพลังงานแสงเท่าใด

Ex.2 ถ้าใช้โคมไฟหลอดตะเกียบมีอัตราพลังงานแสง 900 ลูเมน/หลอด จำนวน 2 หลอด ส่องสว่างบนโต๊ะพื้นที่ 10 ตร.ม. จะเกิดความสว่างบนพื้นโต๊ะกี่ลักซ์

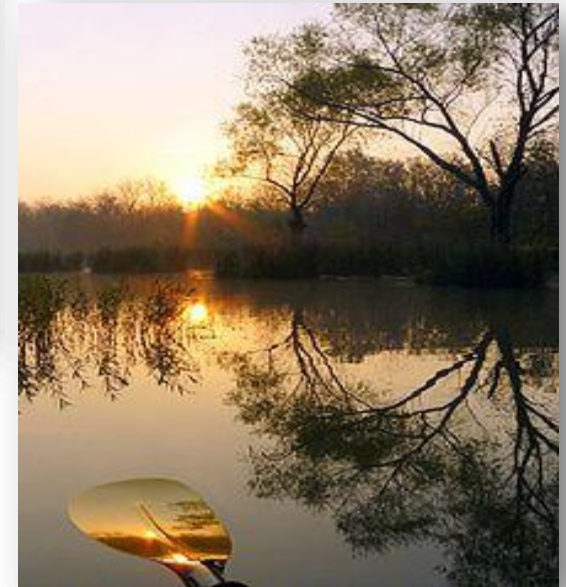
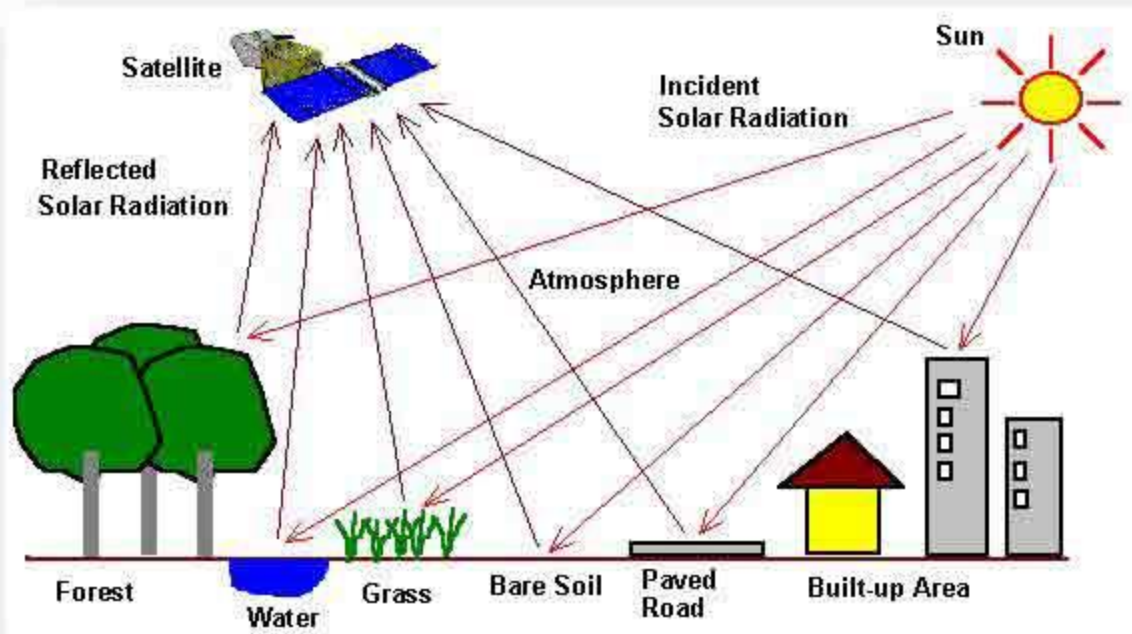
โดยปกติแล้ว ความสว่างในสถานที่ต่างๆ นั้นมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ กัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เป็นต้น ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างผิววัตถุมากขึ้น จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุจะน้อยลง แต่ถ้าระยะห่างระหว่างผิววัตถุกับแหล่งกำเนิดแสงมีค่าคงตัว พบว่าแหล่งกำเนิดแสงที่ให้พลังงานแสงในหนึ่งหน่วยเวลาออกมามากกว่าก็จะมีแสงสว่างมากกว่า ในการหาความสว่าง ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งทำได้โดยใช้เครื่องวัดความสว่างที่ เรียกว่า **ลักซ์มิเตอร์** ที่ให้ค่าออกมาเป็น **ลักซ์** โดยตรง ค่าความสว่างที่พอเหมาะกับการใช้งานในสถานที่ต่างๆ ดังตัวอย่างข้อมูลในตาราง ต่อไปนี้



ตารางที่ 1.1 แสดงความสว่างที่เหมาะสมในสถานที่ต่างๆ โดยประมาณ

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
บ้าน	
ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร	150 - 300
ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	500-1,000
โรงเรียน	
โรงพลศึกษา หอประชุม	75-300
ห้องเรียน	300-750
ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องเขียนแบบ	750-1,000
โรงพยาบาล	
ห้องตรวจโรค	200-750
ห้องผ่าตัด	5,000-10,000
สำนักงาน	
บันไดฉุกเฉิน	30-75
ทางเดินภายในอาคาร	75-200
ห้องประชุม ห้องรับรอง	200-750

1.1 การสะท้อนแสง (Reflection)



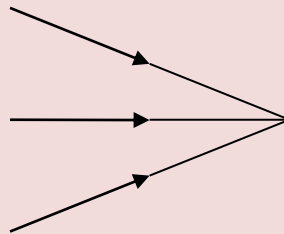
การสะท้อนของแสง

การที่เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ เพราะมีแสงจากวัตถุนั้นมาเข้าตาเรา ถ้าไม่มีแสงจากวัตถุมาเข้าตา จะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำ

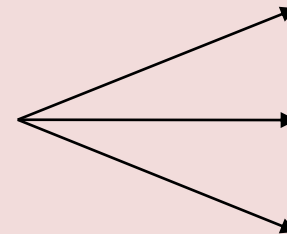
รังสีของแสง เป็นเส้นที่แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เขียนแทนด้วยเส้นตรง มีหัวลูกศร **รังสีแสงแบ่งเป็น 3 แบบ คือ รังสีขนาน รังสีลู่ออก และรังสีลู่เข้า**



รังสีขนาน



รังสีลู่เข้า

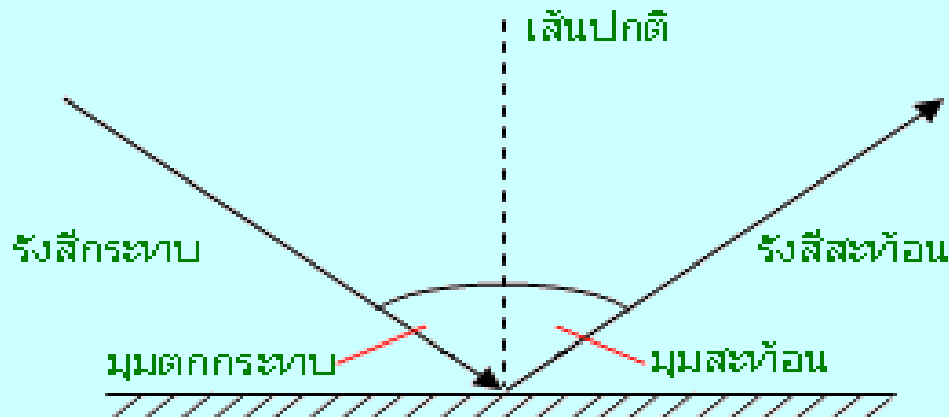


รังสีลู่ออก

วัตถุที่สะท้อนแสงได้คือจะมีลักษณะเป็นผิวเรียบ มัน เช่น **กระจกเงาราบ** เป็นต้น

การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ

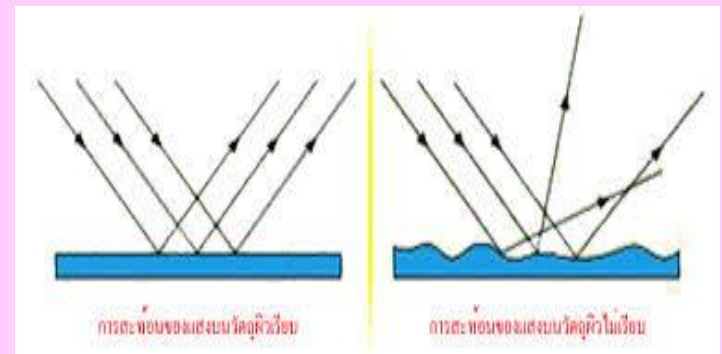
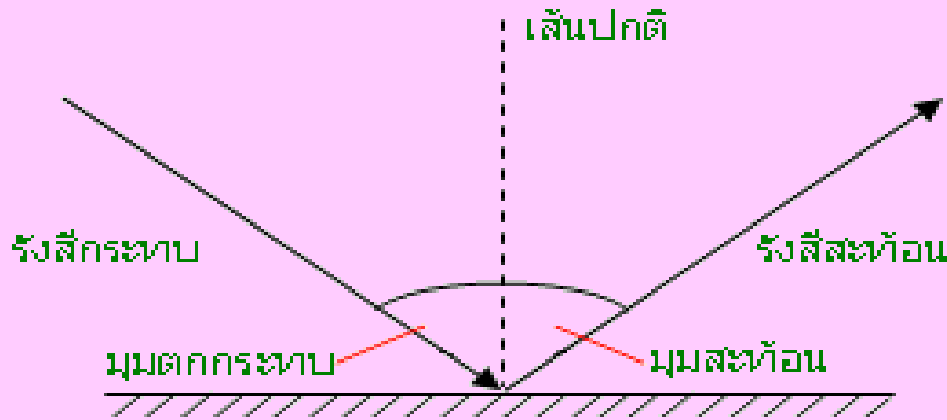
เมื่อให้ลำแสงขนาดเล็กซึ่งเรียกว่า **รังสีของแสง** ตกกระทบผิวกระจกเงาราบ เรียก รังสีนี้ว่า **รังสีตกกระทบ** เราจะเห็นรังสีของแสงสะท้อนออกจากผิวกระจกเงาราบ เรียกว่า **รังสีสะท้อน** ถ้าให้รังสีตกกระทบตั้งฉากกับกระจกเงาราบ รังสีจะสะท้อนทับกับรังสีตกกระทบ เส้นรังสีในแนวนี้เรียกว่า **เส้นแนวฉากหรือเส้นปกติ** ว่า **มุมสะท้อน** เมื่อมุมตกกระทบเปลี่ยนแปลงไป มุมสะท้อนก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยที่มุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ ดังรูป



กฎการสะท้อนแสง (Law of Reflection)

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติ ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบต้องเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงกระทบเส้นปกติ

การสะท้อนแสงบนวัตถุผิวเรียบและวัตถุผิวไม่เรียบ



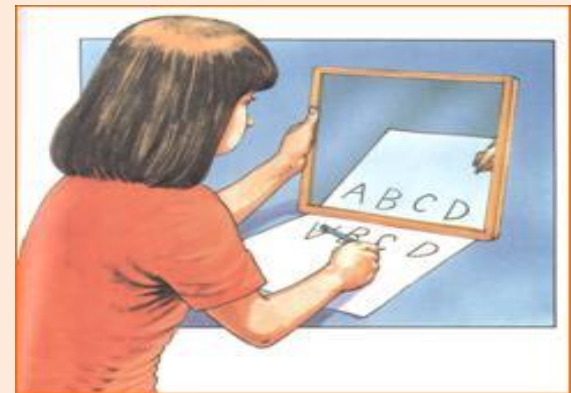
ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ

ภาพ (image) คือ **สิ่งที่ปรากฏแก่สายตา** เป็นลักษณะปรากฏของวัตถุที่เกิดขึ้น เนื่องจากรังสีสะท้อนหรือรังสีหักเห จากวัตถุมาตัดกัน หรือเสมือนหนึ่งว่าตัดกัน

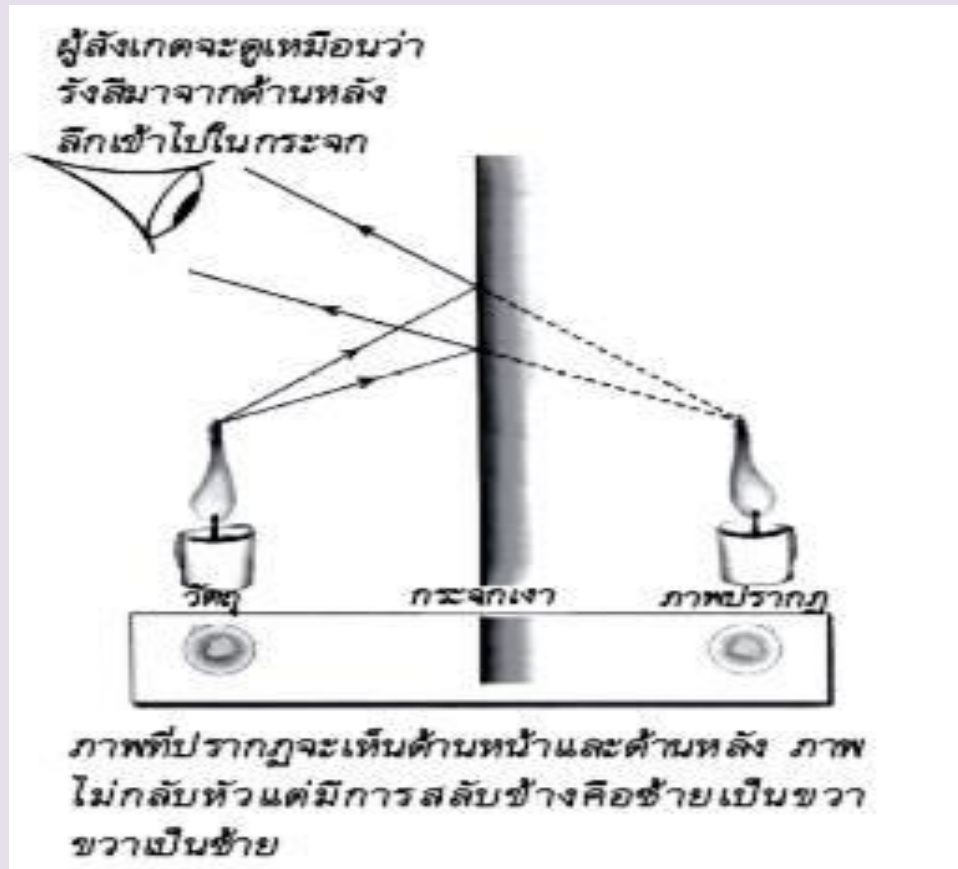
ถ้ารังสีตัดกันจริง ก็จะเกิดภาพจริง ถ้ารังสีเสมือนหนึ่งว่ามาตัดกัน ก็จะได้ภาพเสมือน ภาพจริงสามารถเอามาจอรับภาพได้

การเกิดภาพในกระจกเงาระนาบ มีลักษณะดังนี้

1. เป็นภาพเสมือน หัวตั้ง หลังกระจก ขนาดเท่ากับวัตถุ
2. **มีลักษณะกลับข้างกับวัตถุ** คือ กลับซ้ายเป็นขวาและกลับขวาเป็นซ้าย ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า **ปรัศวภาควิโลม (Lateral Inversion)** ดังรูป



3. **ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ** คือ ตำแหน่งของวัตถุและตำแหน่งของภาพจะอยู่ห่างจากตัวผิวสะท้อนแสงเท่ากัน ถ้าวัตถุระยะจากวัตถุถึงผิวแผ่นสะท้อนแสง เรียกว่า **ระยะวัตถุ** และระยะที่วัดจากภาพถึงผิวตัวสะท้อนแสง เรียกว่า **ระยะภาพ** จะพบว่า**ระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ** จึงสรุปได้ว่า ภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงของกระจกเงาระนาบจะมีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุและขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ



ภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบสองบานวางทำมุมกัน

ในกรณีที่มีกระจกเงาระนาบ 2 บานวางทำมุมระหว่างกันจะเกิดภาพสะท้อนกลับไปกลับมาได้หลายๆภาพ ซึ่งหลักการนี้เราสามารถนำมาทำกล้องสลับลาย จากการศึกษาพบว่าจำนวนภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาระนาบ 2 บานวางทำมุมกัน จะขึ้นอยู่กับขนาดของมุมที่กระจกทั้ง 2 บานวางทำมุมกัน

จำนวนภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาระนาบสองบานวางทำมุมกัน

$$\text{จำนวนภาพ} = \frac{360}{\theta} - 1$$

ถ้าให้ $n = \text{จำนวนภาพ}$

θ คือ มุมหรือจำนวนองศาที่กระจกทั้งสองวางทำมุมกัน จะได้ว่า

$$n = \frac{360}{\theta} - 1$$

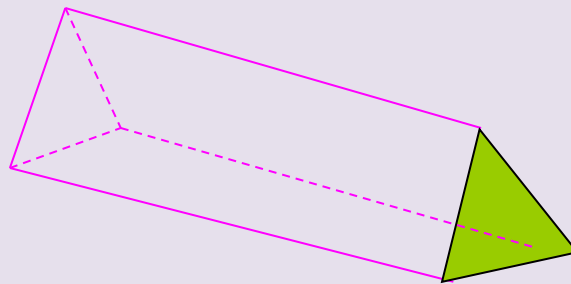
ในกรณีที่ผลหารของ $\frac{360}{\theta}$ ไม่ลงตัว เหลือเศษเป็นทศนิยม เราต้องปรับเศษที่เหลือให้เพิ่มขึ้นไปอีก 1 ภาพเสมอ ถึงแม้ว่าเศษทศนิยมนั้นมีค่าน้อยกว่า 0.5

แบบฝึกหัด

1. กระจก 2 บานวางทำมุม 45 องศา จงหาว่าเกิดภาพเท่าใด
2. กระจก 2 บานวางทำมุม 60 องศา จงหาว่าเกิดภาพเท่าใด
3. กระจก 2 บานวางทำมุม 80 องศา จงหาว่าเกิดภาพเท่าใด

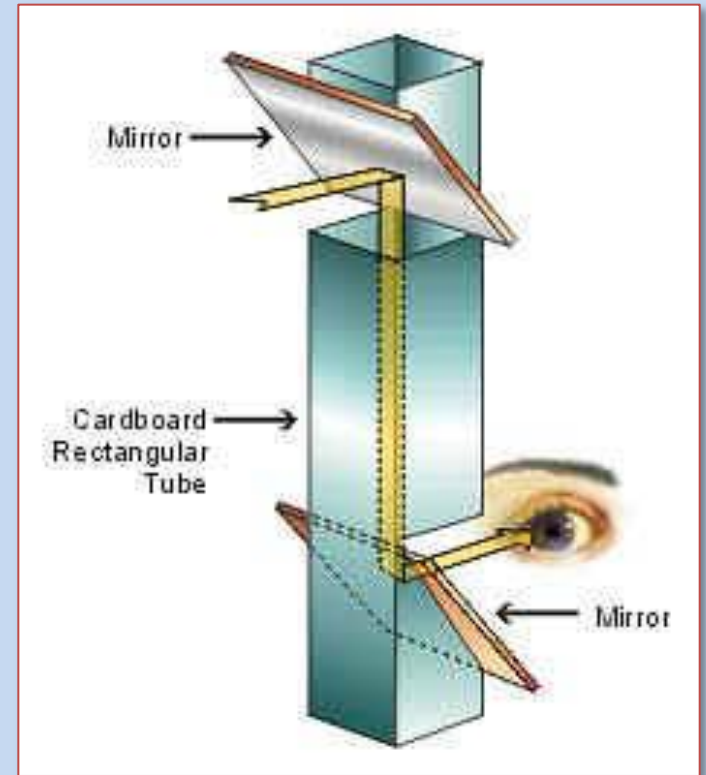
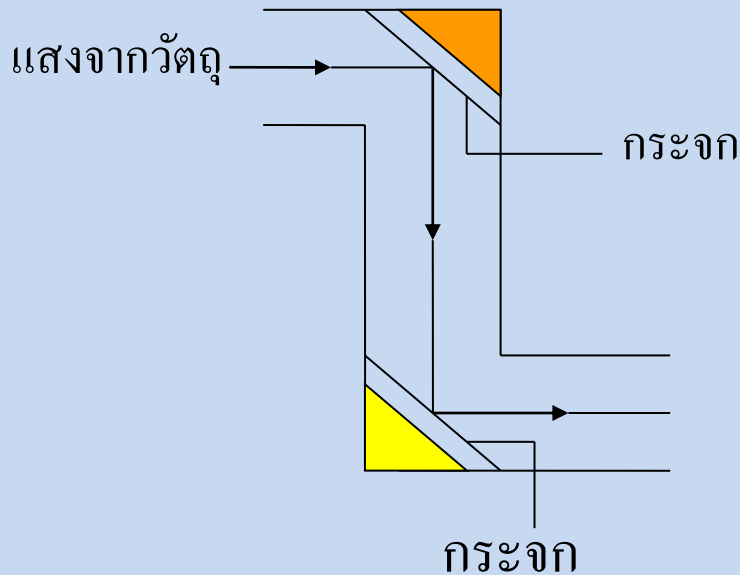
ประโยชน์การสะท้อนของแสงบนกระจกเงา

1. **ใช้ส่องดูตัวเอง** ภาพที่มองเห็นจะเป็นภาพเสมือนมีขนาดและระยะเท่ากับวัตถุ แต่กลับซ้ายเป็นขวากับวัตถุ ซึ่งเรียกว่า **“ปริศนากวีโลม”**
2. **ใช้ทำกล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป** ซึ่งทำด้วยกระจกเงาราบยาว 3 แผ่น นำมาประกบทำมุมกัน 60 องศา ดังรูป เมื่อปิดทางด้านหนึ่งแล้วนำกระดาษสีใส่ลงไป แล้วมองเข้าไปดูจะเป็นลวดลายสวยงามที่เกิดจากการสะท้อนของแสงภายในกล้อง



รูป 3.1 กล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป

3. ใช้ทำกล้องดูแห้หรือกล้องเรือดำน้ำอย่างง่าย (กล้องเพริสโคป) ประกอบด้วย
กระจกเงาระนาบ 2 แผ่นวางทำมุม 45 องศา เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง
นำไปใช้ส่องดูขบวนแห้ในกรณีที่เรายืนอยู่ด้านหลัง แล้วมองไม่เห็นขบวนแห้



รูป 3.2 กล้องดูแห้หรือกล้องเพริสโคป

4. การใช้กระจกเงาโค้ง (กระจกนูน) ติดข้างรถยนต์เพื่อให้มองเห็นภาพจากด้านหลังให้ได้มุมกว้างกว่าปกติ
5. การใช้กระจกนูนติดไว้ในห้างสรรพสินค้าหรือบริเวณริมถนนซึ่งเป็นทางแยก
6. การใช้กระจกเว้าของทันตแพทย์เพื่อตรวจฟันคนไข้

