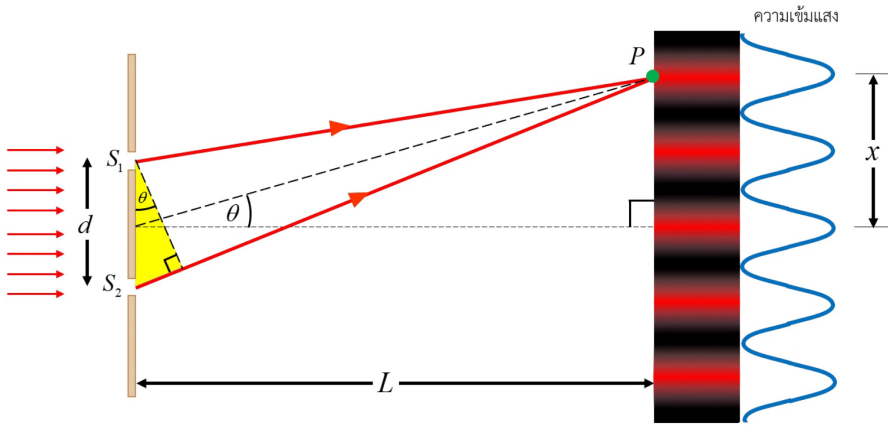




- การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ → แกรมสว่าง, แกรมมืด ห่างเท่ากัน



โดยที่ d คือ ระยะห่างระหว่างช่องเปิด (m)

λ คือ ความยาวคลื่น (m)

θ คือ มุมที่วัดจากแนวกลาง ถึงจุดที่สนใจ

x คือ ระยะห่างจากแนวกลาง ถึง แกรมมืด หรือ แกรมสว่าง ที่สนใจ

L คือ ระยะห่างจากสลิต ถึงฉากรับแสง

แกรมสว่าง (ปฏิทิน)

$$\begin{aligned} |S_1P - S_2P| &= n\lambda \\ d \sin \theta &= n\lambda \\ d \frac{x}{L} &= n\lambda \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} n = 0, 1, 2, \dots \end{array} \right\}$$

แกรมมืด (บัน)

$$\begin{aligned} |S_1P - S_2P| &= (n - \frac{1}{2})\lambda \\ d \sin \theta &= (n - \frac{1}{2})\lambda \\ d \frac{x}{L} &= (n - \frac{1}{2})\lambda \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} n = 1, 2, 3, \dots \end{array} \right\}$$

พิสูจน์ แกรมสว่าง, แกรมมืด "ที่อยู่ติดกัน" ($n \rightarrow n+1$)

พิจารณา แกรมสว่างที่ n ; $d \frac{x_1}{L} = n\lambda$

$$x_1 = \frac{n\lambda L}{d} \quad \text{--- (1)}$$

พิจารณา แกรมสว่างที่ $n+1$; $d \frac{x_2}{L} = (n+1)\lambda$

$$x_2 = \frac{(n+1)\lambda L}{d} \quad \text{--- (2)}$$

$$\begin{aligned} x_2 - x_1 &= \frac{(n+1)\lambda L}{d} - \frac{n\lambda L}{d} \\ \Delta x &= \frac{(n+1 - n)\lambda L}{d} \end{aligned}$$

พิจารณา แกรมมืดที่ n ; $d \frac{x_1}{L} = (n - \frac{1}{2})\lambda$

$$x_1 = \frac{(n - \frac{1}{2})\lambda L}{d} \quad \text{--- (1)}$$

พิจารณา แกรมมืดที่ $n+1$; $d \frac{x_2}{L} = (n - \frac{1}{2} + 1)\lambda$

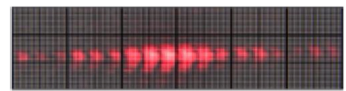
$$x_2 = \frac{(n - \frac{1}{2} + 1)\lambda L}{d} \quad \text{--- (2)}$$

$$\begin{aligned} x_2 - x_1 &= \left[\frac{(n - \frac{1}{2} + 1)\lambda L}{d} \right] - \left[\frac{(n - \frac{1}{2})\lambda L}{d} \right] \\ \Delta x &= \left[\frac{(n - \frac{1}{2} + 1 - n + \frac{1}{2})\lambda L}{d} \right] \end{aligned}$$