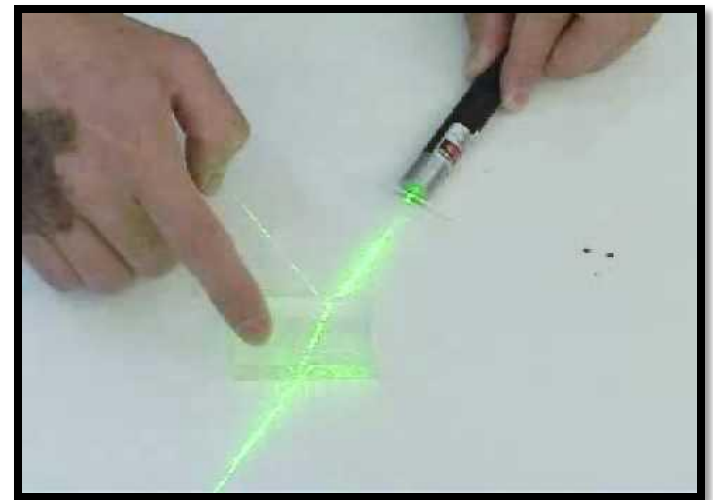
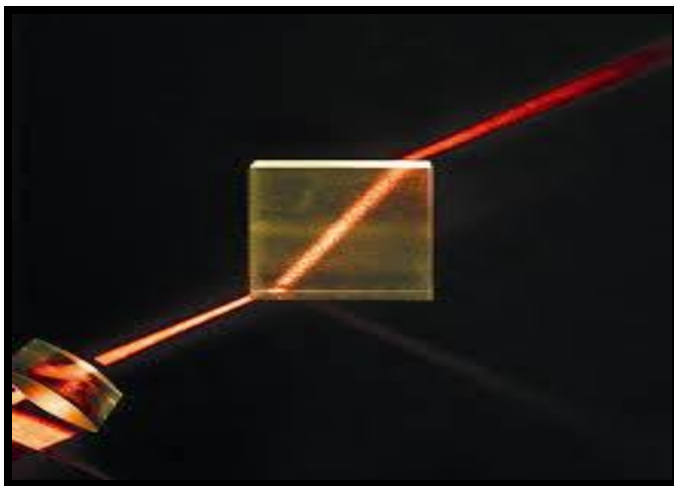
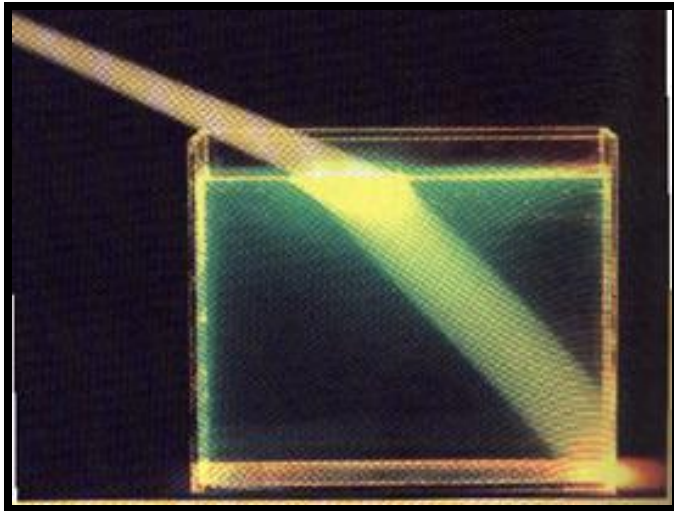


กระจกเงานูนที่ใช้ส่องด้านข้างรถยนต์



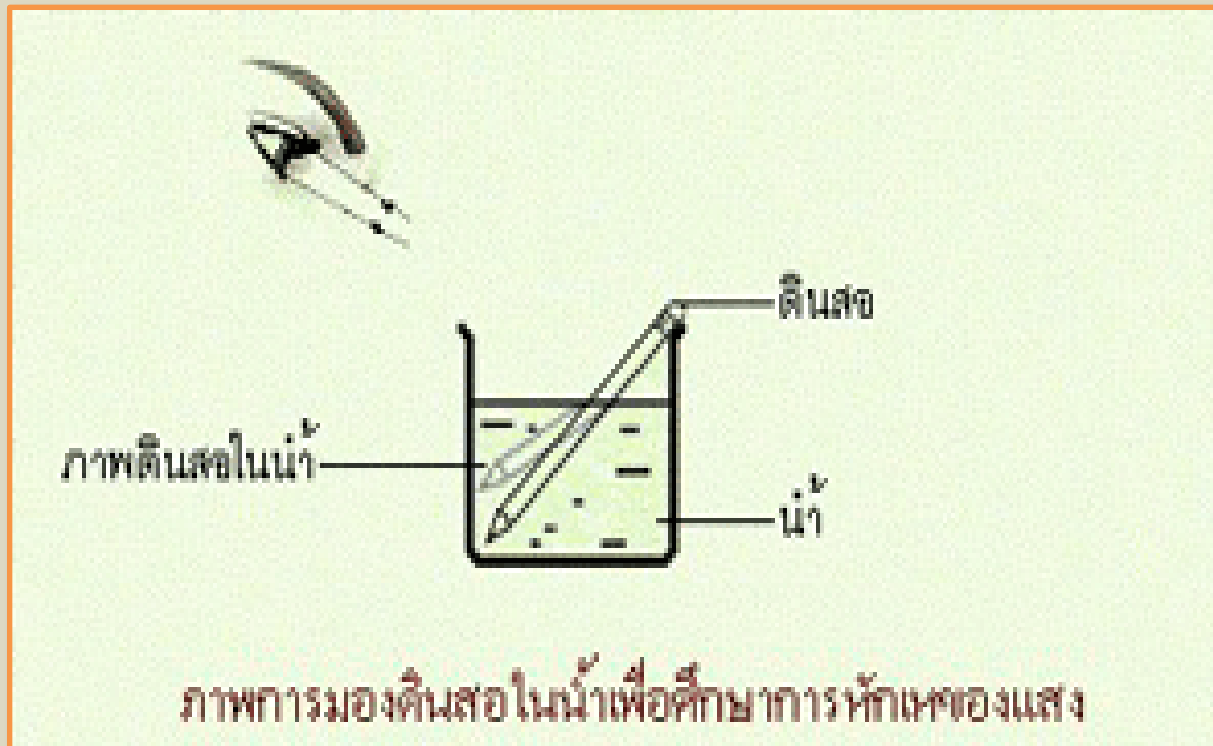
กระจกเงานูนที่ติดตั้งตามทางแยก

1.2 การหักเหแสง (Refraction)



การหักเหของแสง

การหักเหเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางอย่างน้อย 2 ชนิด ที่มี
ความหนาแน่นไม่เท่ากัน การหักเหจะเกิดขึ้นตรงพิวรอยต่อของตัวกลาง
ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกันแสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง



การหักเหของแสง (Refraction)

- รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน รังสีหักเห และเส้นตั้งฉากอยู่บนระนาบเดียวกัน
- มุมหักเห (angle of refraction) ขึ้นกับวัสดุและมุมตกกระทบ

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \text{ค่าคงตัว}$$

- v_1 แทน อัตราเร็วแสงในตัวกลางที่หนึ่ง
- v_2 แทน อัตราเร็วแสงในตัวกลางที่สอง

การหักเหของแสง

เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่า

1. ความเร็ว ความยาวคลื่นของแสงจะเปลี่ยนไป แต่ความถี่จะไม่เปลี่ยน
2. แสงจะหักเหเข้าหาเส้นปกติ เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย
3. แสงจะเดินทางผ่านตัวกลางเป็นเส้นตรง (ไม่มีการหักเห) เมื่อมุมตกกระทบ = 0°



กฎของการหักเหแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ซึ่งมีดัชนีหักเหต่างกัน n_1 และ n_2 จะได้ว่า

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

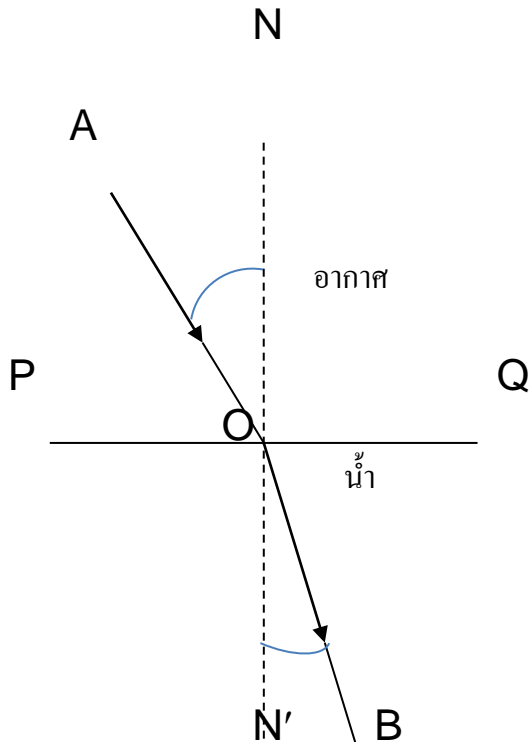
เรียกสมการข้างต้นว่า "กฎการหักเหของสเนลล์"

ชนิดของตัวกลาง

การแบ่งชนิดของตัวกลางโดยการดูทางเดินของแสงผ่านวัตถุต่างๆ จะแบ่งได้เป็น **3 ชนิด** คือ

1. **ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Object)** เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้หมดหรือเกือบทั้งหมด **อย่างเป็นระเบียบ** สามารถมองเห็นวัตถุอีกชนิดได้ชัดเจน เช่น **กระจกใส** อากาศ น้ำ กระจกแก้วใส แผ่นพลาสติกใส เป็นต้น
2. **ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Object)** เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บ้างและ **ไม่เป็นระเบียบ** ทำให้การมองเห็นวัตถุด้านหลังตรงข้ามไม่ชัดเจน เช่น **กระจกฝ้า กระจกไข** แผ่นพลาสติกขุ่น เป็นต้น
3. **ตัวกลางทึบแสง (Opaque Object)** เป็นตัวกลางที่ **ไม่ยอมให้แสงทะลุผ่าน** แต่สะท้อนได้หรือบางชนิดดูดกลืนแสงได้ เช่น **ไม้ เหล็ก กระจกเบี่ยง สมุด** เป็นต้น

ส่วนประกอบสำคัญของการหักเห



จากรูปอธิบายได้ดังนี้

PQ คือ ผิวของรอยต่อตัวกลาง 2 ชนิด

NON' คือ แนวเส้นปกติ หรือเส้นแนวฉาก

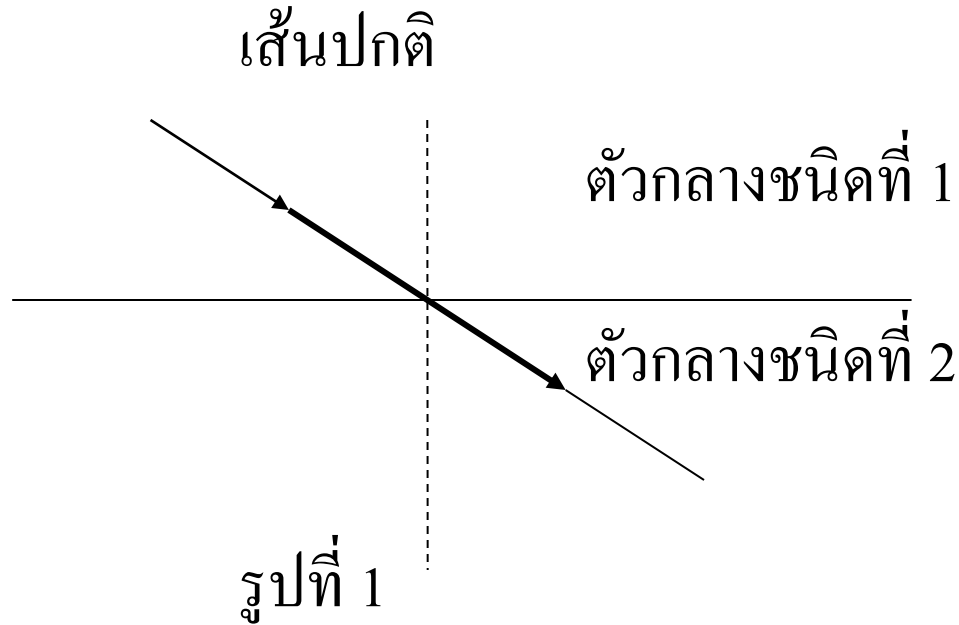
AO คือ รังสีตกกระทบ

OB คือ รังสีหักเห

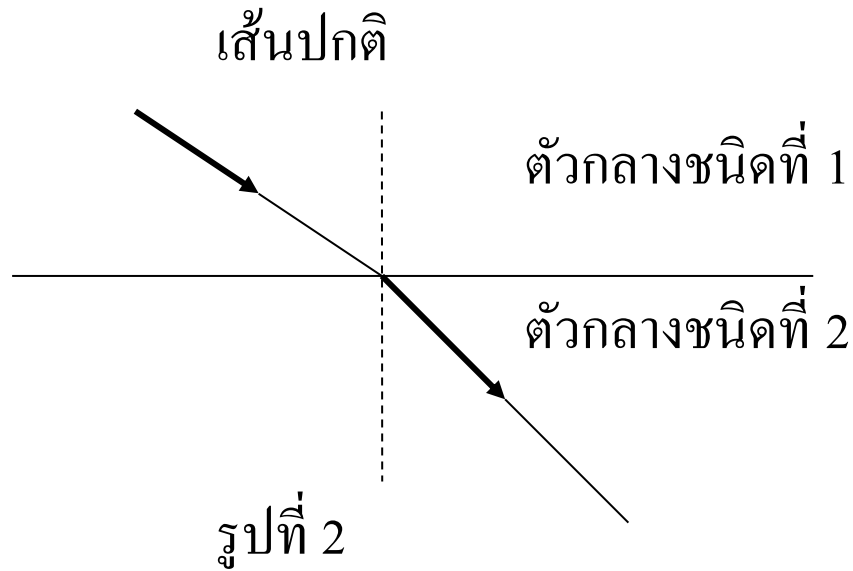
มุม **AON** คือ มุมตกกระทบ

มุม **BON'** คือ มุมหักเห

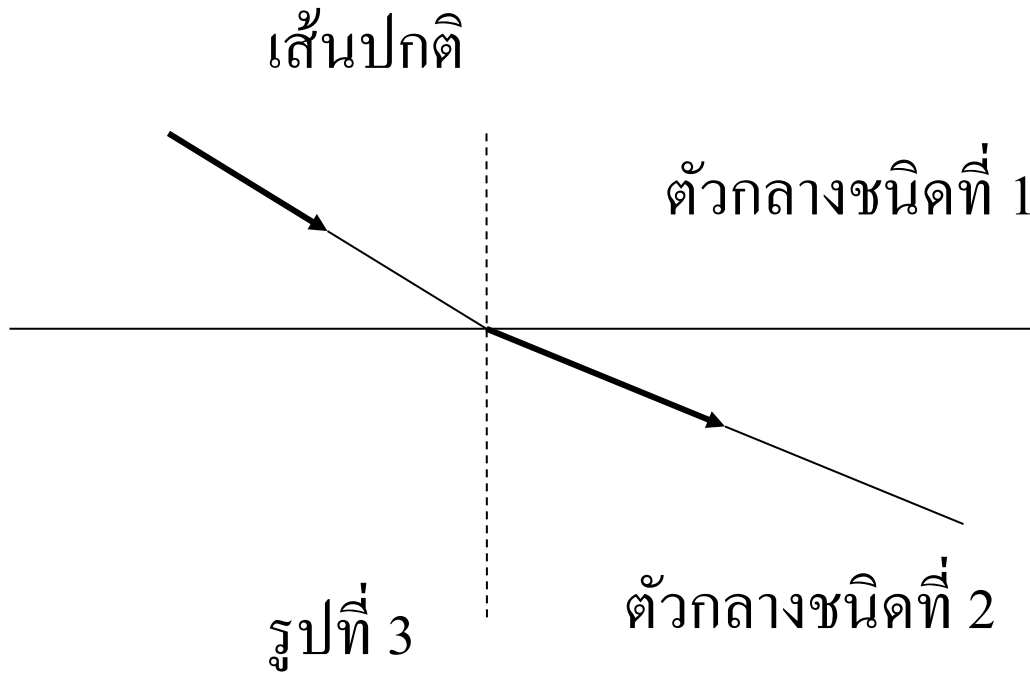
การเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง



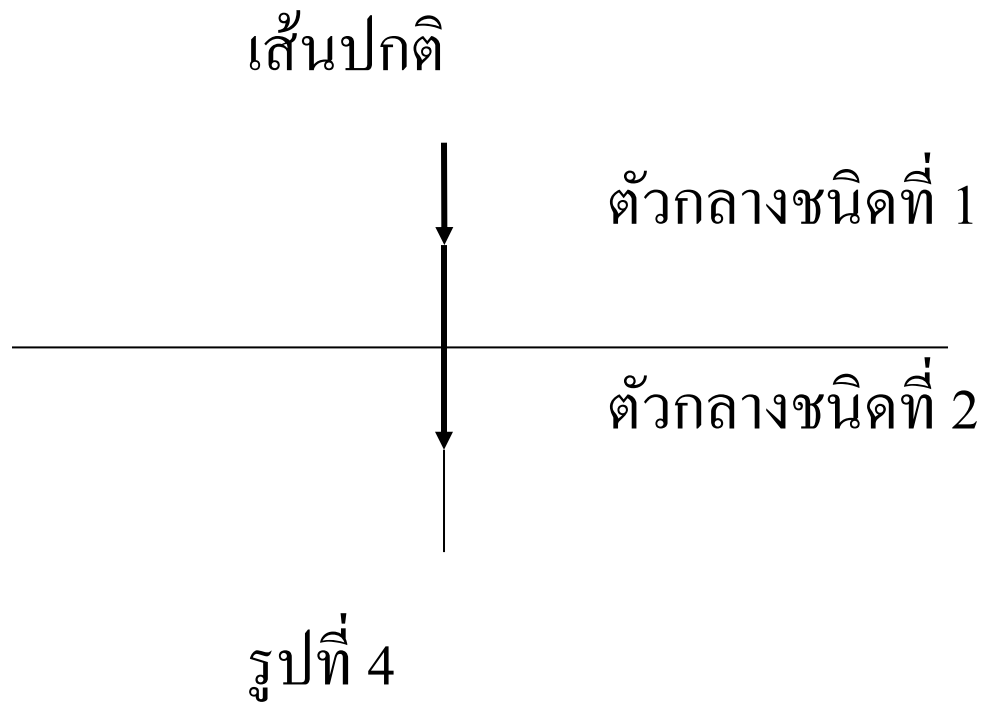
รูปที่ 1 ตัวกลางที่ 1 และ 2 เป็นตัวกลางชนิดเดียวกัน แสงไม่มีการหักเห



รูปที่ 2 แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่ 2 ที่มีความหนาแน่นมาก เช่น จากอากาศไปน้ำ รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ทำให้มุมตกกระทบโตกว่ามุมหักเห



รูปที่ 3 แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มีความหนาแน่นมาก ไปยังตัวกลางที่ 2 ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เช่น จากแท่งแก้วไปยังอากาศ รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ ทำให้มุมหักเห โตกว่ามุมตกกระทบ



รูปที่ 4 แสงเดินทางตกกระทบผิวรอยต่อในแนวตั้งฉากจะเดินทางเป็นเส้นตรงทำให้มองไม่เห็นการหักเหของแสง

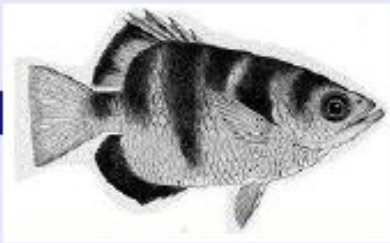
การเดินทางของลำแสงที่ **ผ่านตัวกลางชนิดเดียวกันตลอดจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง** แต่ถ้าลำแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันที่ **มีความหนาแน่นต่างกัน แสงจะเกิดการหักเห** ซึ่งเป็นไปตามกฎของการหักเห โดยมุมหักเหจะใหญ่หรือเล็กกว่ามุมตกกระทบบนขึ้นอยู่กัสมบัติอย่างหนึ่งของตัวกลาง ที่เรียกว่า **ดัชนีหักเห** ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดๆ ถ้าลำแสงตกกระทบบนอยู่ในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเห **น้อยกว่ามุมหักเหที่ได้จะเล็กกว่ามุมตกกระทบบ** ในทำนองเดียวกันถ้าลำแสงตกกระทบบนอยู่ในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่า **มุมหักเหที่ได้จะโตกว่ามุมตกกระทบบ** ดังตาราง

ตาราง 4.1 แสดงดัชนีหักเหและความเร็วของแสงในตัวกลางต่างๆ

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	ความเร็วแสง (m/s)
อากาศ	1.00	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.23×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8
เพชร	2.42	1.24×10^8

ข้อควรจำ ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหสูงจะมีความหนาแน่นมากกว่า แต่มีความเร็วแสงน้อยกว่าตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหต่ำ

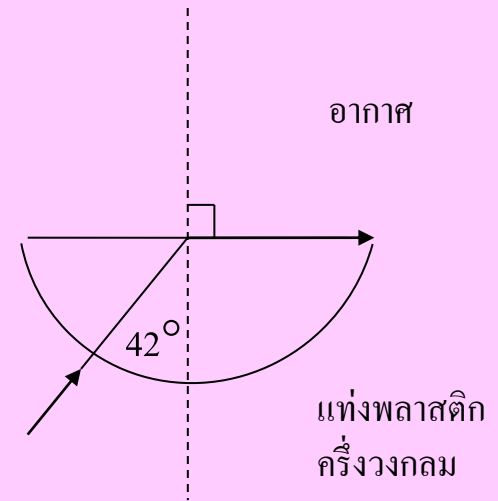
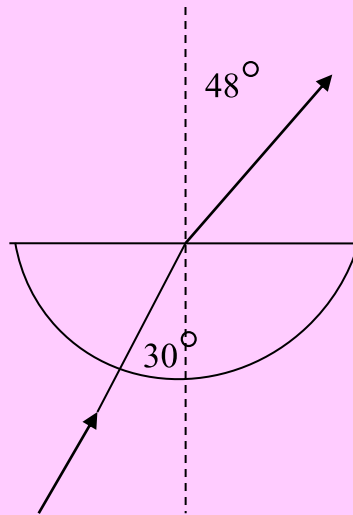
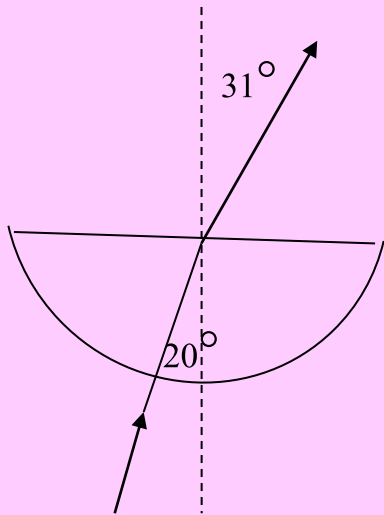
ปลาเสือพ่นน้ำ



ปลาเสือพ่นน้ำจะพ่นน้ำจากใต้ผิวหนังไปยังแมลงที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้ที่อยู่เหนือ
น้ำ การที่จะทำเช่นนั้นได้แสดงว่าปลาเสือจะต้องเข้าใจกฎของสเนลล์

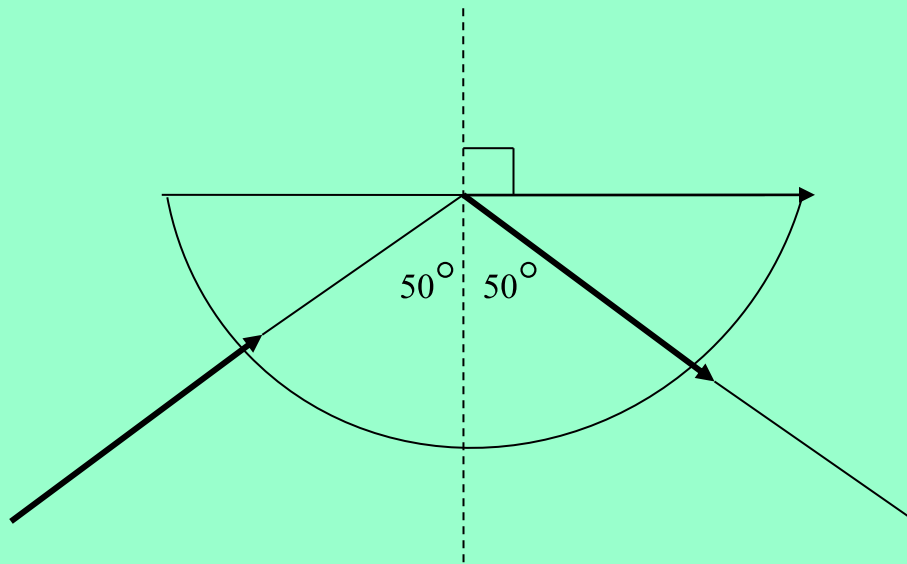
ถ้าปลาเสือมองเห็นแมลงอยู่ที่มุม 30° จากแนวเส้นปกติ (แนวตั้งฉากกับผิวหนัง)
ปลาเสือจะต้องพ่นน้ำด้วยมุมเท่าใดจึงจะสามารถยิงลูกแมลงตัวดังกล่าว

มุมวิกฤต คือ มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหทาง **90 องศา** เกิดขึ้นได้ เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า



จากรูป เมื่อแสงเดินทางจาก**แท่งพลาสติกครึ่งวงกลม**ไปยัง**อากาศ** เมื่อมุมตกกระทบทาง **42 องศา** จะทำให้มุมหักเหเท่ากับ **90 องศา** ดังนั้นมุมวิกฤตของแท่งพลาสติกจึงเท่ากับ **42 องศา**