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



$d = 100 \mu m$

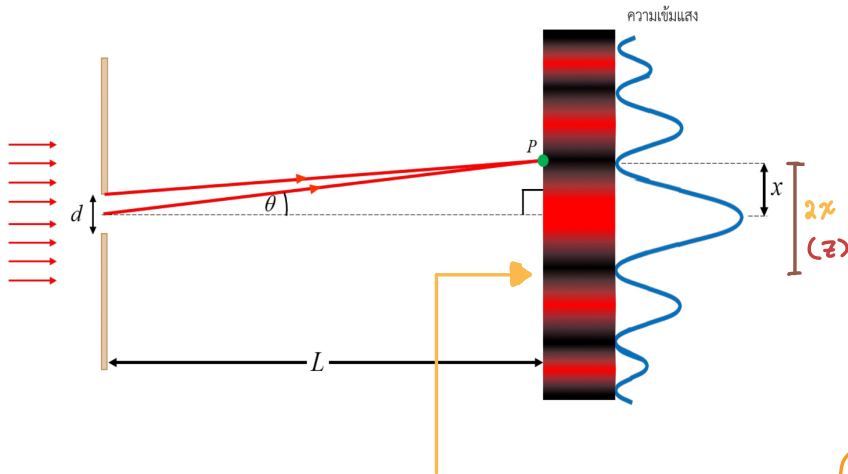


$d = 200 \mu m$

เมื่อ $d \propto \frac{1}{x}$



● การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว → แถบสว่างกลาง ตามทฤษฎี 2 เท่า ของ แถบสว่างอื่น ๆ



→ แถบมืด แค่จะ แถบ สว่าง เท่ากัน

แถบมืด (บัพ)

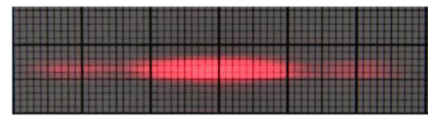
$$\left. \begin{aligned} |S, P - S, P| &= n\lambda \\ d \sin \theta &= n\lambda \\ d \frac{x}{L} &= n\lambda \end{aligned} \right\} n = 1, 2, \dots$$

ความกว้างของแถบสว่างกลาง (2x)

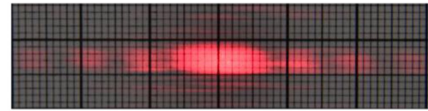
$$2x = \frac{2\lambda L}{d} \quad ; \quad n = 1$$

(z) (ขอบของแถบสว่างกลาง)