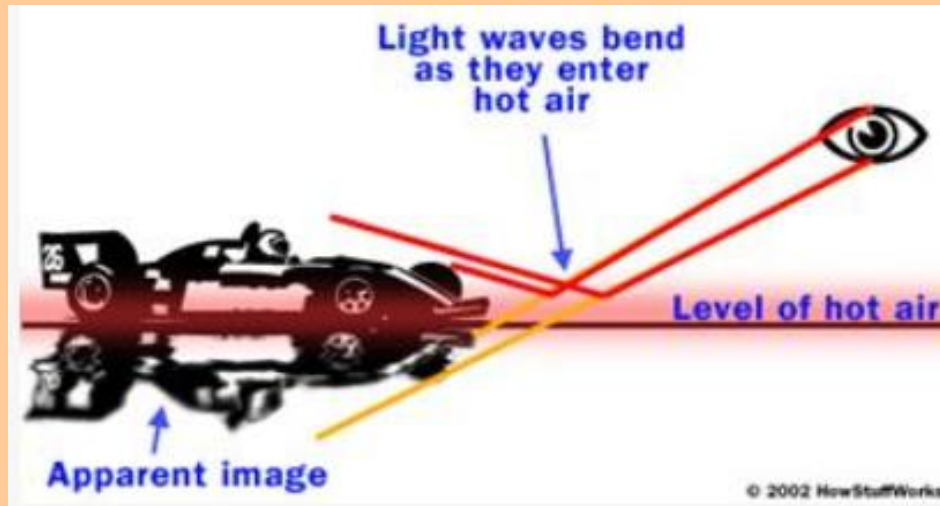
ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับหมดของแสง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายอย่าง เช่น รุ้งกินน้ำ หรือการเห็นภาพลวงตา เรียกว่า **มิราจ (mirage)** เป็นต้น



รูป แสดงการสะท้อนกลับหมดของแสง

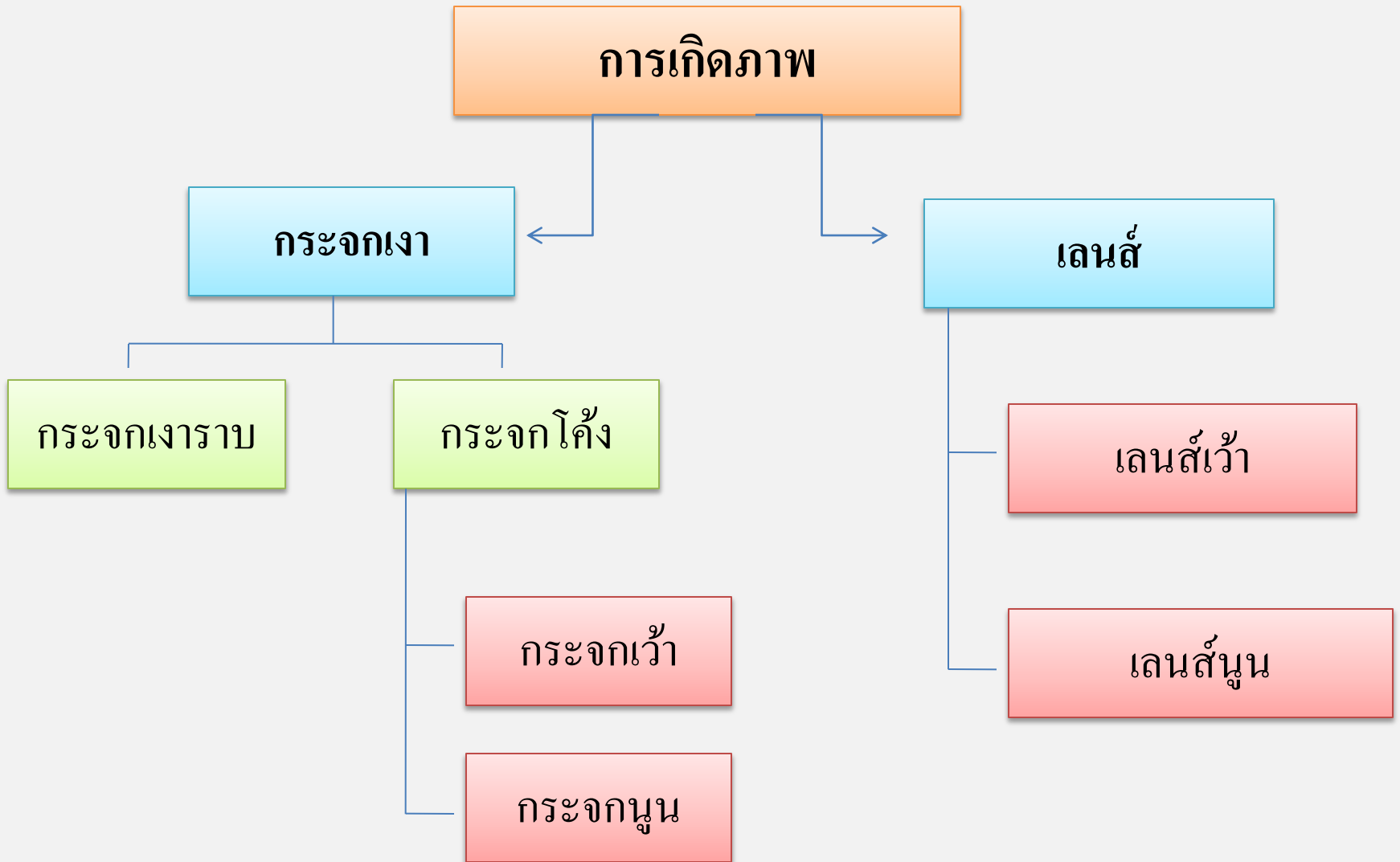


มิราจ (Mirage) เป็นปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตา ซึ่ง บางครั้งใน
วันที่อากาศร้อน เราอาจจะมองเห็นสิ่งที่เหมือนกับสระน้ำบนถนน ดังภาพ



ที่เป็นเช่นนั้น เพราะ ว่ามีแถบอากาศร้อนใกล้ถนนที่ร้อน และแถบ
อากาศที่เย็นกว่า (มีความหนาแน่นมากกว่า) อยู่ข้างบน รังสีของแสงจึงค่อยๆ
หักเหมากขึ้น เข้าสู่แนวระดับ จนในที่สุดมันจะมาถึงแถบอากาศร้อนใกล้พื้น
ถนนที่มุกกว้างกว่ามุกวิกฤต จึงเกิดการสะท้อนกลับหมดนั่นเอง ดังภาพ

2. การเกิดภาพจากกระจกเงาและเลนส์

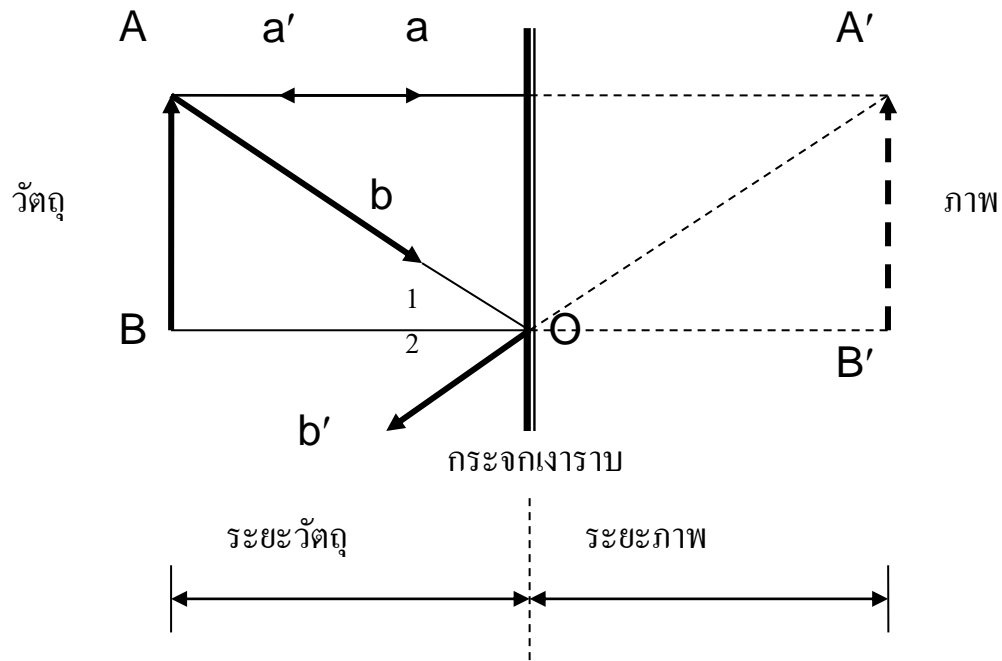


กระจกแบ่งออกเป็น**กระจกเงาระนาบและกระจกโค้ง** กระจก
โค้งมี 2 ชนิด คือ กระจกเว้าและกระจกนูน

1. กระจกเงาระนาบหรือกระจกเงาราบ

กระจกเงาชนิดนี้มีด้านหลังฉาบด้วยเงินหรือปรอทภาพที่เกิดขึ้น
ภาพเสมือน หัวตั้ง อยู่หลังกระจก มีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ และขนาด
ภาพเท่ากับขนาดวัตถุ ภาพที่ได้จะกลับจากขวาเป็นซ้าย เรียกว่า
“**ปรัศวภาควิโลม (Lateral Inversion)**”





จากรูป อธิบายหลักการเรื่อง **การเดินทางของแสงเพื่อหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบ 1 บาน** ได้ดังนี้

ลากเส้น**รังสีตกกระทบ 2 เส้น** จากวัตถุ AB โดย**เส้นหนึ่ง**ลากตั้งฉากกับกระจก (a) เมื่อตกกระทบกระจก แสงจะสะท้อนกลับแนวเดิม (a') ส่วน**รังสีอีกเส้นหนึ่ง**นั้นให้ลากเอียงทำมุมกับกระจกและตกกระทบกระจก (b) แล้วสะท้อนออกมา (b') โดย**มุมตกกระทบ (1) เท่ากับมุมสะท้อน (2)** รังสีสะท้อนทั้งสองนี้ไปตัดกันที่ใด ตำแหน่งนั้น คือ **ตำแหน่งภาพ (A'B')**

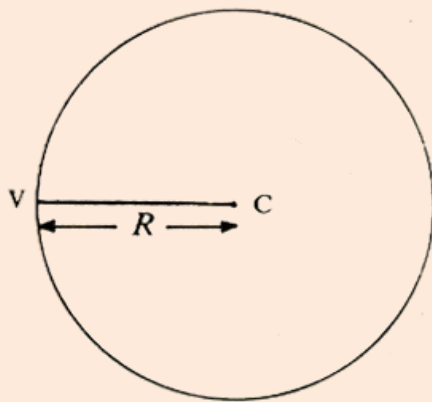
2. กระจกโค้งเว้าและกระจกโค้งนูน

กระจกเงาผิวโค้งทรงกลม

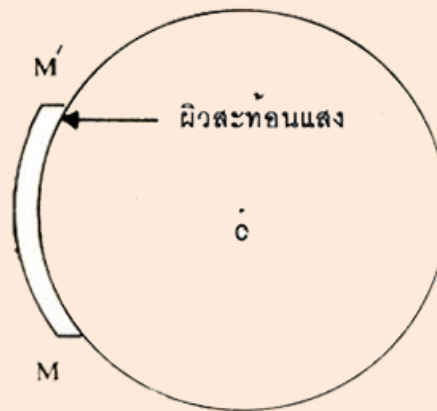
กระจกเงาผิวโค้งทรงกลม มีอยู่ 2 ชนิด คือ กระจกเว้าและกระจกนูน

1. กระจกเว้า คือ กระจกที่ใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง หรือกระจกเงาที่รังสีตกกระทบและรังสีสะท้อนอยู่ด้านเดียวกับจุดศูนย์กลางความโค้ง

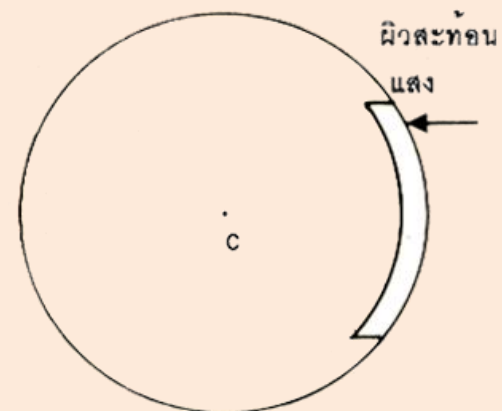
2. กระจกนูน คือ กระจกที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง และรังสีสะท้อนอยู่คนละด้านกับจุดศูนย์กลางความโค้ง



ผิวโค้งทรงกลม



ก. ผิวโค้งเว้า



ข. ผิวโค้งนูน

ผิวกระจกเงาโค้งใช้สะท้อนแสง

การเกิดภาพจากกระจกโค้งเว้า โค้งนูน

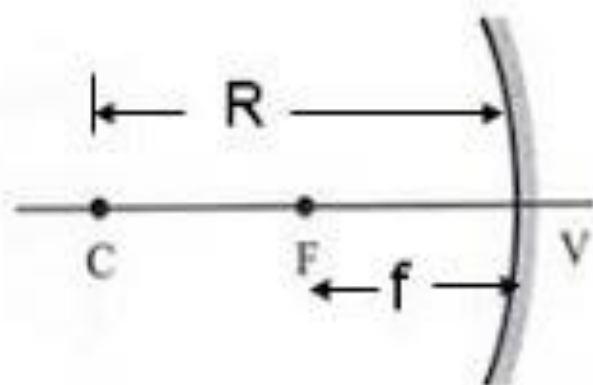
ภาพ (image) เกิดจากการตัดกันหรือเสมือนตัดกันของรังสีของแสงที่สะท้อนมาจากกระจกหรือหักเหผ่านเลนส์ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ภาพจริง เกิดจากรังสีของแสงตัดกันจริง เกิดด้านหน้ากระจกหรือด้านหลังเลนส์ ต้องมีฉากมารับจึงจะมองเห็นภาพ ลักษณะภาพหัวกลับกับวัตถุ มีทั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เท่ากับวัตถุ และเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งขนาดภาพจะสัมพันธ์กับระยะวัตถุ เช่น ภาพที่ปรากฏบนจอภาพยนตร์ เป็นต้น

2. ภาพเสมือน เกิดจากรังสีของแสงเสมือนตัดกัน ทำให้เกิดภาพด้านหลังกระจกหรือด้านหน้าเลนส์ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากรับภาพ ภาพมีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุ เช่น ภาพเกิดจากแว่นขยาย เป็นต้น



ส่วนประกอบของกระจกโค้ง



(ก) กระจกเว้า



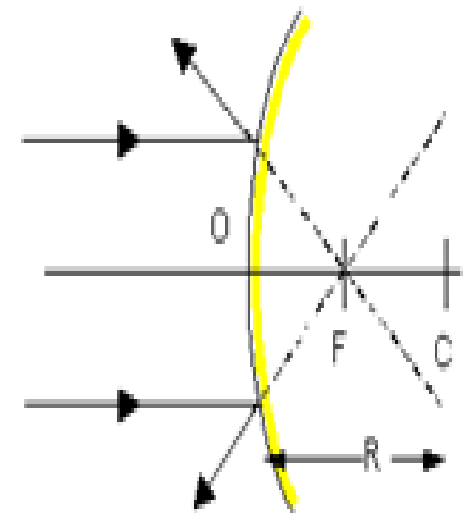
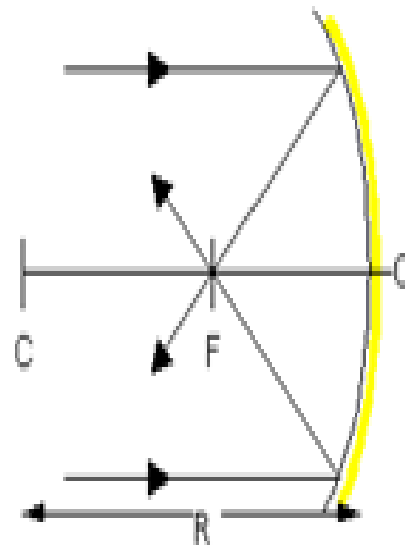
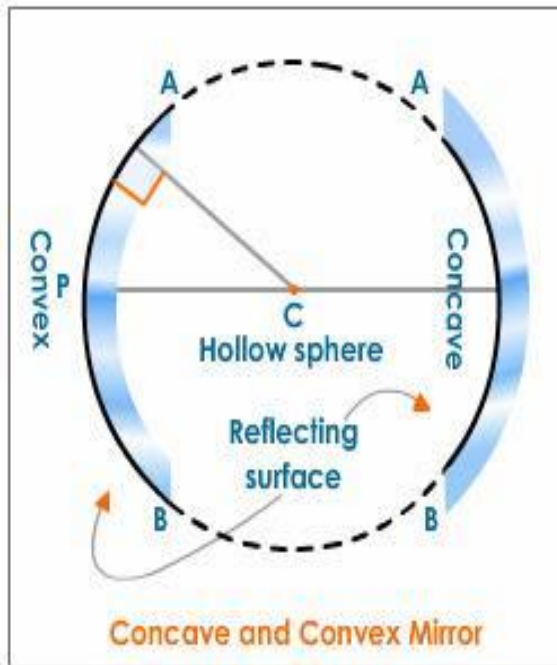
(ข) กระจกนูน

C = จุดศูนย์กลาง

F = จุดโฟกัส

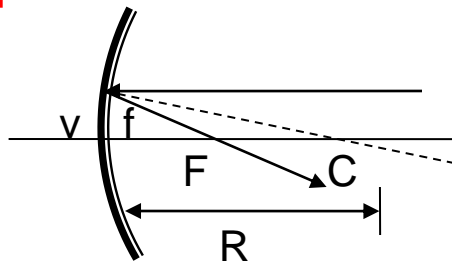
R = รัศมีความโค้ง

f = ความยาวโฟกัส



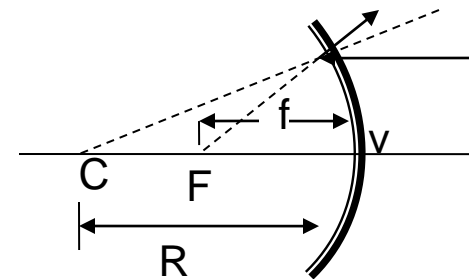
กระจกเว้าและกระจกนูน

กระจกเว้าและกระจกนูนเป็นกระจกโค้งที่ใช้กันทั่วไปมีรูปทรงเป็นส่วนหนึ่งของผิวทรงกลม กระจกเว้าจะใช้ด้านเว้ารับแสง ส่วนกระจกนูนจะใช้ด้านนูนรับแสง ด้านที่ไม่ได้ใช้จะฉาบผิวด้วยปรอท



กระจกเว้า

เส้นแกนमुखสำคัญ



กระจกนูน

จากรูป กระจกเว้าและกระจกนูนมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

V คือ ขั้วกระจก เป็นจุดกึ่งกลางของผิวกระจก

C คือ จุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก

R คือ รัศมีความโค้งของกระจก

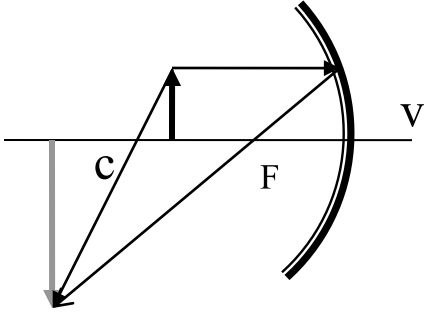
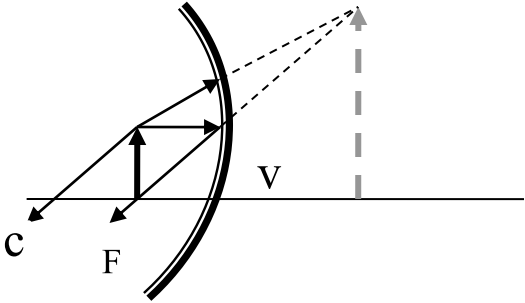
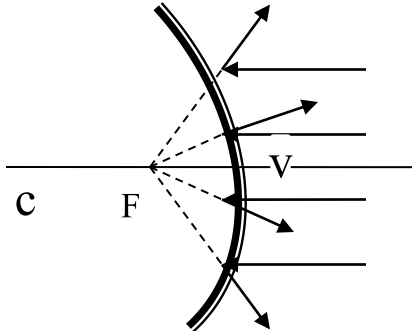
F คือ จุดโฟกัส เป็นจุดที่อยู่บนเส้นแกนमुखสำคัญ ถ้ารังสีตกกระทบกระจก รังสีสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดนี้ สำหรับกระจกเว้า หรือเสมือนรวมกันสำหรับกระจกนูน

VF คือ ความโฟกัส (f) เป็นระยะจากจุดโฟกัสถึงขั้วกระจก โดยที่ความยาวโฟกัสจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของรัศมีความโค้ง หรือ $R = 2f$

VC คือ เส้นแกนमुखสำคัญ

ตารางแสดงชนิด ขนาด และตำแหน่งของภาพที่เกิดจากกระจกเว้าและกระจกนูน

ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
กระจกเว้า 1. วัตถุอยู่ไกล มาก	จริง	เป็นจุด	หน้ากระจกที่จุด โฟกัส	
2. เกินระยะ C	จริง	เล็กกว่า วัตถุ	หน้ากระจกระหว่าง F กับ C	
3. อยู่ที่ศูนย์กลาง ความโค้ง(C)	จริงหัว กลับ	เท่าวัตถุ	หน้ากระจกที่จุด C	

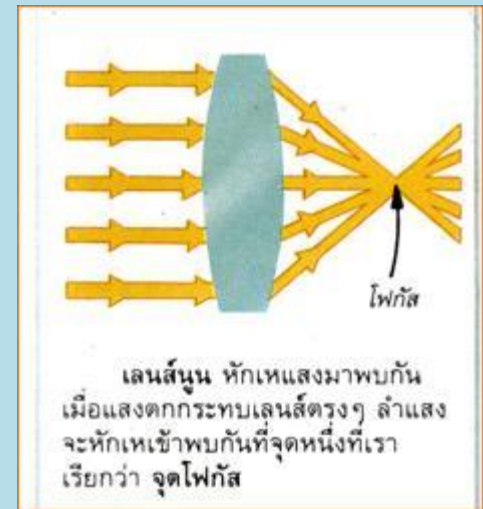
ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
4. อยู่ระหว่าง F กับ C	จริงหัวกลับ	ใหญ่กว่า วัตถุ	หน้ากระจกเลยจุด C ออกไป	
5. อยู่ระหว่างขั้ว กระจก (v) และ F	เสมือนหัว ตั้ง	ใหญ่กว่า วัตถุ	หลังกระจกคนละด้าน กับวัตถุ	
กระจกนูน 1. วัตถุอยู่ไกล มาก	เสมือน	เป็นจุด	หลังกระจกที่จุดโฟกัส	

ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
2. ทุกระยะ	เสมือนหัว ตั้ง	เล็กกว่า วัตถุ	หลังกระจกอยู่ระหว่าง ขั้วกระจก (v) กับจุด โฟกัส (F)	

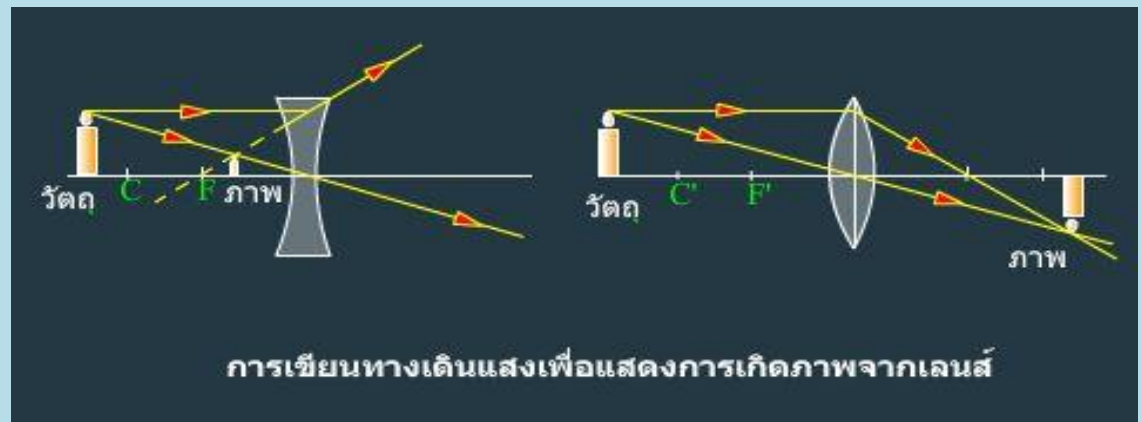
การเกิดภาพจากเลนส์

เลนส์ คือ วัตถุโปร่งใสซึ่งมีผิวโค้ง ทำจากแก้ว พลาสติก หรือของแข็งที่ใสเหมือนแก้ว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. **เลนส์นูนหรือเลนส์ตีบแสง** มีสมบัติในการรวมแสง