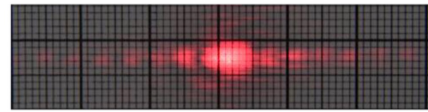
$$d \propto \frac{1}{x}$$



$d = 50 \mu\text{m}$

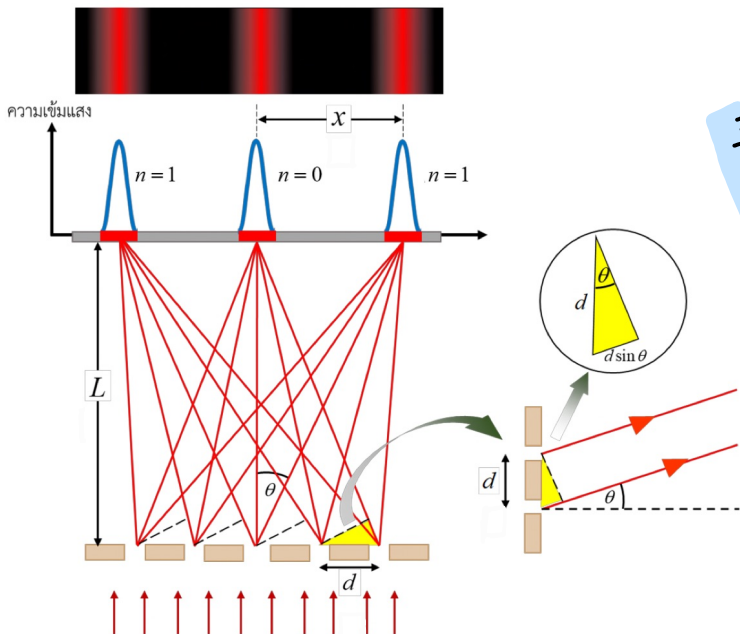


$d = 100 \mu\text{m}$



$d = 200 \mu\text{m}$

● การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง



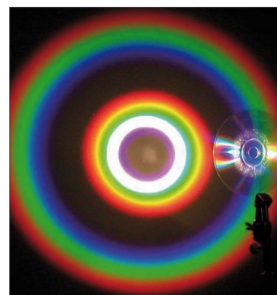
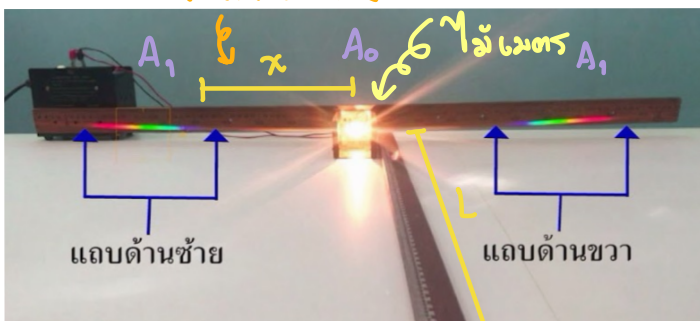
แถบสว่าง (ปฏิทิน)

$$\left. \begin{aligned} |S, P - S, P| &= n\lambda \\ d \sin \theta &= n\lambda \\ d \frac{x}{L} &= n\lambda \end{aligned} \right\} n = 0, 1, 2, \dots$$

$$d = \frac{\text{ความกว้างของเกรตติง}}{\text{จำนวนช่องของเกรตติง}}$$

$$d = \frac{1}{N} \rightarrow \text{จำนวนช่องต่อหน่วยความยาว}$$

วัดจากเทคนิควัด





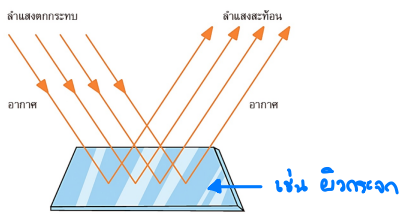
การสะท้อนของแสง

เส้นปกติ

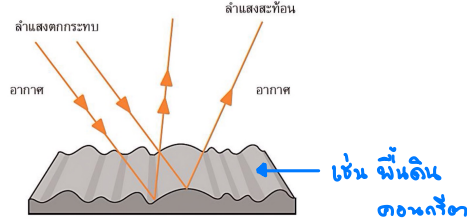
เราสามารถมองเห็นวัตถุที่พื้นหลังมืดได้โดยตรง
ส่วนวัตถุที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง จะเกิดจาก แสงเดินทางไปตามกระทบกันผิวของวัตถุ
ที่แสงไม่สามารถเดินทางผ่านไปได้ ทำให้เกิดการ "สะท้อนของแสง" เข้าสู่ตา

กฎการสะท้อนของแสง

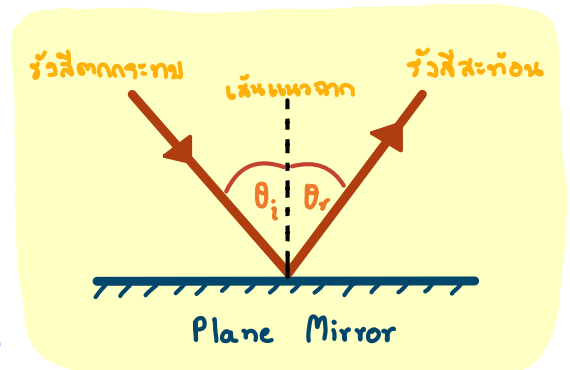
- ① มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน $[\theta_i = \theta_r]$
- ② รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน เส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน



การสะท้อนแบบเป็นระเบียบ

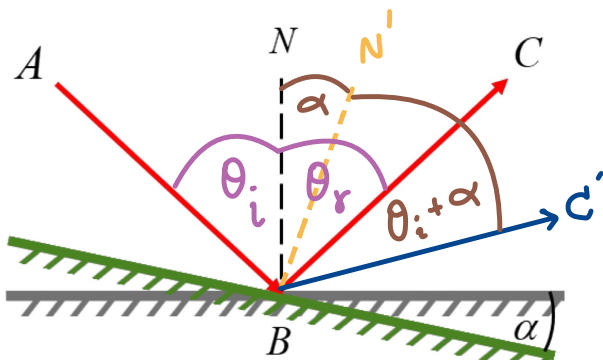


การสะท้อนแบบไม่เป็นระเบียบ



รังสีของแสง เดินทางเป็นเส้นตรง
"ทัวลิตส์" แทนทิศทางการเคลื่อนที่

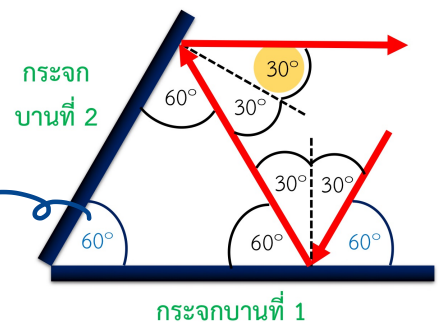
กระจกเงารามบานเดียว



- เส้นปกติ

กระจกเงาราม 2 บาน วางทำมุมกัน

- ① ลากเส้นแนวฉากที่รังสีตกกระทบเส้นแรก
- ② "ก๊อปปี้" มุมตกกระทบ
- ③ เขียนรังสีสะท้อน ที่นั่นคือ $[\theta_i = \theta_r]$

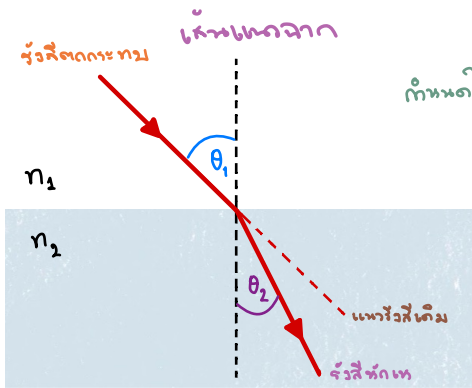


วางทำมุม θ ต่อกัน
จะทำให้แสงเคลื่อนที่
แตกต่างกันไปด้วย



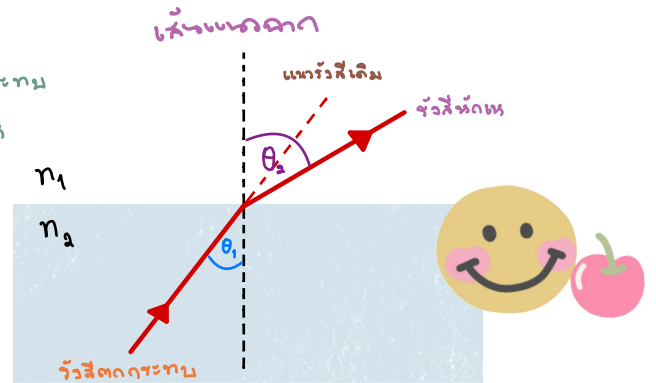
การหักเหของแสง

เกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มี "ความหนาแน่น" แตกต่างกัน ทำให้ลำแสงเบนไปจากทิศทางเดิม ด้วยอัตราเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป



กำหนดให้ θ_1 = มุมตกกระทบ
 θ_2 = มุมหักเห

$$(n_1 < n_2)$$



แสงเคลื่อนที่จากบริเวณ ความหนาแน่นน้อย
ไปความหนาแน่นมาก ($n_{\text{น้อย}} \rightarrow n_{\text{มาก}}$)
"รังสีหักเห จะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก"

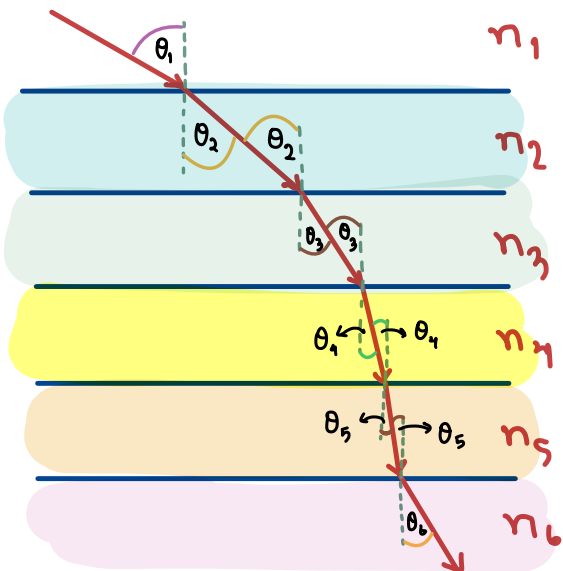
$$\bullet \text{ มุมตกกระทบ } > \text{ มุมหักเห } \bullet$$

แสงเคลื่อนที่จากบริเวณ ความหนาแน่นมาก
ไปความหนาแน่นน้อย ($n_{\text{มาก}} \rightarrow n_{\text{น้อย}}$)
"รังสีหักเห จะเบนออกจากเส้นแนวฉาก"

$$\bullet \text{ มุมตกกระทบ } < \text{ มุมหักเห } \bullet$$

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

โดยที่ n_1, θ_1 = ดัชนีหักเหและมุมตกกระทบตัวกลาง 1
 n_2, θ_2 = ดัชนีหักเหและมุมหักเห ตัวกลาง 2