2. **เลนส์เว้าหรือเลนส์อ่างแสง** มีสมบัติกระจายแสง



ประเภทของเลนส์

เลนส์นูน

- มีลักษณะตรงขอบเลนส์บางกว่าตรงกลางเลนส์
- มีผิวด้านโค้งนูนรับแสง
- มีหน้าที่รวมแสง
- ให้ภาพได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน
- ประโยชน์ใช้ทำแว่นตาสำหรับคนสายตาวาว ใช้ทำแว่นขยาย เป็นส่วนประกอบของกล้องถ่ายรูปและกล้องส่องทางไกล



เลนส์นูน
2 ด้าน



เลนส์นูน
แกมระนาบ



เลนส์นูน
แกมเว้า

เลนส์เว้า

- มีลักษณะตรงกลางเลนส์บางกว่าตรงขอบของเลนส์
- มีผิวด้านโค้งเว้ารับแสง
- มีหน้าที่กระจายแสง
- ให้ภาพเสมือนเท่านั้น
- ประโยชน์ใช้สำหรับทำแว่นตาสำหรับคนสายตาสั้น



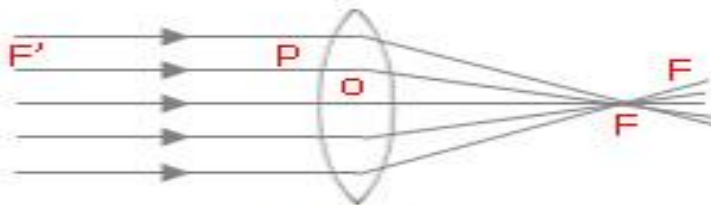
เลนส์เว้า
2 ด้าน



เลนส์เว้า
แกมระนาบ

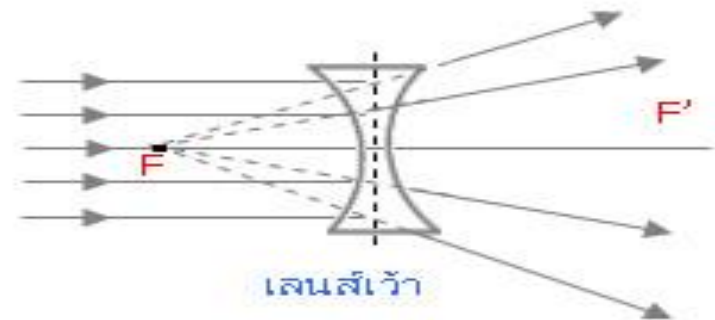


เลนส์เว้า
แกมนูน



เลนส์นูน

รูปแสดงเลนส์นูนรวมแสง

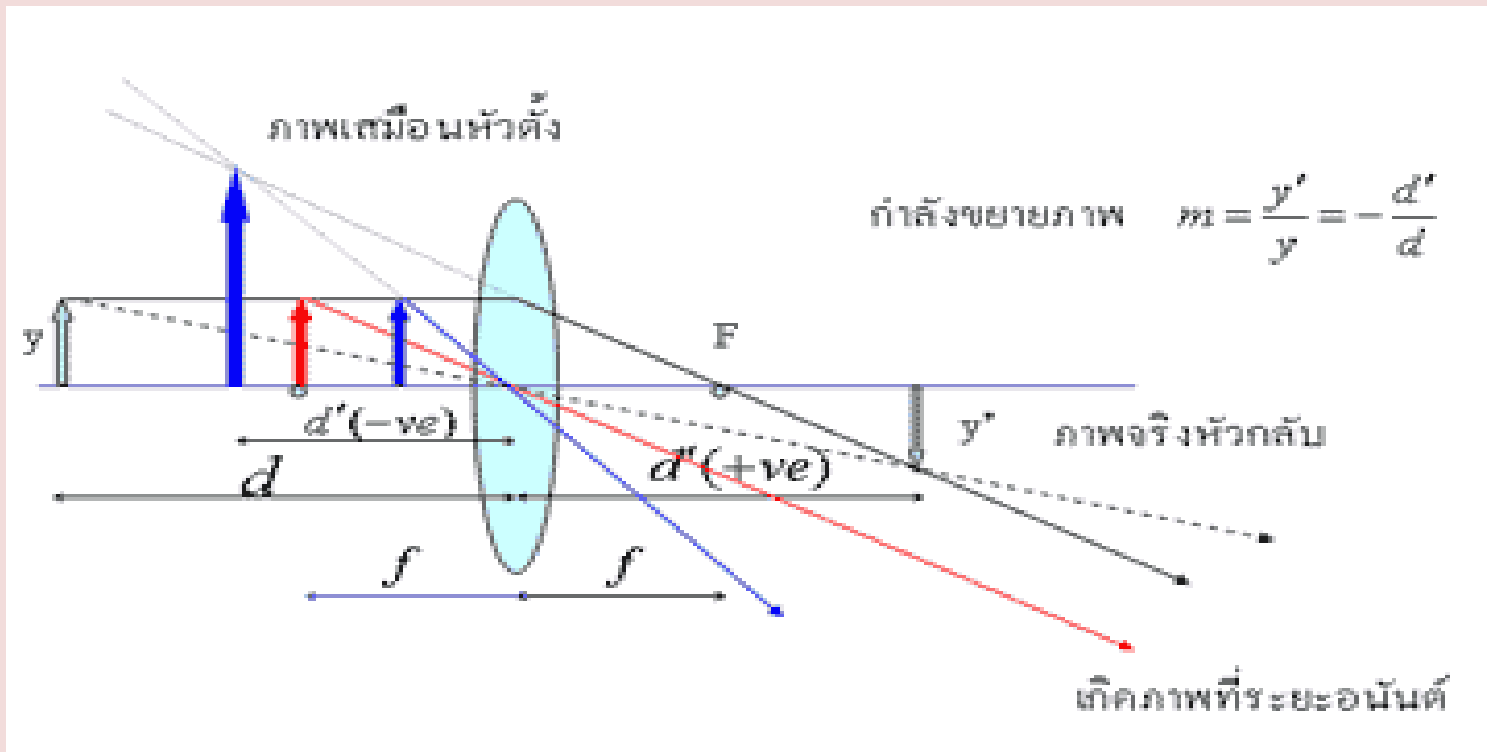


เลนส์เว้า

รูปแสดงเลนส์เว้ากระจายแสง

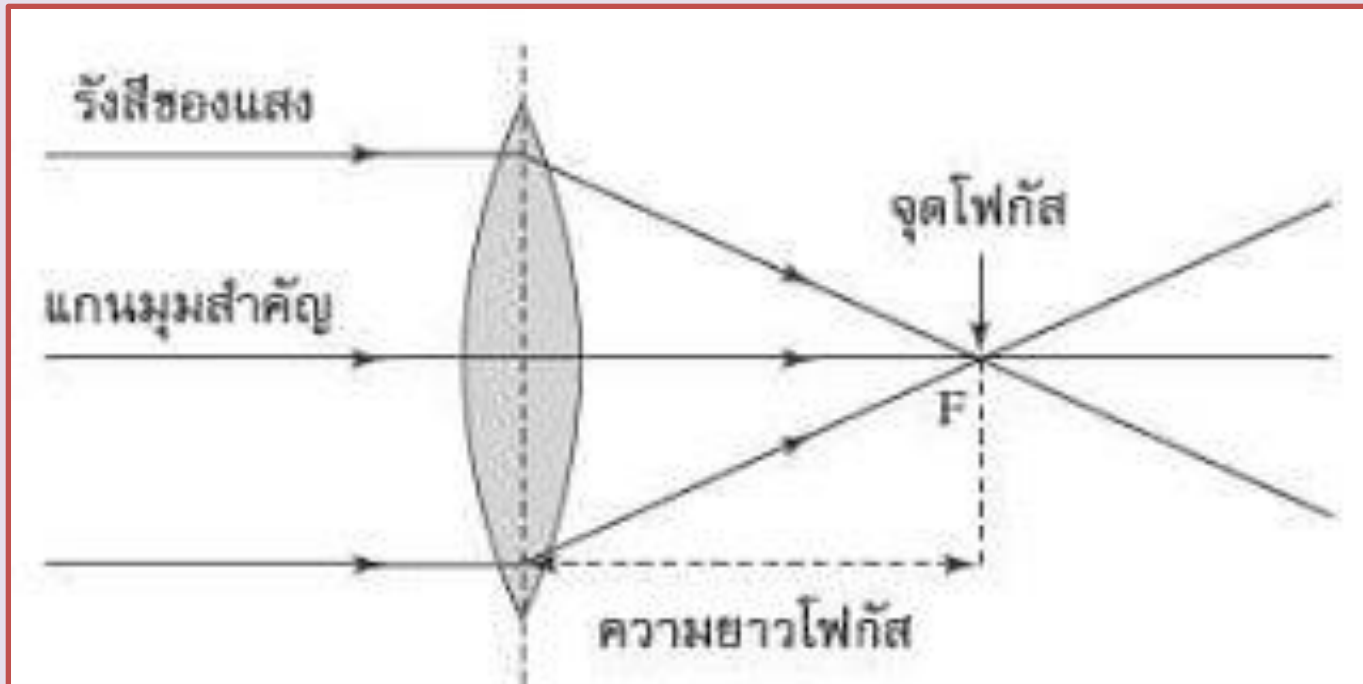
วิธีการเขียนทางเดินของแสงผ่านเลนส์

ลากเส้นแนวรังสีจากวัตถุขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญแล้ว**หักเหผ่านที่จุดโฟกัส** เส้นที่ 2 เขียนแนวรังสีผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่ต้องหักเห รังสีทั้ง 2 เส้นไปตัดที่ใด แสดงว่าตำแหน่งนั้นคือ **ตำแหน่งภาพ**



รูป แสดงทางเดินของแสงผ่านเลนส์ (ที่มา : www.google.com)

องค์ประกอบในการเกิดภาพของเลนส์นูน



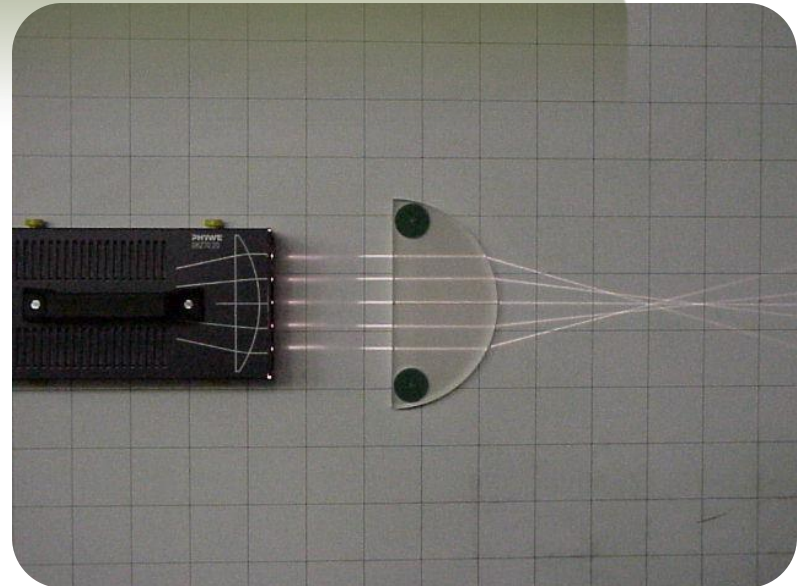
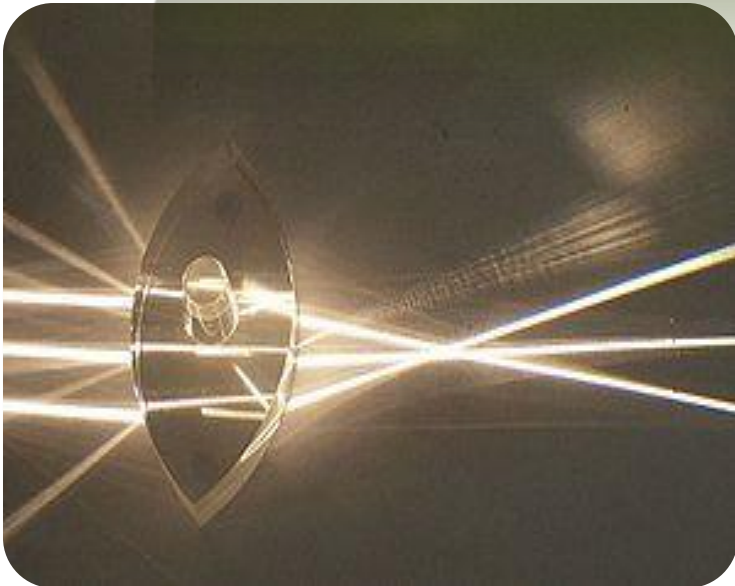
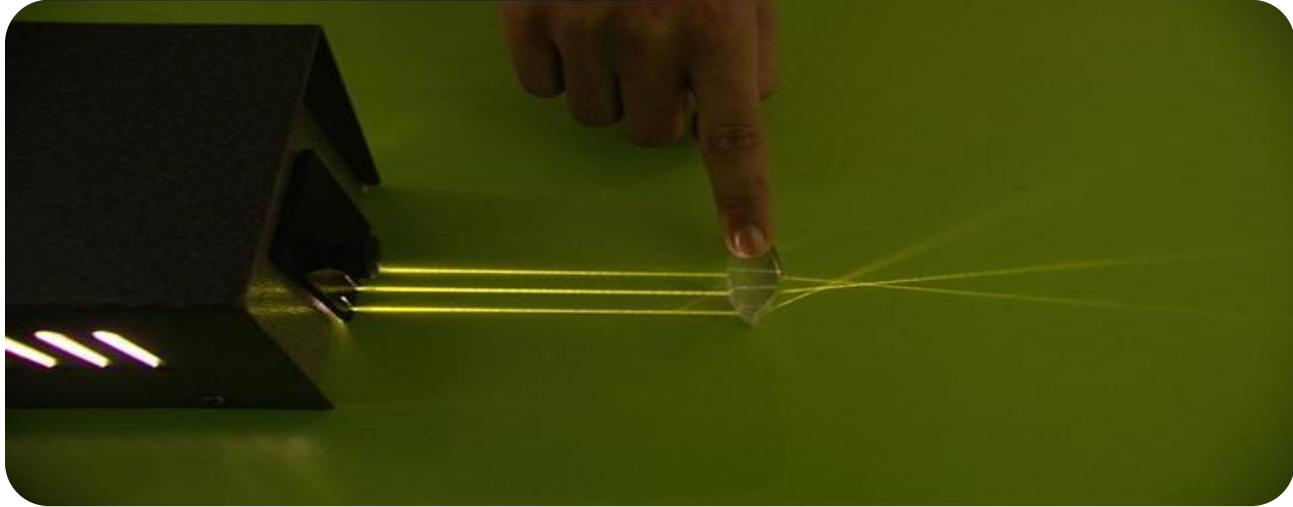
รูป 13.1 แสดงการรวมแสงของเลนส์นูน

ความยาวโฟกัส คือ ระยะจากจุดโฟกัสถึงจุดกึ่งกลางเลนส์

ระยะวัตถุ คือ ระยะจากวัตถุถึงจุดกึ่งกลางเลนส์

ระยะภาพ คือ ระยะจากภาพถึงจุดกึ่งกลางเลนส์

เลนส์นูน

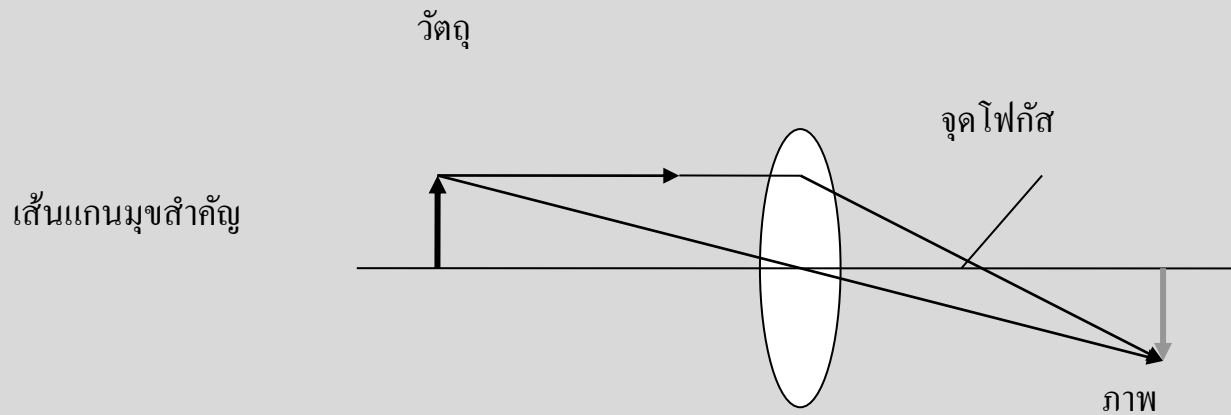


วิธีเขียนทางเดินของแสงผ่านเลนส์ เพื่อแสดงตำแหน่งและลักษณะของภาพ **เราใช้รังสี 2 เส้น** ดังนี้ คือ **เส้นแรก**เขียนแนวรังสีจากวัตถุขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญแล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์ **เส้นที่ 2** เขียนแนวรังสีจากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์โดยไม่หักเห รังสีทั้ง 2 เส้น ไปตัดกันที่ใด แสดงว่าตำแหน่งนั้นคือ ตำแหน่งภาพ

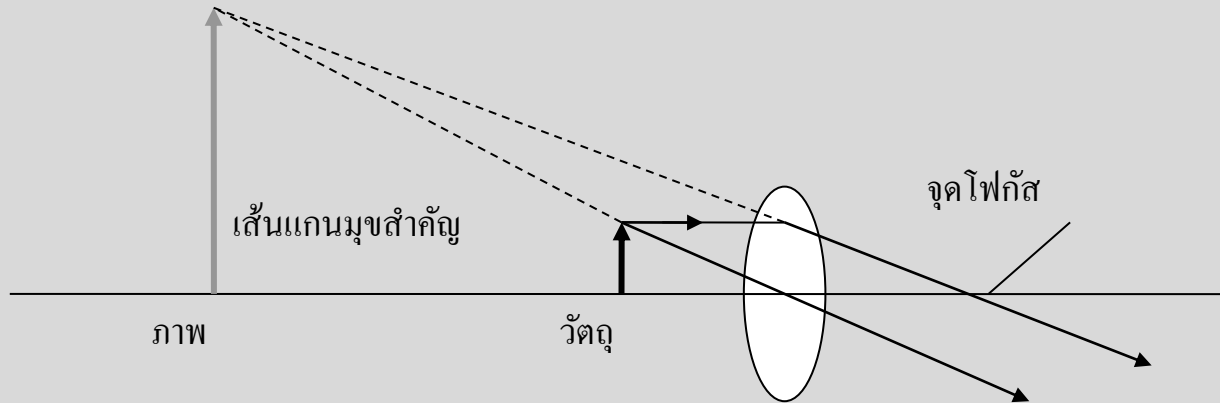
ภาพจริง เป็นภาพที่เอามาจับได้และเกิดหลังเลนส์ ภาพที่เกิดจะมีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ มีทั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเท่ากับวัตถุ และขนาดเล็กกว่าวัตถุ ขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ **ภาพจริงเกิดจากเลนส์นูน**

ภาพเสมือน เป็นภาพที่เอามาจับไม่ได้ เกิดหน้าเลนส์ ภาพที่เกิดมีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุ ภาพเสมือนที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุจะเกิดจากเลนส์นูน ส่วนภาพเสมือนที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุจะเกิดจากเลนส์เว้า

(ก)



(ข)



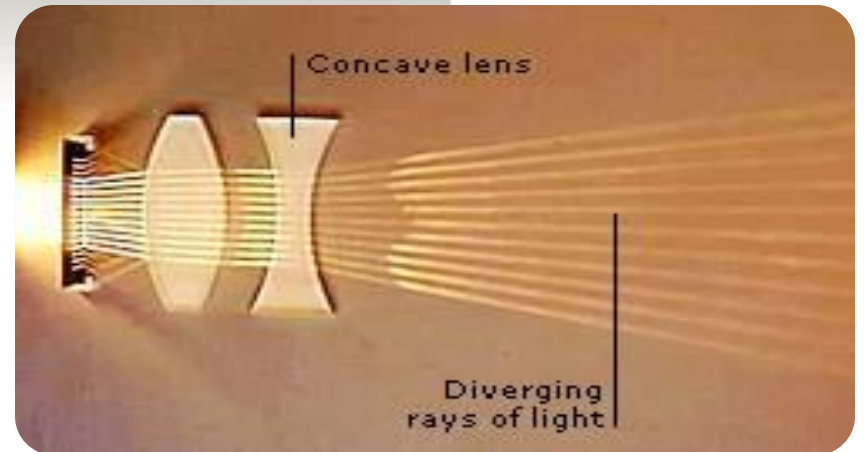
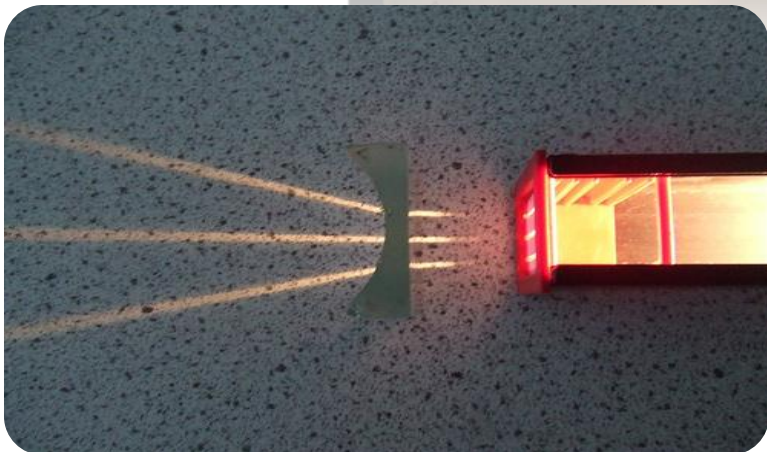
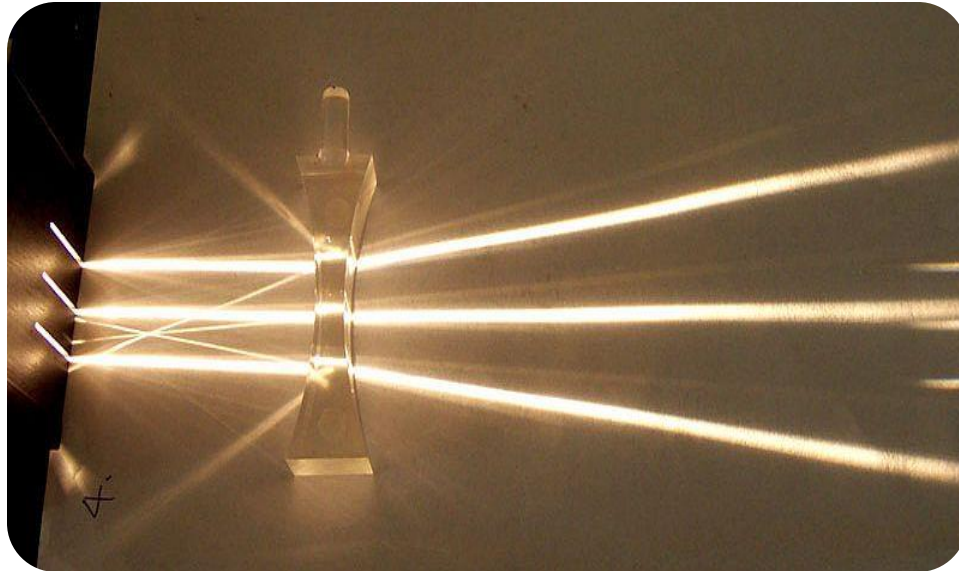
รูป 13.2 แสดงการหาตำแหน่งและลักษณะภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