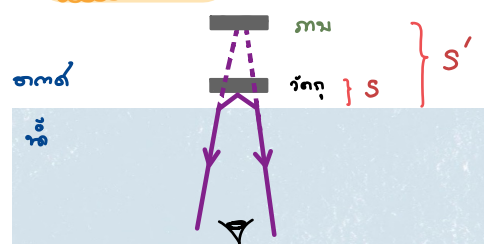
$$[n_1 < n_2 < n_3 < n_4 < n_5 ; n_5 > n_6]$$

$$\begin{aligned} n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\ n_2 \sin \theta_2 &= n_3 \sin \theta_3 \\ n_3 \sin \theta_3 &= n_4 \sin \theta_4 \\ n_4 \sin \theta_4 &= n_5 \sin \theta_5 \\ n_5 \sin \theta_5 &= n_6 \sin \theta_6 \end{aligned}$$

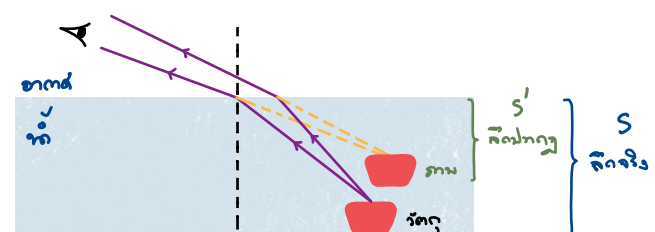
จะได้ว่า $n_1 \sin \theta_1 = n_6 \sin \theta_6$

ความลึกจริง ลึกลงกว่า

- ถ้ามองจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก $\rightarrow$ น้อย
ภาพจะอยู่ใกล้กว่าระยะจริง



- ถ้ามองจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย $\rightarrow$ มาก
ภาพจะอยู่ไกลกว่าระยะจริง



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

กรณีมองเฉียง

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

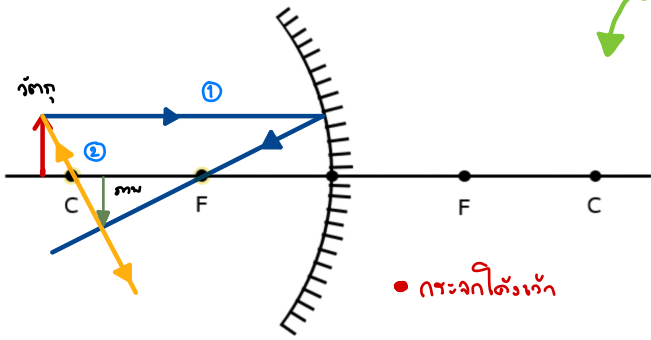
กรณีมองตรง...

การเกิดภาพ

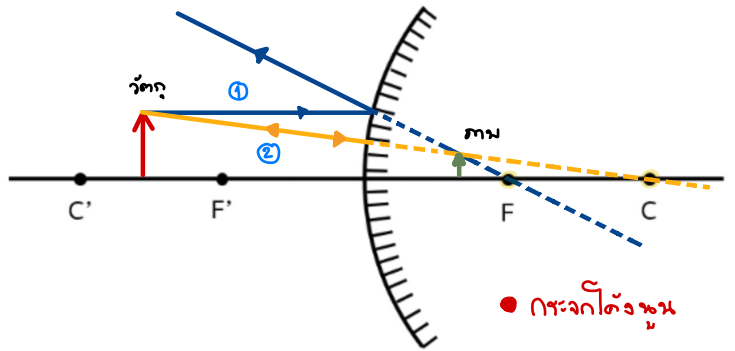
การเกิดภาพจากกระจกเงาโค้ง

วิธีการจับรังสี...

1. ลากเส้นขนานเส้น แกนหลัก สิ้นสุดที่ จุด C รังสีสะท้อนจะไม่ตัดกันที่จุด F
2. ลากเส้นรังสีตกกระทบไปที่จุด C รังสีจะสะท้อนกลับในทิศทางเดิม



"จุด C และ F อยู่หน้ากระจก"

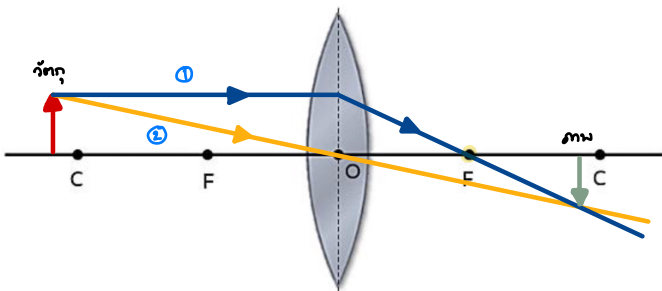


"จุด C และ F อยู่หลังกระจก"