เส้นแกนमुखสำคัญ คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ (O)

รังสีของแสง คือ แนวทิศทางของแสงที่เข้ามายังเลนส์

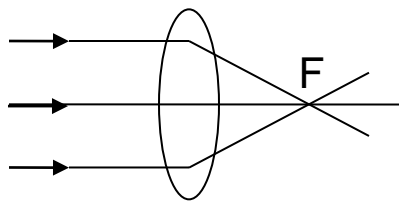
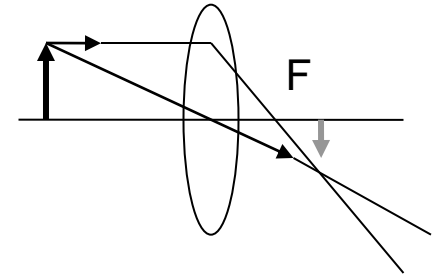
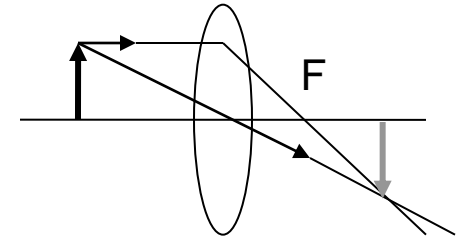
จุดโฟกัส คือ จุดตัดร่วมของรังสีของแสงที่เมื่อผ่านเลนส์แล้วจะมีการหักเหไปตัดกัน ถ้าตัดกันจริง จะเกิดภาพจริง (รูป ก) ถ้าไม่ตัดกันจริงต้องต่อแนวรังสีให้เสมือนไปตัดกันหน้าเลนส์ จะเกิดภาพเสมือน (รูป ข)

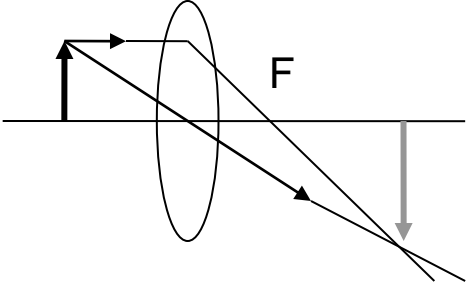
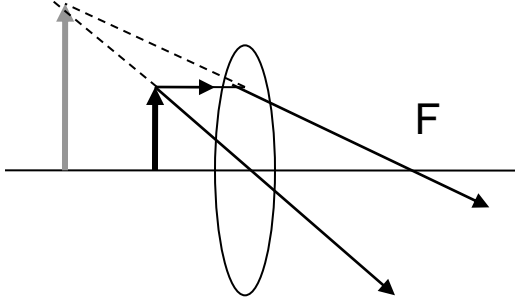
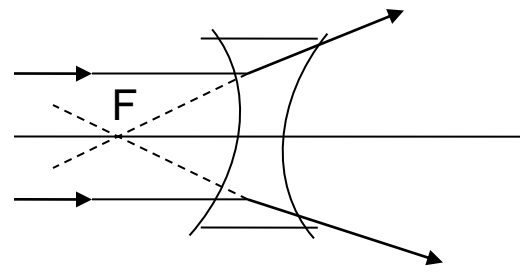
เลนส์เว้า



rays of light
Diverging

ตารางที่ 13.1 แสดงชนิด ขนาด และตำแหน่งของภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง (AB = ขนาดวัตถุ, CD = ขนาดภาพ)
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
เลนส์นูน 1. วัตถุอยู่ไกลมาก	จริง	เป็นจุด	อยู่หลังเลนส์ที่จุดโฟกัส (F)	
2. เกินระยะ $2f$	จริง หัวกลับ	เล็กกว่าวัตถุ	อยู่หลังเลนส์ ระหว่าง f กับ $2f$	
3. ที่ระยะ $2f$	จริง หัวกลับ	เท่าวัตถุ	อยู่หลังเลนส์ระยะภาพเท่ากับ	

ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง (AB = ขนาดวัตถุ, CD = ขนาดภาพ)
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
4. ระหว่าง f กับ	จริง หัวกลับ	ใหญ่กว่า วัตถุ	อยู่หลังเลนส์ระยะภาพ เกินระยะ	
5. น้อยกว่า f (ระหว่าง F กับ เลนส์)	เสมือนหัว ตั้ง	ใหญ่กว่า วัตถุ	อยู่หน้าเลนส์ระยะภาพ เกินระยะวัตถุ	
เลนส์เว้า 1. วัตถุอยู่ไกล มาก	เสมือน	เป็นจุด	อยู่หน้าเลนส์ที่จุด F	

ตำแหน่งวัตถุ (หน้ากระจก)	ภาพ			รูปทางเดินแสง ($AB =$ ขนาดวัตถุ, $CD =$ ขนาดภาพ)
	ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพ	
2. ทุกระยะ	เสมือนหัว ตั้ง	เล็กกว่า วัตถุ	อยู่หน้าเลนส์ระหว่าง จุด F กับเลนส์	

การคำนวณหาตำแหน่งภาพและขนาดของภาพจากกระจกโค้ง

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

สูตร
$$R = 2f$$

เมื่อ f คือ ความยาวโฟกัส

s คือ ระยะวัตถุ

s' คือ ระยะภาพ

ค่าของ f, s, s' มีเครื่องหมายดังนี้

f คือ ความยาวโฟกัส f ของกระจกเว้าเป็น + ของกระจกนูนเป็น -

f คือ ความยาวโฟกัส f ของเลนส์นูนเป็น + ของเลนส์เว้าเป็น -

s คือ ระยะวัตถุเป็น + เสมอ

s' คือ ระยะภาพ s' ของภาพจริงเป็น + s' ของภาพเสมือนเป็น -

ลองทำ

1. วัตถุหน้ากระจกเว้าบานหนึ่งเป็นระยะ 5 cm เกิดภาพเสมือนหลังกระจกห่างจากกระจก 10 cm จงหาความยาวโฟกัสของกระจก
2. วัตถุอยู่หน้ากระจกนูนที่มีความยาวโฟกัส 20 cm เป็นระยะห่าง 15 cm จงหาชนิดและที่อยู่ของภาพ

การหาค่ากำลังขยายของกระจกโค้ง

สูตรที่ใช้

$$m = \frac{I}{O} = \frac{S'}{S} = \frac{f}{S - f} = \frac{S' - f}{f}$$

กำหนดให้

- m คือ กำลังขยายของกระจกโค้ง
- I คือ ขนาดของภาพ (ความสูงของภาพ)
- O คือ ขนาดของวัตถุ (ความสูงของวัตถุ)

โดยจะแทนเครื่องหมาย + และ - เป็นสัญลักษณ์แทนชนิดของกระจกโค้งและลักษณะของภาพ โดยมีข้อกำหนดว่า

เมื่อ เครื่องหมายหน้า f เป็น + หมายถึง กระจกเว้า

เครื่องหมายหน้า f เป็น - หมายถึง กระจกนูน

เครื่องหมายหน้า s', m และ I เป็น + หมายถึง ภาพจริง

เครื่องหมายหน้า s', m และ I เป็น - หมายถึง ภาพเสมือน

ส่วน s และ O ใช้เป็น + เสมอ

ตัวอย่าง วางวัตถุหน้ากระจกซึ่งมีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร โดยวางวัตถุห่างจากขั้วกระจก 15 เซนติเมตร จงหา

ก. ชนิดและตำแหน่งของภาพ

ข. กำลังขยายของกระจก

วิธีคิด ก. ชนิดและตำแหน่งของภาพ

จากสูตร

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

เมื่อ

$$f = 20 \text{ cm}, s = 15 \text{ cm}$$

แทนค่า

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{15} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{3 - 4}{60}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-1}{60}$$

$$s' = -60 \text{ cm}$$

ตอบ เป็น - แสดงว่าเกิดภาพเสมือน ห่างจากขั้วกระจก 60 เซนติเมตร

ข. กำลังขยายของกระจก

จากสูตร $m = \frac{S'}{S}$

เมื่อ $S' = -60$ cm, $S = 15$ cm

แทนค่า

$$m = \frac{-60}{15}$$
$$= -4$$

ตอบ กระจกเว้ามีกำลังขยาย 4 เท่า

แบบฝึกหัดคำนวณกระจก

1. วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาที่มีความยาวโฟกัส 10 cm ทำให้เกิดภาพหลังกระจกห่างจากกระจก 15 cm จงหาว่าวัตถุห่างจากกระจกเท่าใด และภาพมีขนาดขยายกี่เท่า
2. แดงอยากเห็นภาพหน้าของตนเองซึ่งอยู่ห่างจากกระจก 5 นิ้ว ขยายขึ้นเป็น 2 เท่า จะต้องใช้กระจกชนิดใด มีความยาวโฟกัสกี่ซมมีความโค้งเท่าใด
3. วางเทียนไขหน้ากระจกเงาที่มีความยาวโฟกัส 20 cm เกิดภาพเสมือนมีขนาดเป็น 2 เท่าของวัตถุภาพที่เกิดขึ้นอยู่ห่างจากขั้วกระจกเท่าใด

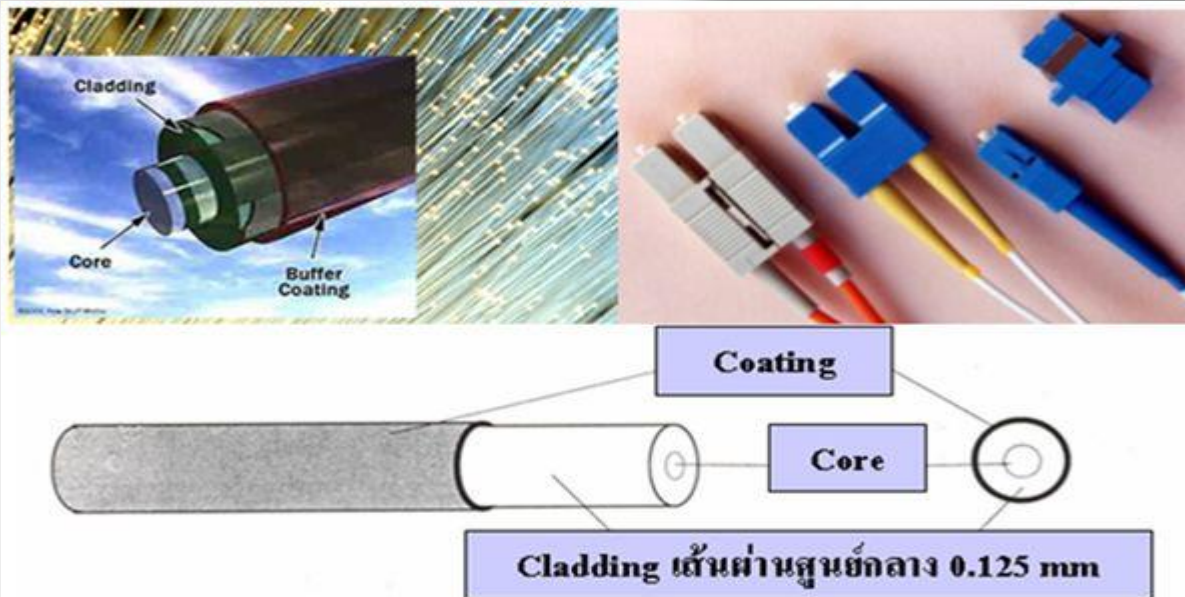
แบบฝึกหัดคำนวณเลนส์

1. วางวัตถุห่างจากเลนส์นูน 20 cm ถ้าเลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 15 cm จะเกิดภาพชนิดใด ที่ตำแหน่งใด
2. วางวัตถุห่างจากเลนส์เว้า 24 cm ตำแหน่งภาพอยู่ที่ใด ถ้าเลนส์เว้ามีความยาวโฟกัส 12 cm
3. ถ้าต้องการเห็นภาพหน้าเลนส์เว้า โดยภาพมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของวัตถุ จะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์เว้าเท่าใด ถ้าภาพอยู่ห่างจากเลนส์ 15 cm
4. ถ้าต้องการเห็นภาพจากวัตถุหน้าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 10 cm เป็นภาพหัวตั้งโตเป็น 2 เท่าของวัตถุ จงหาระยะวัตถุ
5. ถ้าต้องการเห็นภาพวัตถุที่เกิดจากเลนส์นูน เป็นภาพหัวตั้งด้านเดียวกับวัตถุ และห่างจากเลนส์ 25 cm โตกว่าวัตถุ 2 เท่า เลนส์มีความยาวโฟกัสเท่าใด

แบบฝึกหัดการคำนวณ

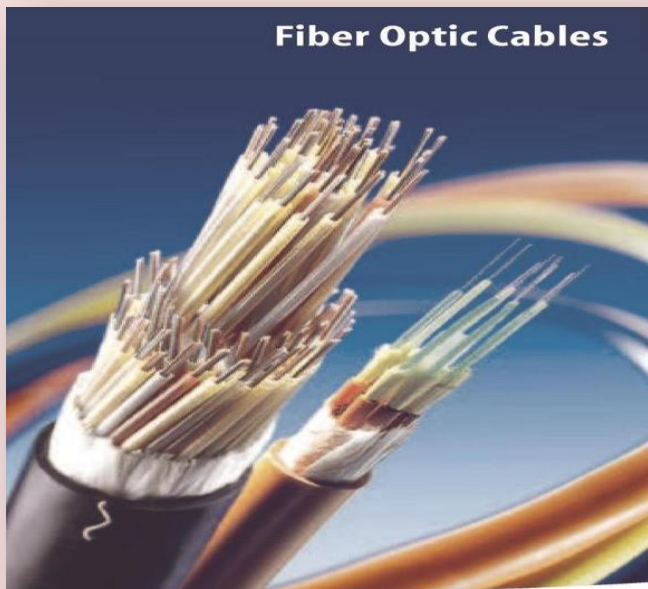
1. วัตถุสูง 3 cm วางไว้หน้าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 10cm เป็นระยะ 15 cm จงหาตำแหน่ง ลักษณะและขนาดของภาพที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพประกอบ
2. กระจกเว้าและเลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 10 และ 20 cm. ตามลำดับ วางห่างกัน 25 ซม. วัตถุวางอยู่หน้าเลนส์นูน 30 cm จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพสุดท้าย

3. ทัศนอุปกรณ์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับแสง



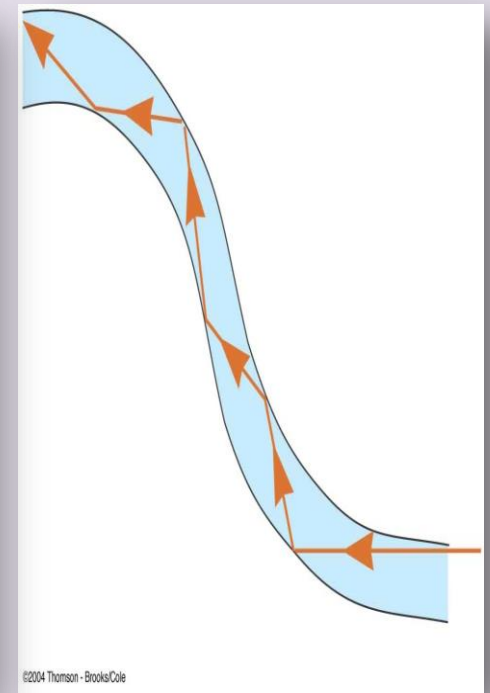
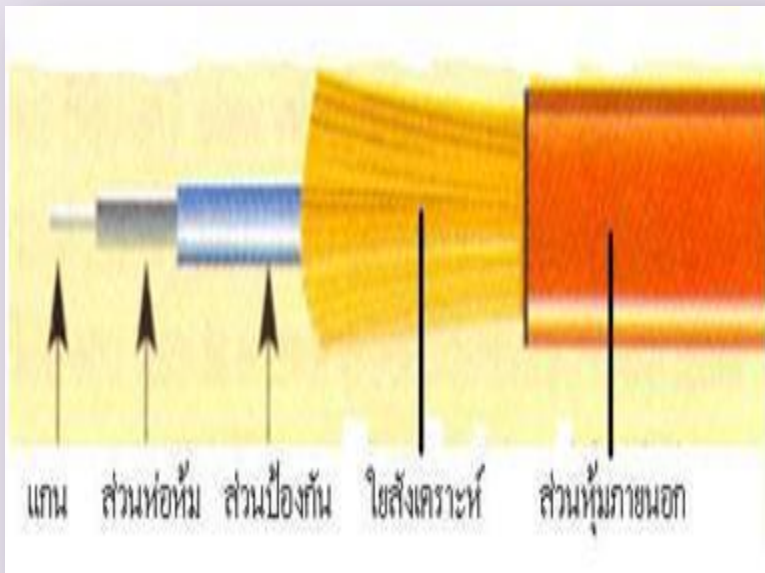
เส้นใยแก้วนำแสง

เส้นใยนำแสง (optical fiber) ทำจากแก้วหรือพลาสติก เป็นตัวกลางให้แสงผ่านจากปลายเส้นใยข้างหนึ่งไปสู่อีกข้างหนึ่งได้โดยทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมดขึ้นภายในเส้นใย เส้นใยนำแสงบางเส้นมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมถึง 10 เท่า ในการนำมาใช้ประโยชน์นั้นต้องนำเส้นใยนำแสงมาจัดรวมกันเป็นมัดฉายแสงหรือมัดสร้างภาพ เป็นต้น



เส้นใยนำแสงที่นำมาใช้ประโยชน์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท

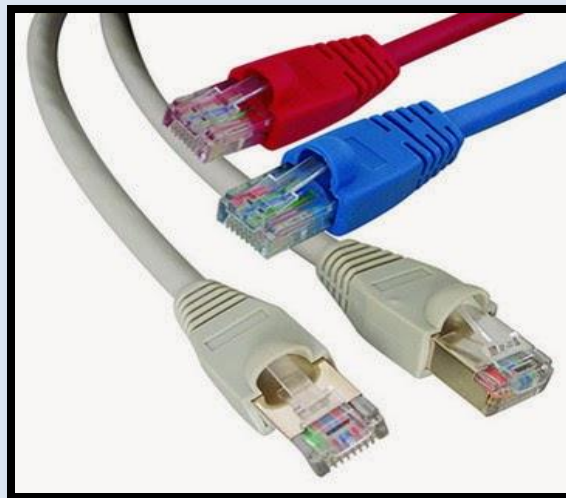
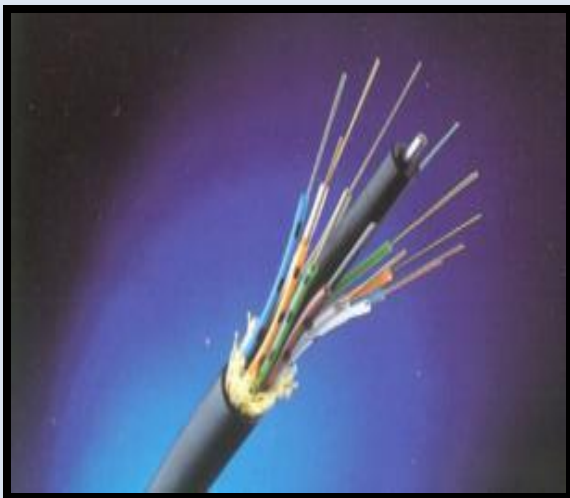
1. **เส้นใยนำแสงแบบทางเดียว** เป็นแบบที่บางที่สุด สามารถส่งสัญญาณแสงในรูปคลื่นเดียวไปได้ไกลถึง 190 กิโลเมตร โดยไม่ต้องเพิ่มกำลัง
2. **เส้นใยนำแสงแบบหลายทาง** ส่งสัญญาณแสงในรูปคลื่นต่างๆ ได้หลายแบบมากกว่า 1000 รูปคลื่น แต่มีการสูญเสียแสงในระหว่างส่งสัญญาณ ต้องเสริมความแรงสัญญาณทุกๆ ระยะ 16 กิโลเมตร



การนำเส้นใยแก้วนำแสงมาใช้ประโยชน์

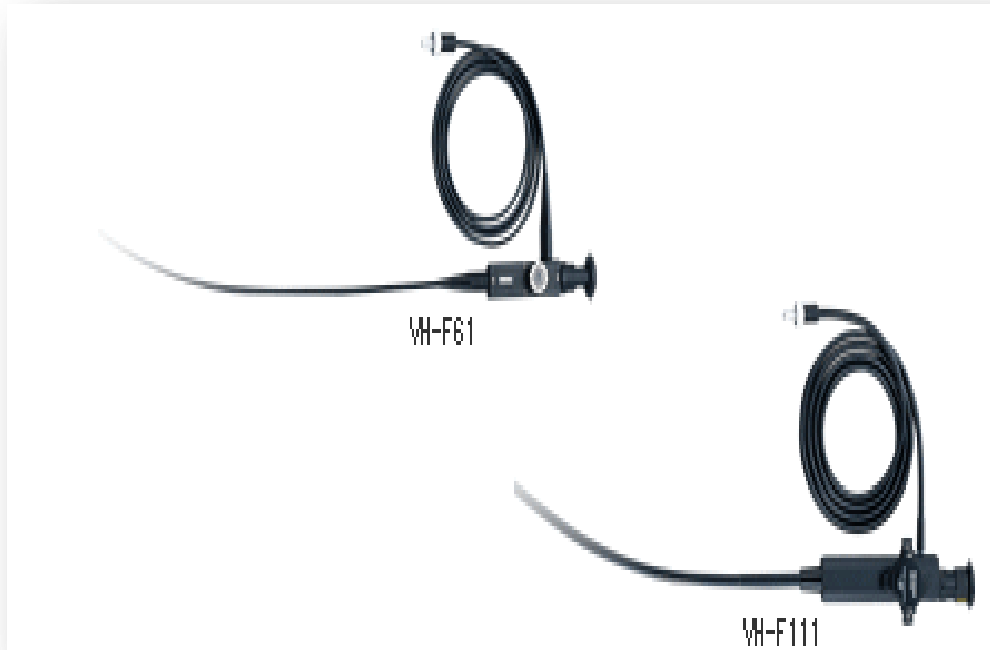
1. ทางด้านการสื่อสาร

- ก. **ด้านโทรศัพท์** มีการนำเส้นใยแก้วนำแสงมาใช้แทนเคเบิลทองแดงในระบบโทรศัพท์การพูดคุยทางโทรศัพท์จะถูกส่งไปตามเส้นใยแก้วนำแสง ทำให้ผู้คนสามารถพูดคุยโทรศัพท์ผ่านทางเส้นใยแก้วนำแสงเส้นเดียวกันในเวลาเดียวกันได้
- ข. **ด้านคอมพิวเตอร์** เส้นใยนำแสงสามารถนำมาใช้ในการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆได้
- ค. **ด้านโทรทัศน์** เส้นใยแสงสามารถส่งสัญญาณโทรทัศน์มากกว่า 10 ช่อง



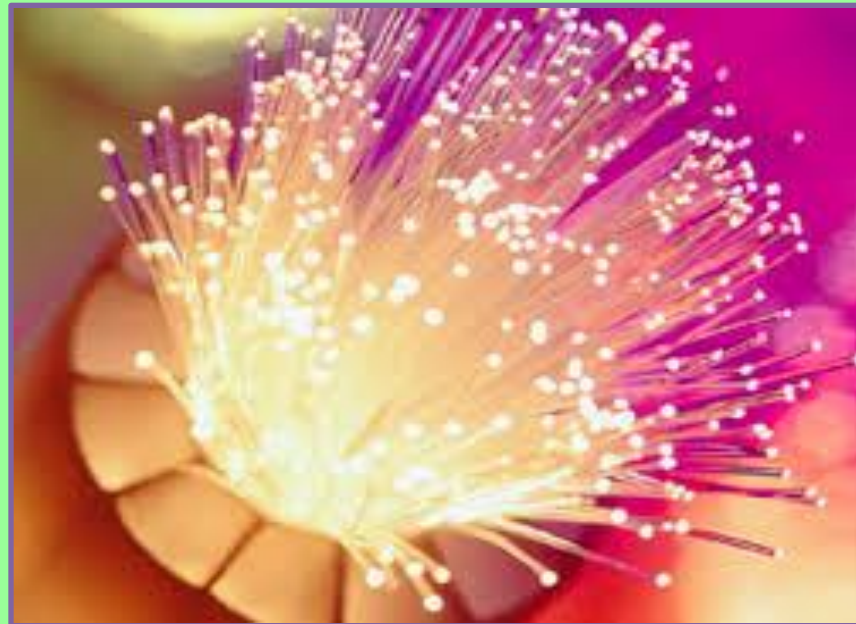
2. ทางด้านการแพทย์

แพทย์ได้ใช้ไฟเบอร์สโคปหรือเอนโดสโคป ซึ่งประกอบด้วยมัดเส้นใยนำแสง 2 มัด มาช่วยตรวจอวัยวะภายใน เช่น ใช้ตรวจดูภายในกระเพาะอาหาร โดยแพทย์จะสอดมัดเส้นใยนำแสงด้านขวามือลงในกระเพาะอาหารของคนไข้ขณะที่ให้แสงเข้ามัดเส้นใยนำแสงด้านซ้ายมือผ่านกลุ่มเส้นใยนำแสงรอบนอกของมัดแรก เมื่อแสงตกกระทบที่ผนังกระเพาะอาหารบริเวณที่ต้องการตรวจ แสงจะสะท้อนกลับออกมาทางกลุ่มเส้นใยนำแสงด้านในทำให้แพทย์มองเห็นภาพของบริเวณที่ตรวจได้ ซึ่งภาพที่มองเห็นเกิดจากเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นนำแสงสะท้อนจากบริเวณเล็กๆ เมื่อรวมกันทั้งกลุ่มจึงเกิดเป็นภาพขึ้นได้ กลุ่มเส้นใยนำแสงนี้จึงเปรียบเสมือนตาประกอบของแมลงนั่นเอง และเมื่อต่ออุปกรณ์นี้เข้ากับกล้องถ่ายรูป ก็จะทำให้สามารถถ่ายภาพบริเวณที่ตรวจได้



ข้อดีของเส้นใยนำแสง

- เส้นใยนำแสงมีข้อดีกว่าสายเคเบิลทองแดง เนื่องจากมีขนาดเล็กกว่า ราคาถูกกว่า
- ส่งสัญญาณได้มากกว่า ไม่มีปัญหาพุดข้ามสายกันระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์ และไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นอื่นๆ

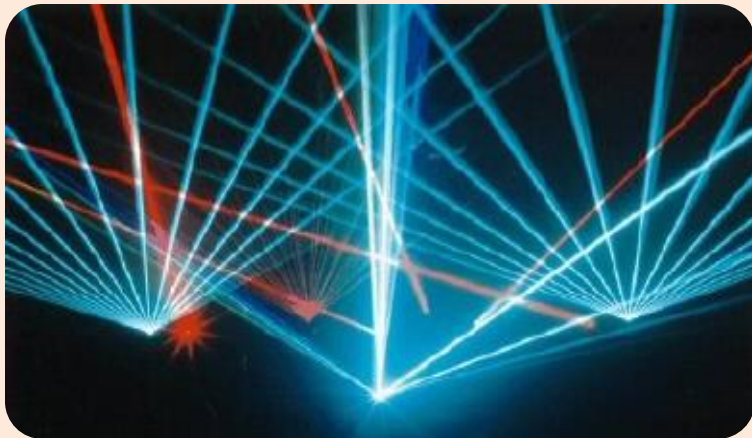


แสงเลเซอร์ (LASER)

แสงปกติไม่ว่าเกิดจากไฟฟ้า **เปลวเพลิง** หรือแสงจากดวงอาทิตย์ จะประกอบด้วยสีต่างๆ หลายสีที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงไปในทุกทิศทาง

กำเนิดแสงเลเซอร์

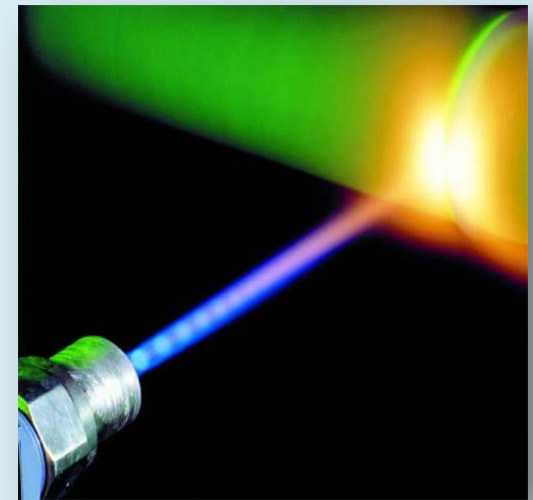
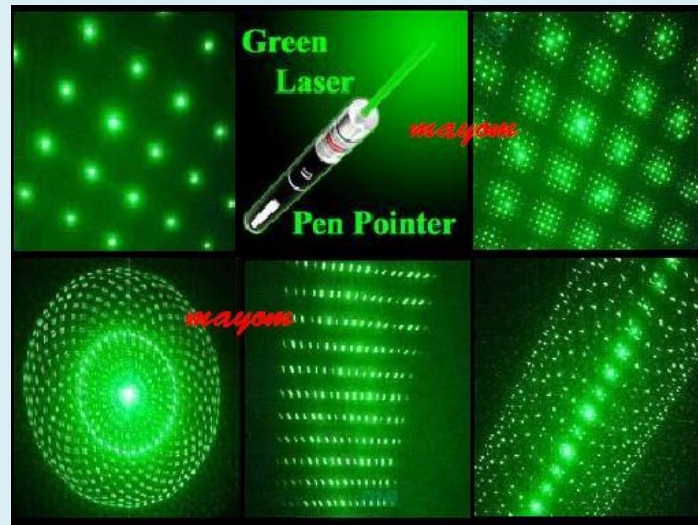
แสงเลเซอร์ ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นเพียงขนาดเดียว จึงมีสีบริสุทธิ์เพียงสีเดียว และเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดแสงในลักษณะที่ได้รับการจัดระเบียบให้พร้อมกันเป็นลำแสงแคบ ๆ รูปแบบของแสงเช่นนี้ เรียกว่า **อาพันธ์(coherent)**



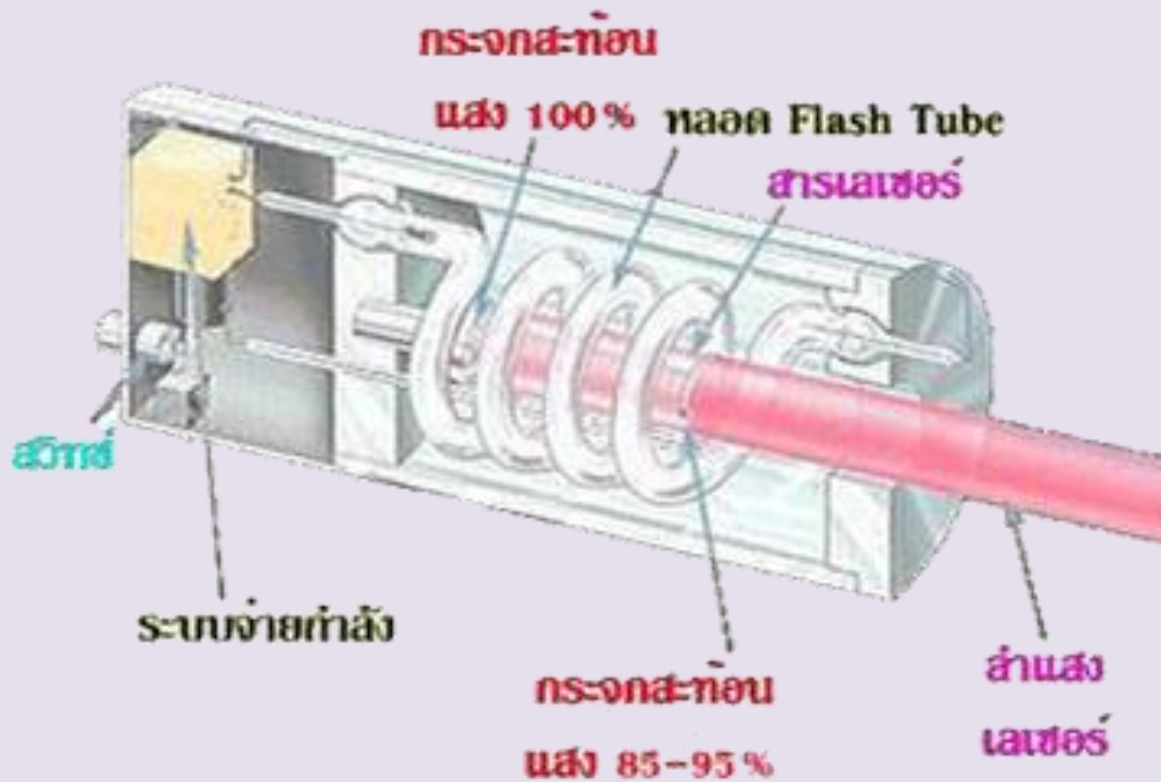
นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบแสงเลเซอร์เป็นคนแรกเป็นชาวอเมริกันชื่อ ที.เอช. มายแมน เมื่อ พ.ศ. 2503

ลำแสงเลเซอร์มีสมบัติต่างจากแสงอื่นอยู่ 3 ประการคือ

1. แสงเลเซอร์มีพลังงานมหาศาล จึงใช้ตัดวัตถุที่มีความแข็งมากๆ ได้ และสามารถควบคุมพลังงานให้มีมากน้อยตามต้องการ
2. ลำแสงมีขนาดเล็ก วิ่งเป็นเส้นตรง ไม่กระจายเป็นมุมกว้างเหมือนแสงชนิดอื่น
3. แสงสีเดียว มีความยาวคลื่นขนาดเดียว ซึ่งแสงชนิดอื่นมีหลายสี มีความยาวคลื่นหลายขนาดผสมกันอยู่

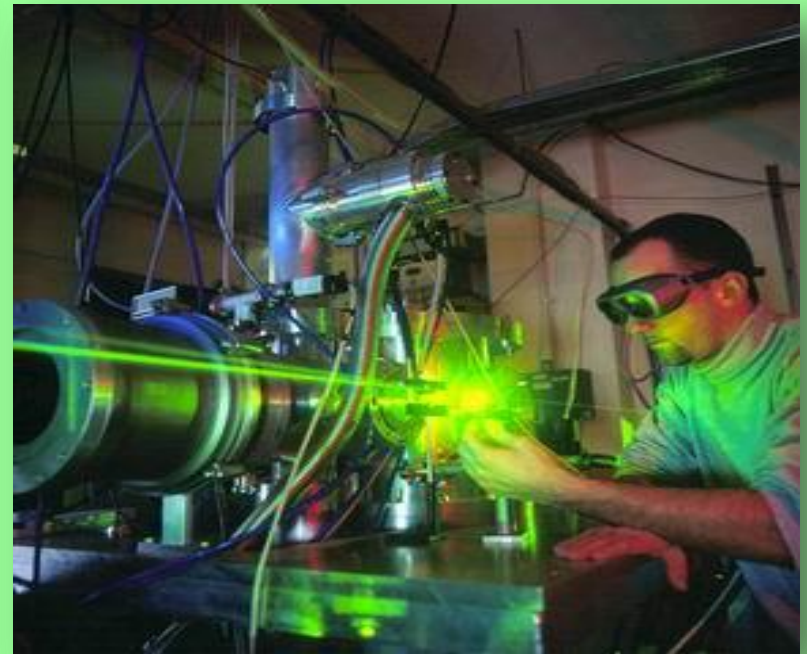
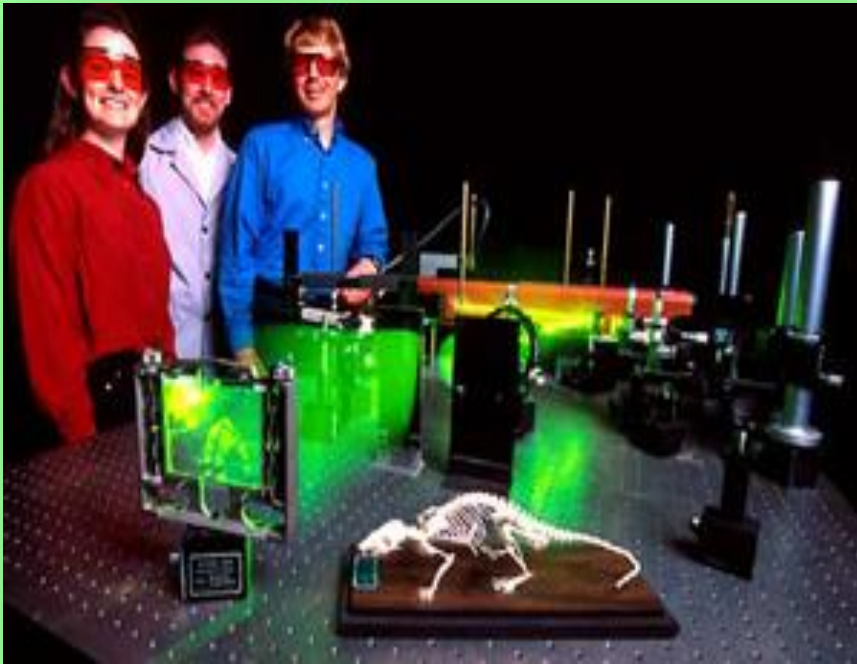


แสงเลเซอร์ที่มายาแมนประดิษฐ์ขึ้นในครั้งแรกนั้น ใช้แท่งทับทิมเป็นต้นกำเนิดแสง จึงเรียกว่า **เลเซอร์ทับทิม** ปัจจุบันมีการผลิตแสงเลเซอร์ออกมามากมายขึ้นอยู่กับสิ่งที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง มีตั้งแต่เป็นของแข็ง เช่น ทับทิม ของเหลว เช่น คลอโรอะลูมิเนียม ส่วนแก๊ส เช่น ฮีเลียม นีออน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น



ประโยชน์ของแสงเลเซอร์

1. **ด้านอุตสาหกรรม** ใช้ในการเชื่อมโลหะเข้าด้วยกัน ความร้อนจากเลเซอร์ช่วยละลายโลหะให้ผสมกัน เจาะโลหะ เจาะเพชร เชื่อมวงจร ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ตัดแผ่นโลหะ
2. **ด้านการถ่ายภาพ** ใช้ในการถ่ายภาพ 3 มิติ และเป็นแหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต



3. **ด้านการแพทย์** ผ่าตัดสมอง เย็บผิวหนัง เชื่อมหลอดเลือด จี้ไฟหรือปาน การใช้เลเซอร์ ผ่าตัด ทำให้เซลล์ที่อยู่รอบๆบริเวณผ่าตัดไม่กระทบกระเทือนมาก คืนสภาพเดิมได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาฟื้นฟูอยู่ในโรงพยาบาล

4. **ด้านการสื่อสารและบันเทิง** มีการใช้เลเซอร์เป็นตัวนำสำหรับการสื่อสารทางโทรศัพท์ ใยแสง และโทรทัศน์เลเซอร์ ทำให้ได้ภาพโทรทัศน์ที่ใหญ่บนผนัง การทำงานของ เครื่องเล่นแผ่นซีดีโดยใช้เลเซอร์ การแสดงแสงเลเซอร์ในงานแสดงดนตรีต่างๆ



ทัศนูปกรณ์

ทัศนูปกรณ์ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยและขยายขอบเขตประสาทสัมผัสทางตา โดยมีเลนส์และกระจกเป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยให้การมองเห็นวัตถุชัดเจนยิ่งขึ้น ได้แก่ **แว่นขยาย กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ กล้องส่องตาหรือกล้องส่งทางไกล** ฯลฯ

1. แว่นขยาย เป็นเลนส์นูน 2 หน้า ใช้ส่องมองดูสิ่งเล็กๆ ให้ขยายใหญ่และมองเห็นชัดเจนขึ้น การใช้แว่นขยายต้องวางวัตถุให้มีระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ จะได้ **ภาพเสมือนหัวตั้ง** ขนาดขยาย อยู่ข้างเดียวกับวัตถุ อยู่ห่างจากนัยน์ตาประมาณ 25 เซนติเมตร



กล้องโทรทรรศน์

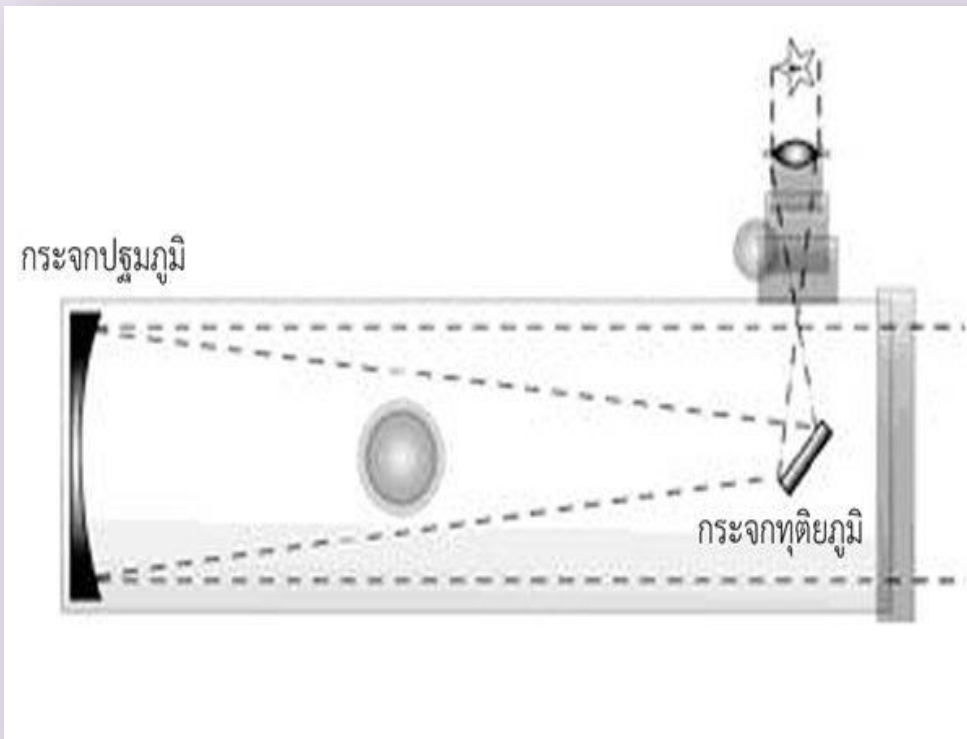
เป็นเครื่องมือที่ใช้ส่องดูวัตถุในท้องฟ้าซึ่งมองดูด้วยตาเปล่าไม่ชัด ให้ได้ภาพขยายใหญ่ และเห็นชัดเจน มี 2 ประเภท คือ

1. กล้องโทรทรรศน์ประเภทหักเหแสง ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน เลนส์ที่ใช้สำหรับมองดูเรียกว่า **“เลนส์ใกล้ตา”** ส่วนเลนส์ที่ใช้รับแสงจากวัตถุเรียกว่า **“เลนส์ใกล้วัตถุ”** เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้ตา

หลักการทำงาน แสงจากวัตถุในท้องฟ้าซึ่งอยู่ไกลมากเมื่อผ่านเลนส์ใกล้วัตถุจะหักเห **ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ** หลังเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งภาพนี้จะทำหน้าที่เป็นวัตถุเสมือนให้กับเลนส์ใกล้ตาแล้ว **ทำให้เกิดภาพเสมือนหัวกลับ** กับวัตถุที่ดู ขนาดขยาย อยู่ห่างจากเลนส์ใกล้ตา ประมาณ 25 เซนติเมตร



2. กล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสง กล้องโทรทรรศน์ประเภทนี้จะใช้กระจก
เว้ารับแสงจากวัตถุแล้วสะท้อนไปยังกระจกเงา กระจกเงารอบจะสะท้อนต่อไปยังเลนส์
นูนซึ่งทำหน้าที่ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น



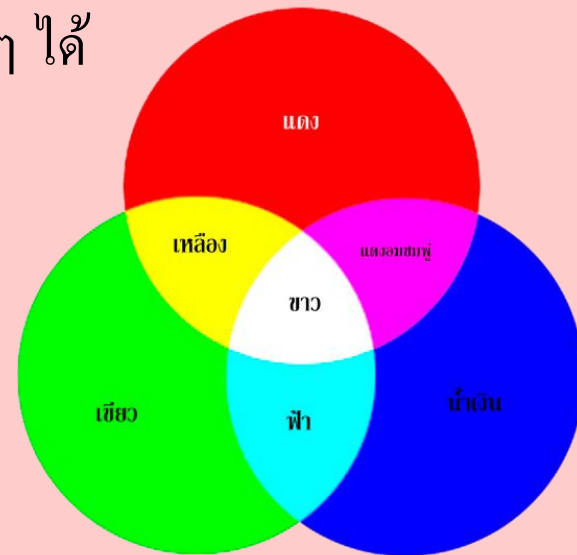
กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน มาประกอบเข้าด้วยกัน ใช้ดูสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากซึ่งมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ภาพที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพเสมือนหัวกลับขนาดขยาย



4. แสงกับการมองเห็นสี (Color Vision)

ในปี ค.ศ. 1801 **Thomas Young** ได้กล่าวว่าการผสมสีของแสงจะทำให้เกิดความรู้สึกในการเห็นแสงสีใหม่ โดยสามารถเห็นได้เพราะนัยน์ตามีเซลล์ประสาทรับแสงสี (Cones) 3 ชุด คือชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีแดง ชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีเขียว และชุดที่มีความไวสูงสุดกับแสงสีน้ำเงิน เซลล์ประสาทรับแสงสีทั้ง 3 ชุดนี้ จะมีความไวต่อแถบแสงสีในสเปกตรัมที่ตามองเห็นได้ แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว เรียกว่าเป็น แม่สี หรือ สีปฐมภูมิ (primary Color) ซึ่งถือว่าเป็นแสงสีบริสุทธิ์ ที่ไม่สามารถจะแยกออกเป็นแสงสีอื่น ๆ ได้



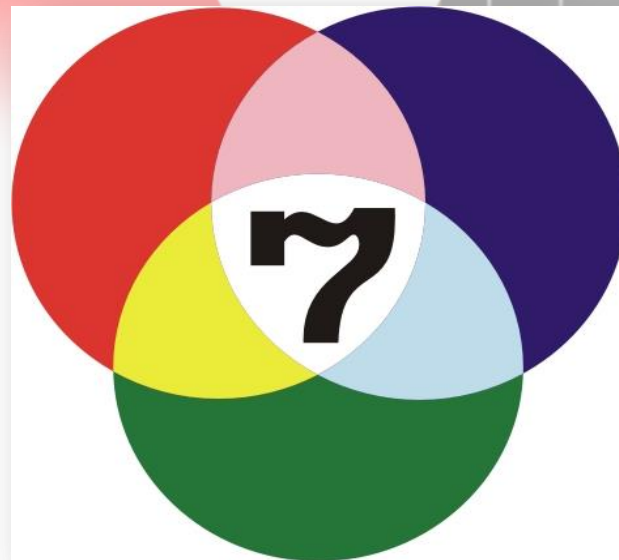
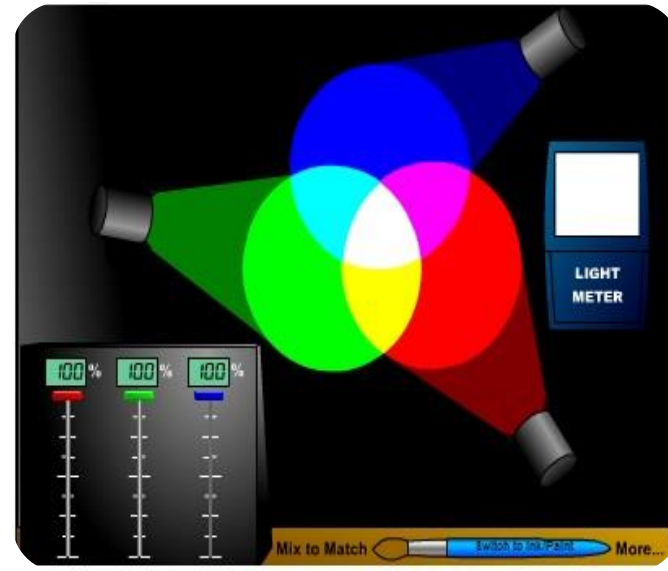
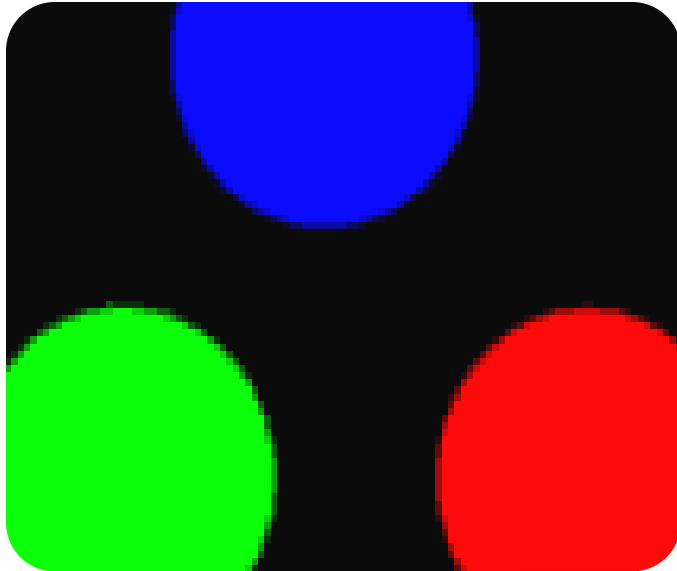
การมองเห็นสีต่าง ๆ บนวัตถุเกิดจากการผสมของแสงสี เช่น แสงขาว อาจเกิดจากแสงเพียง 3 สีรวมกัน แสงทั้ง 3 สี ได้แก่ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน หรือเรียกว่า **สีปฐมภูมิ** และถ้านำแสงที่เกิดจากการผสมกัน ของสีปฐมภูมิ 2 สีมารวมกันจะเกิดเป็น **สีทุติยภูมิ** ซึ่งสีทุติยภูมิแต่ละสีจะมีความแตกต่างกันใน **ระดับความเข้มสีและความสว่างของแสง**