การเกิดภาพจากเลนส์บาง

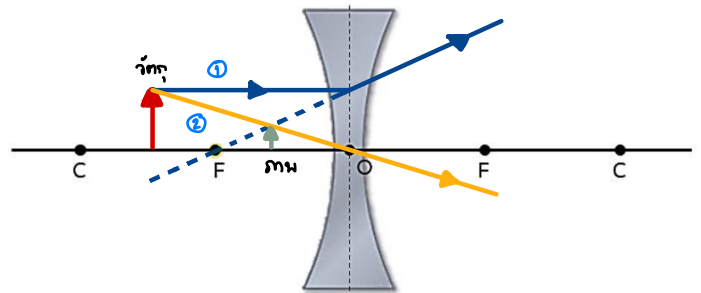


เลนส์นูน ทำหน้าที่รวมแสง



"จุดโฟกัส F อยู่หลังเลนส์"

เลนส์เว้า ทำหน้าที่กระจายแสง



"จุดโฟกัส F อยู่หน้าเลนส์"

อยากรู้ค่าโฟกัส กระจก หรือ เลนส์ ชนิดใด
ให้หา "ค่ามอดูลโฟกัส f"



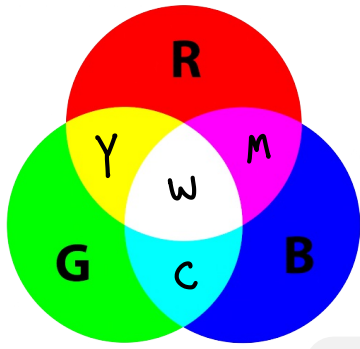
สูตรในการหาปริมาตรต่าง ๆ ของกระจกและเลนส์

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad ; \quad f = \frac{R}{2}$$

$$m = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{f}{s-f} = \frac{s'-f}{f}$$

การแทนเครื่องหมาย	กระจก	เลนส์
f	+ -	นูน เว้า
s'	+ -	หลังกระจก หน้าเลนส์
m	+ -	ภาพจริง ภาพเสมือน
m > 1 ภาพใหญ่กว่าวัตถุ : m < 1 ภาพเล็กกว่าวัตถุ		

การมองเห็นแสงสี



สีปฐมภูมิ

สีทุติยภูมิ

R

G

B

Y

C

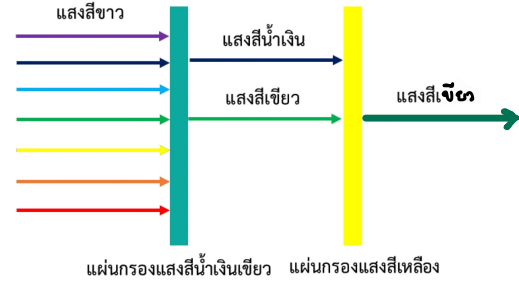
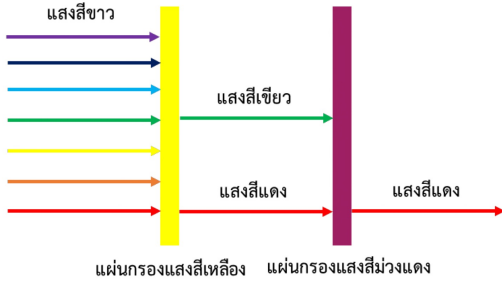
M

สีเหลือง (Yellow)

น้ำเงินเข้ม (Cyan)

ม่วงแดง (Magenta)

แผ่นกรองแสงสี



แสงในชั้นเรียน TGT

ทัศนอุปกรณ์

1) แว่นขยาย

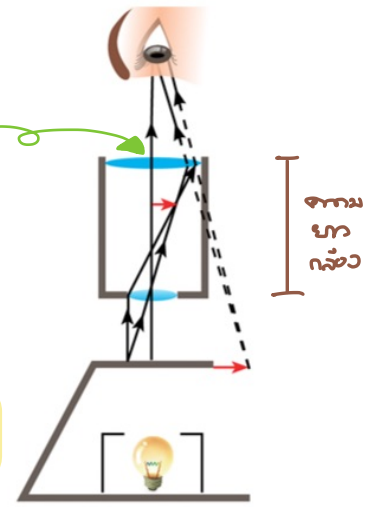
ใช้หลักการเหมือนเลนส์นูน โดยจะวางวัตถุให้อยู่ในระยะน้อยกว่าค่าความยาวโฟกัส

- วัตถุจริงจะอยู่ด้านหลังจากเลนส์
 - ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขยายใหญ่กว่าวัตถุ
- วัตถุจริงจะอยู่ด้านหลังจากเลนส์
 - ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขยายใหญ่กว่าวัตถุ



2) กล้องจุลทรรศน์

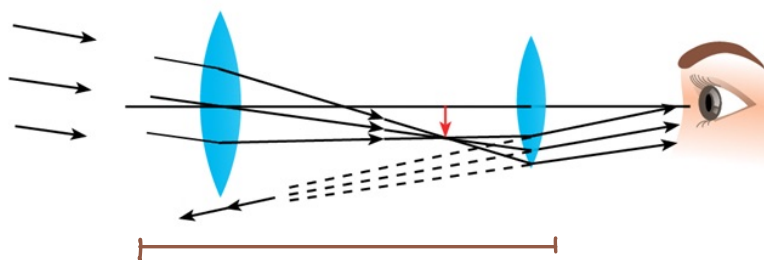
- เลนส์ใกล้ตา (เลนส์นูน)
 - ↳ ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขยายใหญ่กว่าวัตถุ (ตามยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้วัตถุ)
- เลนส์ใกล้วัตถุ (เลนส์นูน)
 - ↳ ได้ภาพจริง หัวกลับ ขยายใหญ่กว่าวัตถุ (วัตถุอยู่ระหว่างเลนส์ใกล้ตา)



ความยาวกล้อง = ระยะของเลนส์วัตถุ + ระยะของเลนส์ใกล้ตา

3) กล้องโทรทรรศน์

รังสีขนานจากวัตถุที่อยู่ไกล

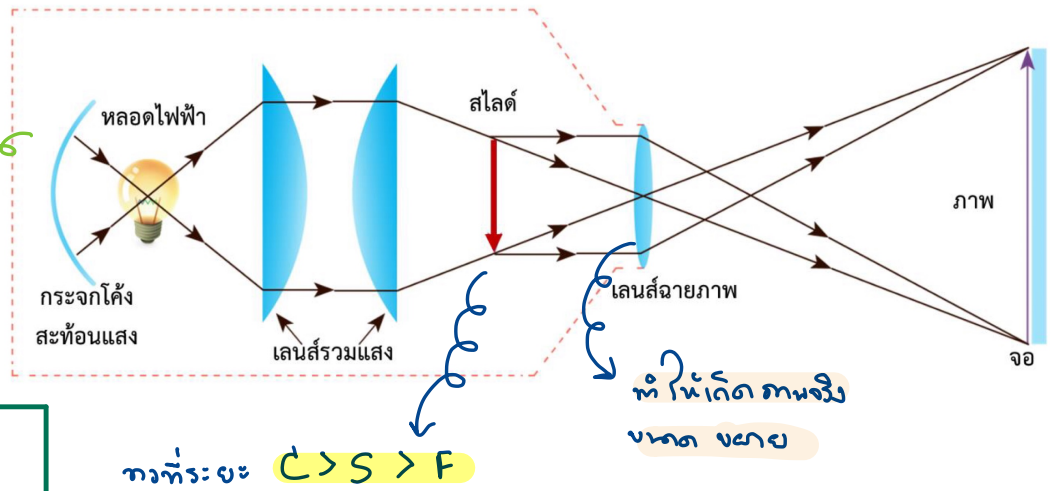


ความยาวของกล้อง = $f_{\text{เลนส์ตา}} + f_{\text{เลนส์วัตถุ}}$

- เลนส์ใกล้วัตถุ (เลนส์นูน)
 - ↳ ภาพที่ได้ ทำหน้าที่เป็นวัตถุของเลนส์ใกล้ตา (ตามยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้ตา)
- เลนส์ใกล้ตา (เลนส์นูน)
 - ↳ ภาพเสมือน หัวกลับ ขยายใหญ่ที่ระยะไกลมาก ๆ