Light and
visual aid



แสดงการผสมแสงสีปฐมภูมิจนจากขาว

การผสมแสงสี



เมื่อฉายแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นสีปฐมภูมิไปรวมกัน บนฉากขาว ความรู้สึกในการมองเห็นสีบนฉากจะผสมกัน ทำให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ดังนี้

• **แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน = แสงสีม่วงแดง (Magenta)**

• **แสงสีแดง + แสงสีเขียว = แสงสีเหลือง (Yellow or lemon)**

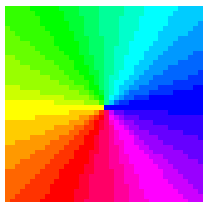
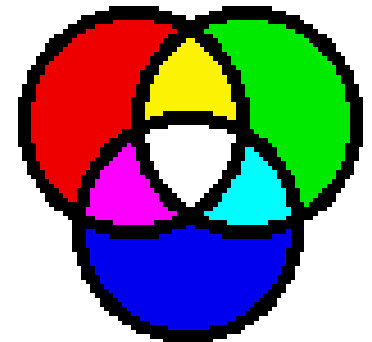
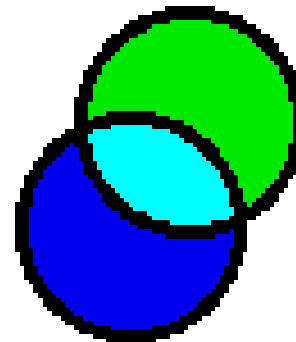
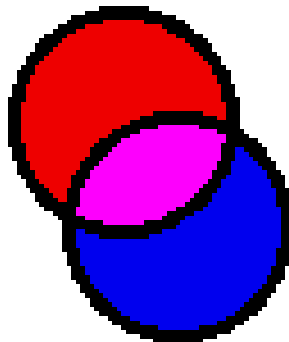
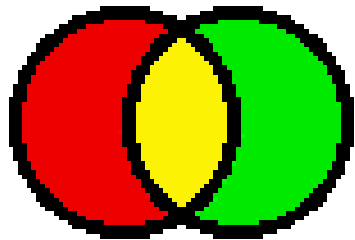
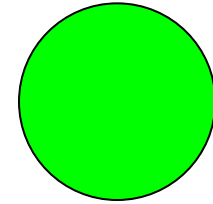
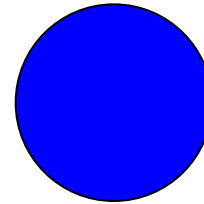
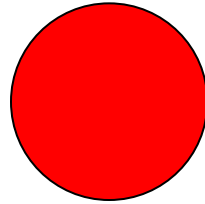
• **แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเขียว = แสงสีไซแอนหรือน้ำเงิน-เขียว (Cyan or Blue-Green)**

• **แสงสีแดง + แสงสีน้ำเงิน + แสงสีเขียว = แสงสีขาว(White)**

ส่วนสีสองสีที่รวมกันแล้วได้สีขาว สีทั้งสองเป็น**สีเติมเต็ม (complementary colors)** ของกันและกัน เช่น สีเหลือง เป็นสีเติมเต็มของสีน้ำเงิน และในขณะเดียวกันสีน้ำเงินก็เป็นสีเติมเต็มของสีเหลืองด้วย

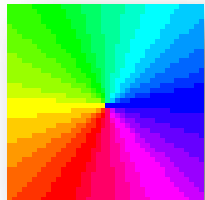
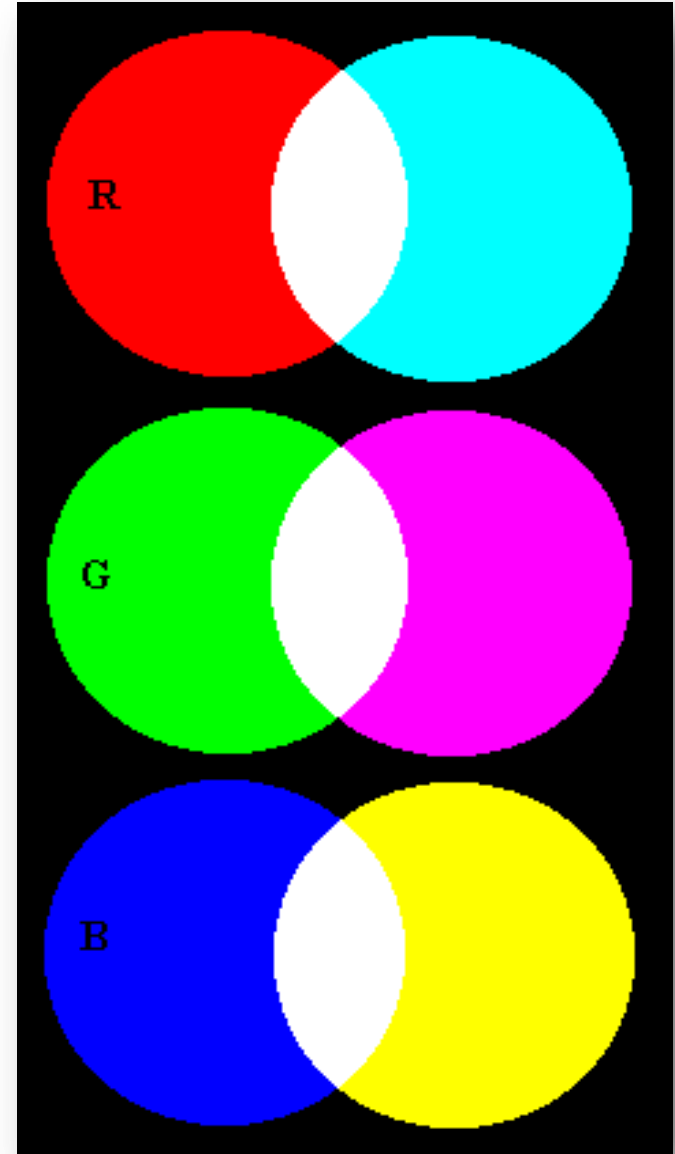
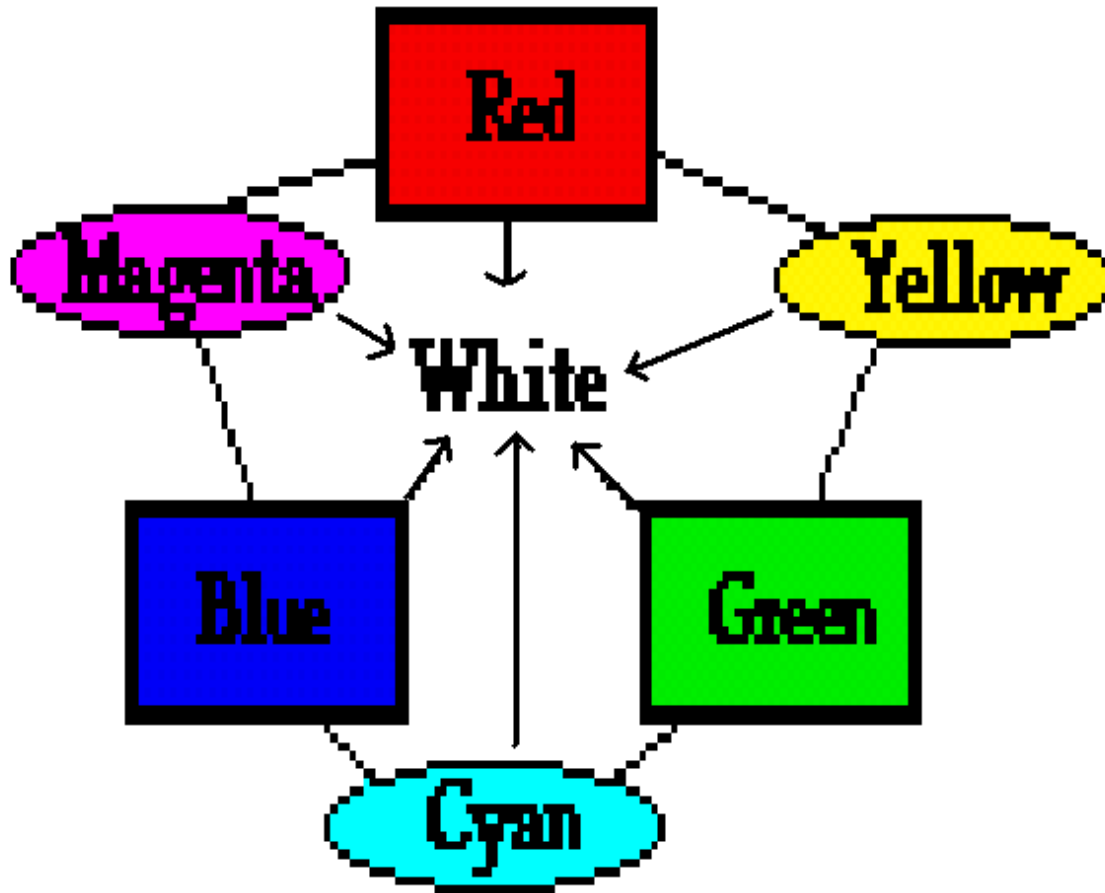
สีปฐมภูมิ

แดง , น้ำเงิน , เขียว

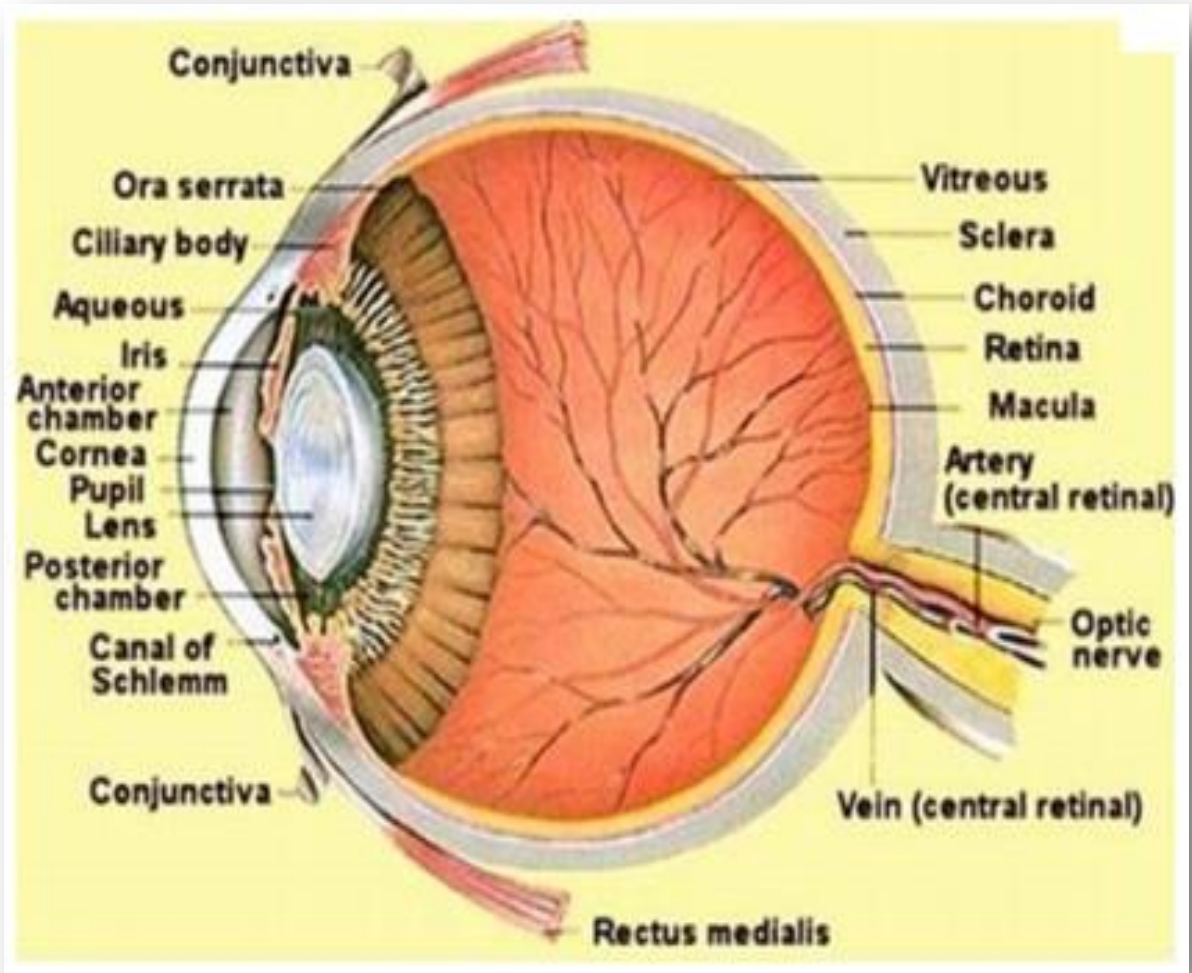
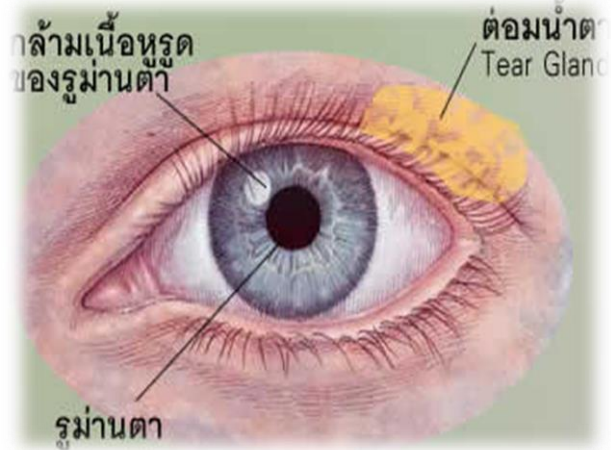




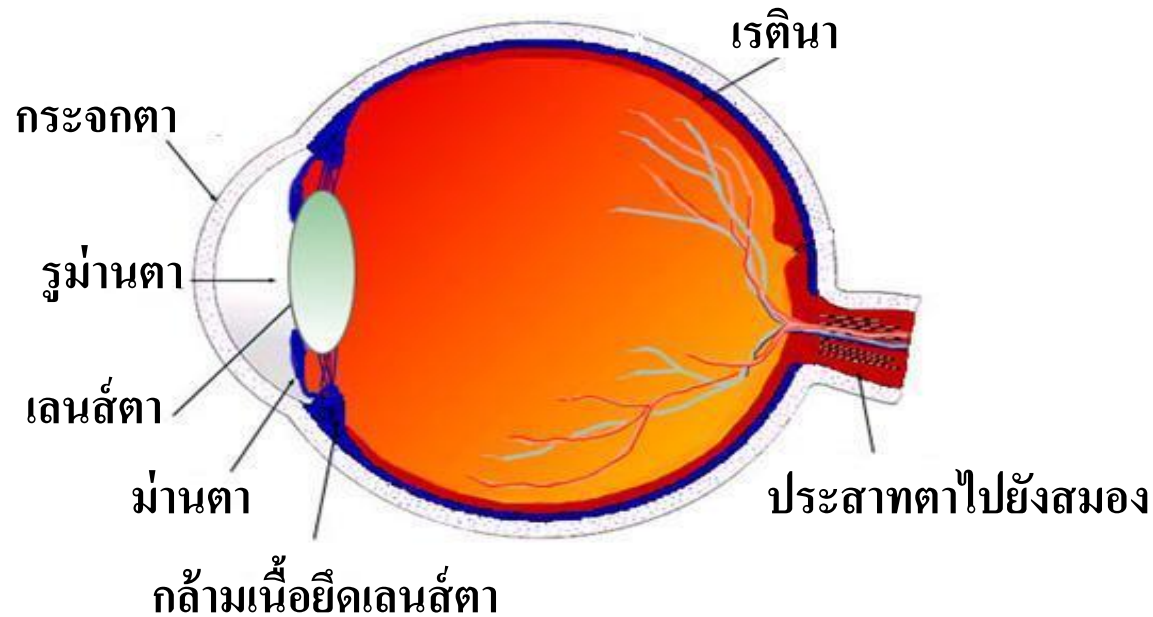
สีเติมเต็ม (complementary color)



ส่วนประกอบของตา



ส่วนประกอบของนัยน์ตา



รูป 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของนัยน์ตา (ที่มา : www.google.com)

ส่วนประกอบของนัยน์ตา ได้แก่

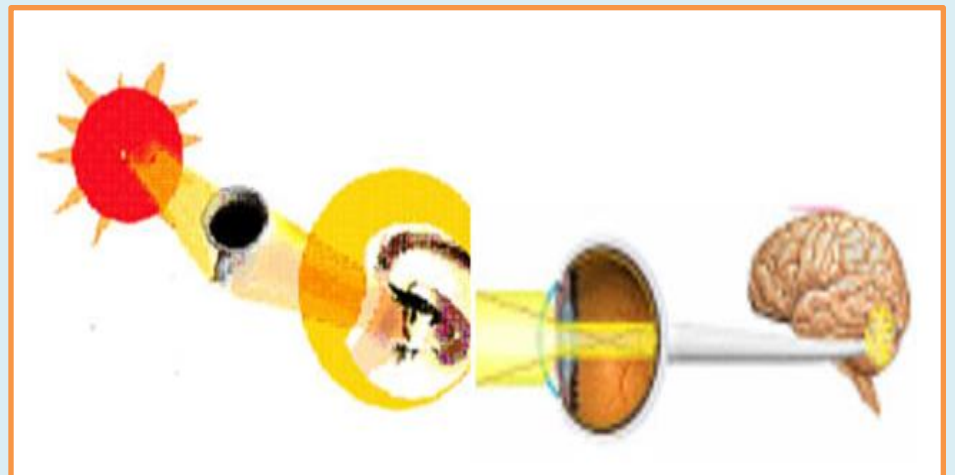
1. **กระจกตาหรือคอร์เนีย (cornea)** อยู่ที่ผิวหน้าและหุ้มลูกนัยน์ตาไว้ เป็นตัวกลางโปร่งใสทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันลูกตา
2. **เลนส์ตา (lens)** เป็นเลนส์นูน ทำหน้าที่รับแสงจากวัตถุ มีความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถมองเห็นวัตถุที่ระยะต่างๆ กัน ได้ชัดเจนตลอด
3. **กล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา (ciliary muscle)** สามารถหดตัวหรือคลายตัวได้ เพื่อบีบให้เลนส์ตานูนมากหรือน้อย และช่วยทำให้นัยน์ตาสามารถกลอกไปมาได้
4. **ม่านตา (iris)** เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่มีสีของนัยน์ตา (แล้วแต่เชื้อชาติ) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่จะผ่านเข้าสู่เลนส์ตาปรับความเข้มของแสงไปตกลงที่เรตินา
5. **รูม่านตา (pupil)** ช่องกลางม่านตา เป็นส่วนที่มีสีเข้มกลางนัยน์ตา รับแสงผ่านเข้าสู่เลนส์ตา

6. เรตินา (retina) เป็นบริเวณเนื้อเยื่อสีดำชั้นในสุด

ประกอบด้วยใยประสาทที่ไวต่อแสงเป็นจำนวนมาก ประกอบด้วย เซลล์ประสาท 2 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรูปแท่ง (rod cells) จะไวต่อแสงที่มีความเข้มน้อย ไม่สามารถจำแนกสีของแสงนั้นได้ ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับความมืดและความสว่าง ขาวหรือดำ และ เซลล์ประสาทรูปกรวย (cone cells) ไวต่อแสงที่มีความเข้มสูง สามารถจำแนกแสงต่อละสีได้ ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสี เซลล์ประสาทเหล่านี้จะรวมกันเป็น **ประสาทตา (optic nerve)** ประสาทตาทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่สมองแล้ว สมองจะแปลความหมายเป็นภาพที่มองเห็น

ดวงตากับการมองเห็น

การมองเห็นจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีแสงจากวัตถุที่เรา กำลังมองอยู่ ตกกระทบกับตัวรับภาพในดวงตา (photoreceptor) และส่งข้อมูล ไปยังสมอง สมองส่วนรับภาพจะจัดเรียงแปลผลข้อมูล และสร้าง เป็นภาพให้รู้สึกรับภาพได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น **พวกริโพรทซัว แบคทีเรีย** จะตอบสนองต่อแสงสว่างได้แต่ไม่มี อวัยวะรับภาพ



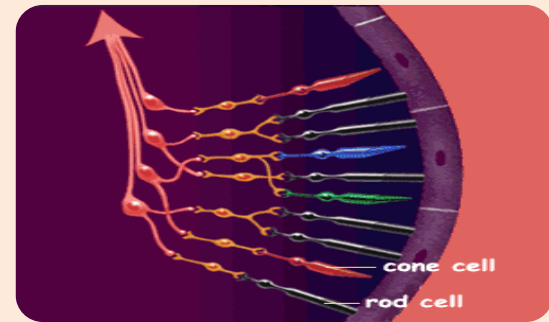
ภาพกับการมองเห็น

การเห็นภาพของวัตถุ ประกอบด้วยเซลล์รับแสง 2 ชนิด

1. เซลล์รูปแท่ง (Rod Cell) เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ รับแสงสว่างให้ความรู้สึกเกี่ยวกับความมืดความสว่าง

2. เซลล์รับแสงรูปกรวย(Cone cell) เป็นเซลล์ที่ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสี ประเภทของเซลล์รับแสงรูปกรวย มี 3 ชนิด ได้แก่

- 1) เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน
- 2) เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีเขียว
- 3) เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดง

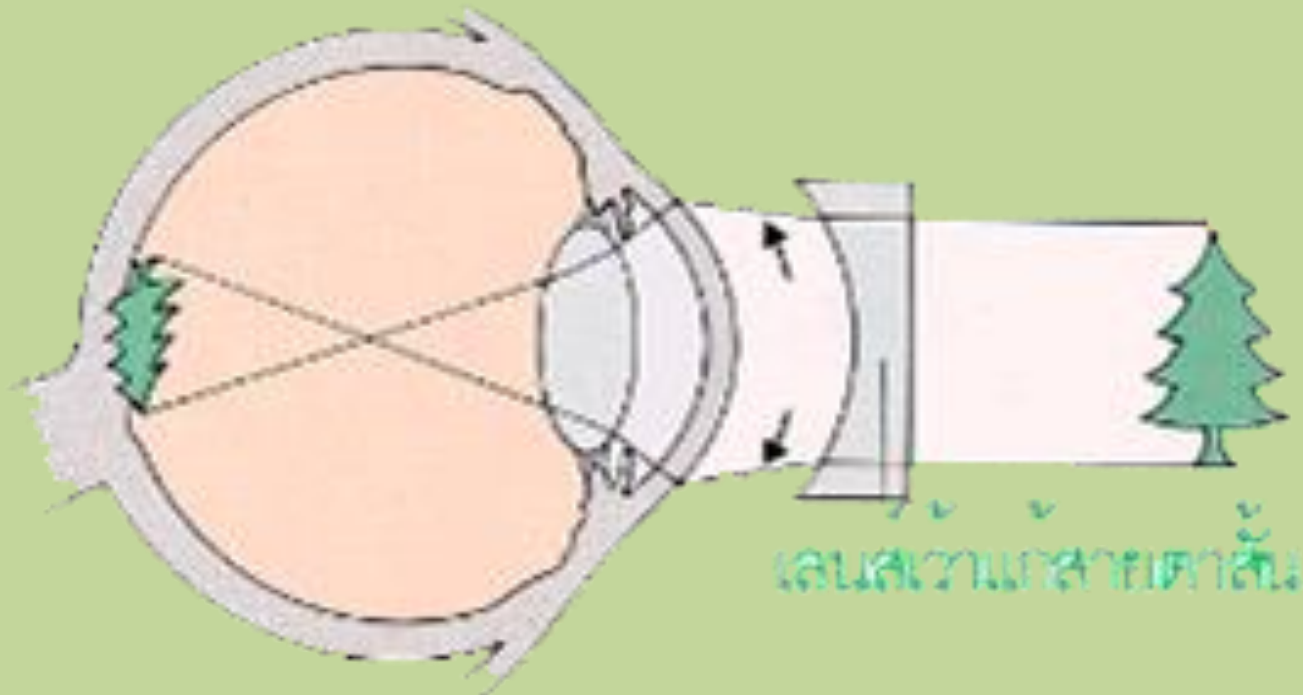


การเห็นสีของวัตถุ เมื่อแสงสีน้ำเงิน สีแดง หรือสีเขียว สีใดสีหนึ่งมาเข้านัยน์ตา เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีนั้นจะได้รับการ กระตุ้น สัญญาณกระตุ้นนี้จะถูกส่งผ่าน ประสาทตาไปสู่สมอง เพื่อแปลความหมายออกมาเป็นความรู้สึกและเห็นเป็นสีของแสง นั้น ถ้าแสงที่เข้าสู่นัยน์ตาเป็นสีเหลือง เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงและสีเขียวจะได้รับการกระตุ้น ซึ่งการกระตุ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแสงสีที่มากกกระทบจอตา

ความผิดปกติของดวงตา

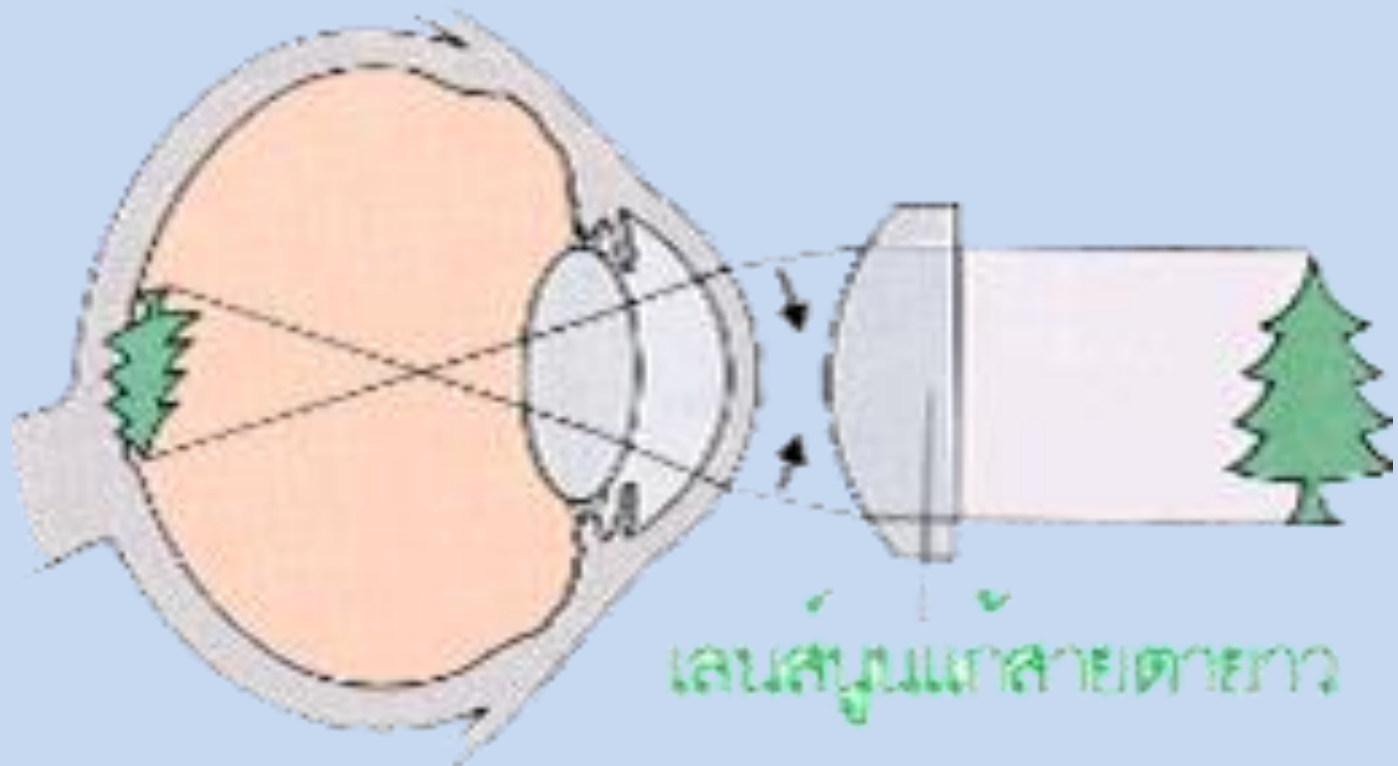
1. สายตาสั้น สายตาสั้นจะมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่ระยะใกล้กว่า 25 เซนติเมตร เนื่องจาก**กระจกตายาว** ภาพจึง**ตกก่อนถึงเรตินา**

วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วยเลนส์เว้า เพื่อถ่วงแสงให้ไปตกถึงเรตินา



2. สายตาวาว สายตาวาวเกิดจาก**กระจกตา**สั้นเกินไป **ภาพตก**เลย**เรตินา** จะมองเห็นสิ่งต่างๆ **ชัดที่ระยะไกล** ส่วน**ระยะใกล้**มองเห็น**ไม่ชัด**

วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วย**เลนส์นูน** เพื่อช่วยรวมแสงให้**ตกใกล้**เข้ามา



3. สายตาเอียง สายตาเอียงเกิดจากผิวหน้าของเลนส์ตามีความโค้งไม่สม่ำเสมอ ทำให้เห็นภาพแนวตั้งไม่ตรงหรือแนวราบเอียงไปจากปกติ

วิธีการแก้ไข สวมแว่นตาทำด้วยเลนส์นูนก้านกล้วย

4. ตาเหล่ ตาเหล่เกิดจากความผิดปกติของกล้ามเนื้อตา

วิธีการแก้ไข ถ้าเป็นน้อยๆ ฝึกการบริหารกล้ามเนื้อตา ถ้าเป็นมากจะต้องผ่าตัด

5. ตาบอดสี ตาบอดสีเกิดจากเซลล์ประสาทบนเรตินาเกี่ยวกับการมองเห็นสี

ผิดปกติ ส่วนใหญ่ผู้ชายจะตาบอดสีเนื่องจากกรรมพันธุ์และตาบอดสีแดงเป็นส่วนมาก ไม่สามารถแก้ไขได้และจะถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานต่อไป



ภาพติดตา

การเห็นภาพติดตา (Persistence of vision) หมายถึง ความรู้สึกในการเห็นภาพค้างอยู่ในสมองได้ชั่วขณะต่างๆ ที่ไม่มีภาพของวัตถุนั้นอยู่บนจอภาพแล้ว
ระยะเวลาในการเห็นภาพติดตา คนปกติมีระยะเวลาในการเห็นภาพติดตาประมาณ 1/15-1/10 วินาที

ประโยชน์ของการเห็นภาพติดตา ใช้ในการถ่ายภาพยนตร์ ซึ่งปกติจะถ่ายภาพยนตร์ 24 ภาพต่อวินาที หรือใช้เวลา 1/24 วินาทีในการเห็นภาพ 1 ภาพ การเห็นภาพยนตร์เป็นเคลื่อนไหว เนื่องจากนัยน์ตาของคนเรานั้นเมื่อเห็นภาพแรกแล้วภาพแรกจะยังติดตาอยู่ต่อไปอีก 1/15-1/10 วินาที เมื่อภาพแรกยังไม่ทันเลือนหายก็จะเห็นภาพต่อไปเช่นนี้เรื่อยๆ จึงเห็นภาพเป็นภาพเคลื่อนไหวติดต่อกันไป

ถ้าต้องการให้เห็นภาพเคลื่อนไหวช้า ต้องฉายด้วยอัตราเร็วที่ช้ากว่าการถ่ายภาพยนตร์ หรือถ่ายภาพยนตร์ด้วยอัตราเร็วว่าการฉายภาพยนตร์

ถ้าต้องการให้เห็นภาพเคลื่อนไหวเร็ว ต้องฉายด้วยอัตราเร็วที่เร็วกว่าการถ่ายภาพยนตร์ หรือถ่ายภาพยนตร์ด้วยอัตราเร็วที่ช้ากว่าการฉายภาพยนตร์

การเห็นภาพลวงตา

การเห็นภาพลวงตา หมายถึง การเห็นภาพที่ปรากฏแก่สายตาแล้วให้ความรู้สึกที่แตกต่างไปจากความเป็นจริงของภาพ เช่น มีความรู้สึกว่าเป็นภาพหนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าอีกภาพหนึ่ง ทั้งๆ ที่ภาพทั้งสองขนาดเท่ากัน เป็นต้น ภาพลวงตาเกิดมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ดังนี้

1. เกิดจากการมองภาพด้วยนัยน์ตาสองตาพร้อมกัน เช่น เราใช้นิ้วชี้ 2 นิ้วชี้เข้าหากัน โดยห่างกันระยะหนึ่ง และห่างจากเลนส์ตาประมาณ 25 เซนติเมตร ให้นัยน์ตาทั้งสองมองปลายนิ้วชี้ และค่อยๆ เลื่อนปลายนิ้วชี้เข้าหากัน เราจะมองเห็นเหมือนชิ้นส่วนของนิ้วมาอยู่ระหว่างปลายนิ้วทั้งสองที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะนัยน์ตาจะรายงานสิ่งที่เห็นไปยังสมอง สมองจะรวบรวมข้อมูลจากที่นัยน์ตาทั้งสองเห็น ทำให้เกิดการมองเห็นผิดเพี้ยนไป

2. เกิดจากการเคลื่อนไหวของนัยน์ตาในแนวดิ่งและแนวราบที่ไม่เท่ากัน

เช่น เรามองเห็นเส้นตรงในแนวดิ่งยาวกว่าในแนวราบ การเพิ่มเส้นสั้นๆ ลงบนเส้นขนาน ทำให้มองเห็นว่าเส้นเหล่านั้นไม่ได้ขนานกัน เป็นต้น

3. เกิดจากสมบัติของแสง ได้แก่ การสะท้อนและการหักเหของแสง เช่น การเกิดปรากฏการณ์มิราจ การมองเห็นปลาในอ่างน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นต้น

4. เกิดจากสิ่งแวดล้อม เช่น วงกลมที่เติมเส้นด้านในวงกลมกับวงกลมที่เติมเส้นด้านนอก จะมองดูว่าวงกลมที่เติมเส้นด้านในจะมีขนาดเล็กกว่าวงกลมที่เติมเส้นด้านนอก เป็นต้น

การใช้ประโยชน์จากภาพลวงตา

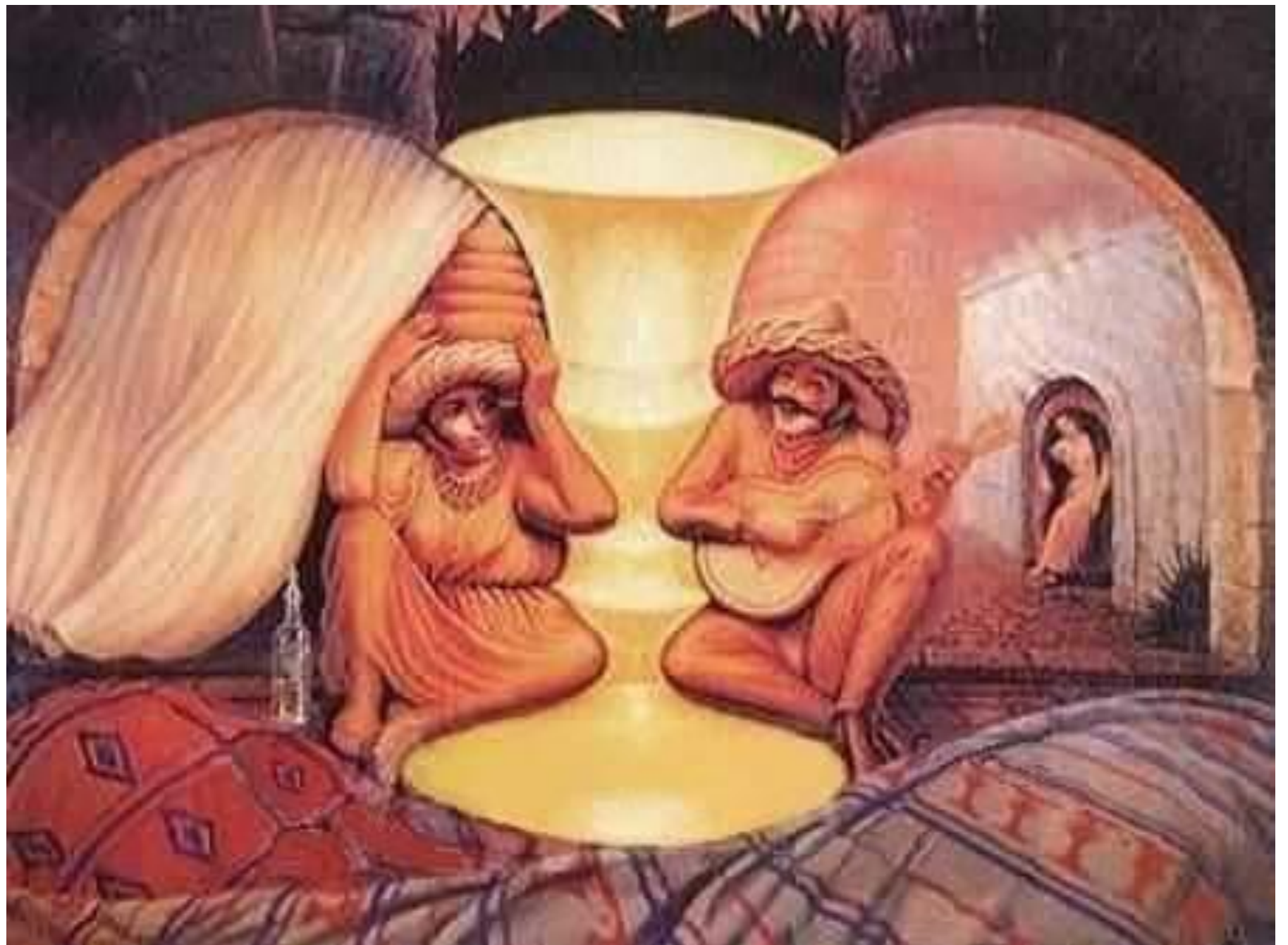
มนุษย์สามารถนำหลักการเกิดภาพลวงตาไปใช้ประโยชน์ได้หลายทางดังนี้

1. ใช้ในการแต่งกายเพื่ออำพรางทรวดทรงที่แท้จริง เช่น คนเตี้ยควรใส่เสื้อลายตั้ง คนสูงควรใส่เสื้อลายขวาง คนอ้วนควรใส่เสื้อผ้าสีเข้มลายตั้ง คนผอมควรใส่เสื้อสีอ่อนและควรเป็นลายแนวนอน เป็นต้น

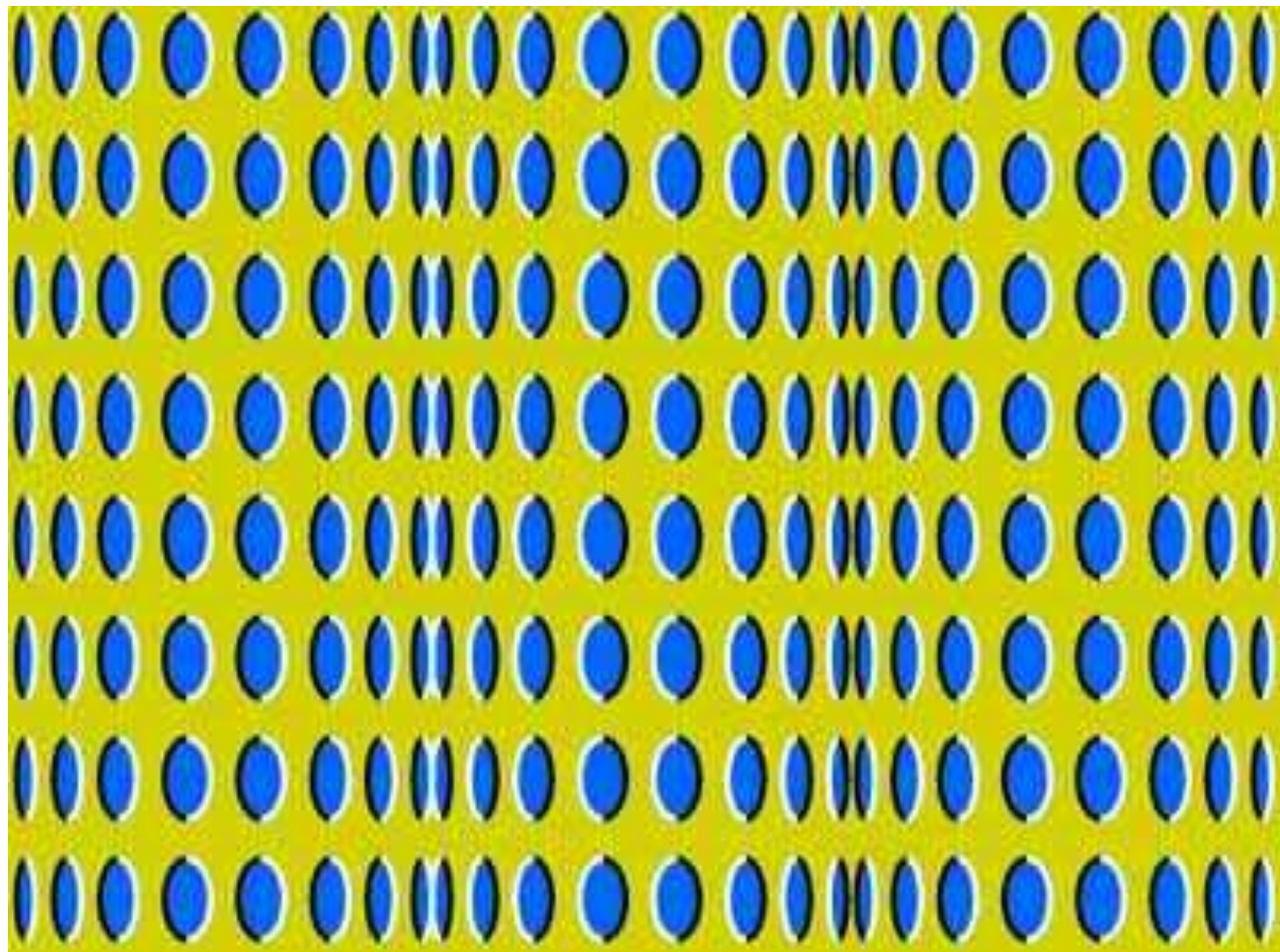
2. ใช้ในการสร้างและตกแต่งอาคารบ้านเรือน เช่น ห้องแคบๆ ทาด้วยสีอ่อนจะทำให้รู้สึกกว้างขึ้นกว่าเดิม ชาวกรีกนำไปใช้สร้างวิหาร เป็นต้น

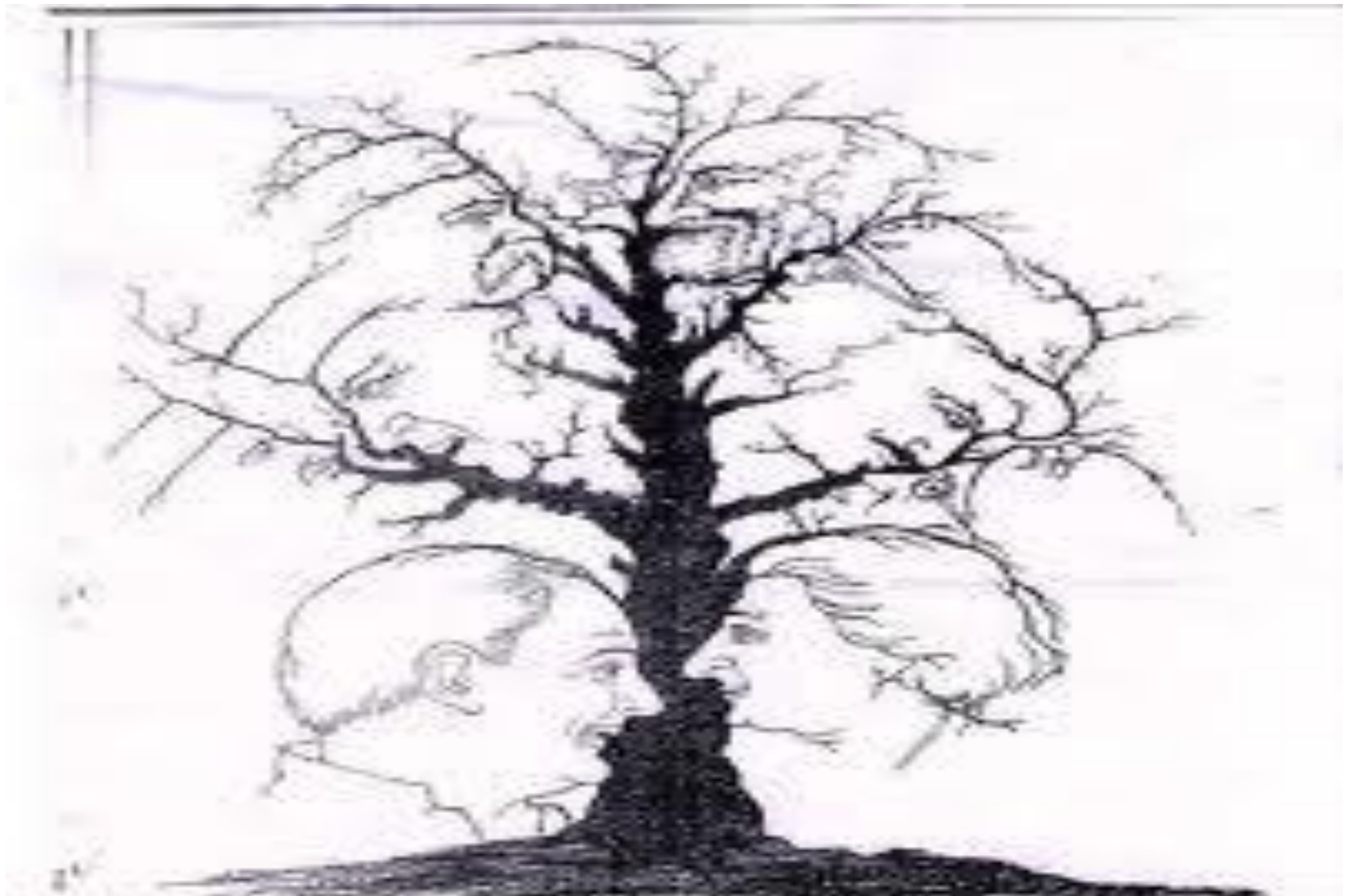
3. ใช้ในการพรางตาเพื่อให้รอดพ้นจากศัตรู เช่น สัตว์ป่าบางชนิดมีลวดลายบนตัวคล้ายใบไม้ สัตว์ในทะเลทรายมีสีน้ำตาลเหมือนสีของทราย ทหารแต่งเครื่องแบบที่กลมกลืนกับป่า เป็นต้น

4. ใช้สร้างภาพยนตร์การ์ตูนที่มีการเคลื่อนไหวต่างกันเพียงเล็กน้อย
ต่อเนื่องกัน เมื่อนำมาฉายให้เวลาบนจอของแต่ละภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1/10 วินาที ภาพที่ฉายออกมาจะมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการถ่ายทำภาพยนตร์ธรรมดา











Salvador Dalí