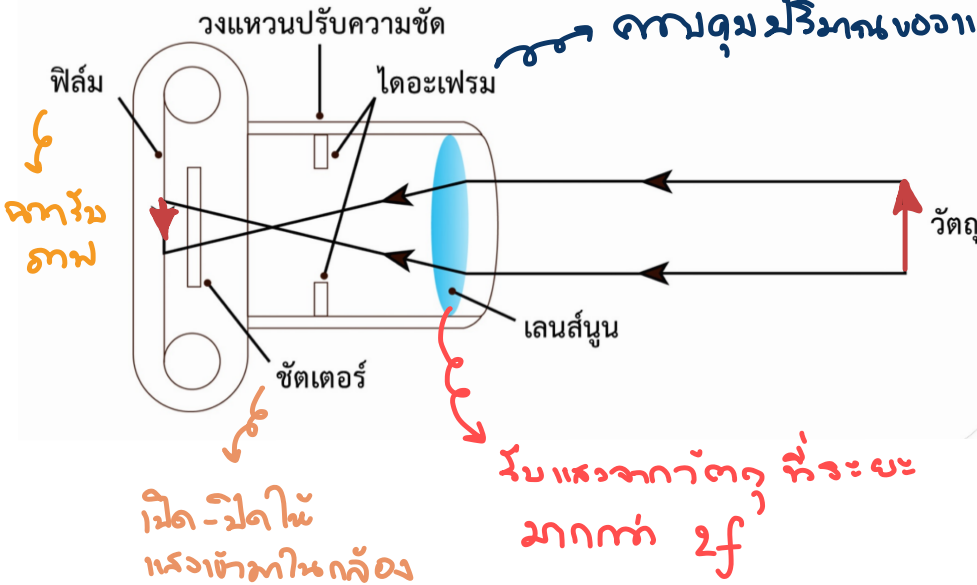
4) เครื่องฉายภาพ

สะท้อนแสงไปที่เลนส์รวมแสง



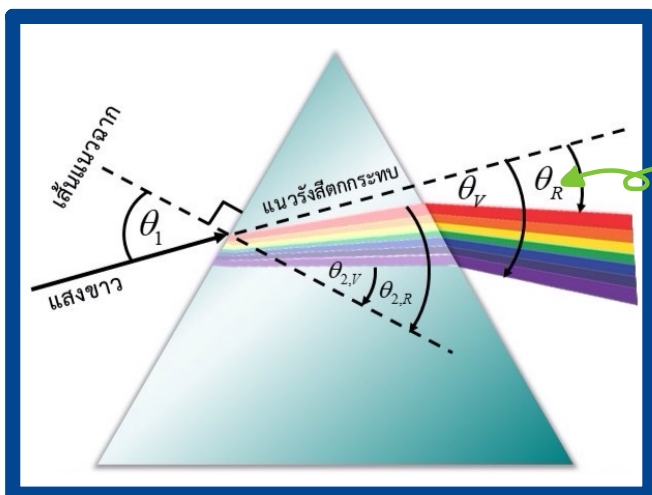
5) กล้องถ่ายรูป

ภาพดูมีขนาดของแสง



ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง

การกระจายของแสง



เมื่อแสงขาว ตกกระทบที่ผิว ด้านหนึ่งของปริซึม ตามเหลี่ยม จะเกิดการหักเหของแสง แล้วยกระขายเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียกว่า "สเปกตรัมของแสงขาว"

รังสีที่เบนออกจากแนวรังสีเดิม เรียกมุมนี้ว่า "มุมเบี่ยงเบน (Angle of deviation)"

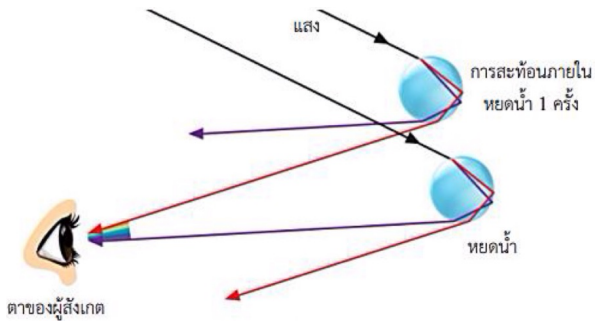
- แสงสีแดง พลังงานต่ำสุด มุมเบี่ยงเบน น้อยที่สุด θ_R (มุมหักเห $\theta_{2,R}$ มากที่สุด)
- แสงสีม่วง พลังงานสูงสุด มุมเบี่ยงเบน มากที่สุด θ_V (มุมหักเห $\theta_{2,V}$ น้อยที่สุด)

ผู้วิเศษ

แสงขาว เมื่อกระทบหยดน้ำในอากาศจะหักเหผ่านเข้าไปในหยดน้ำ และเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ แล้วหักเหออกมา กระจายออกเป็นแถบสีต่าง ๆ

ผู้วิเศษภูมิ

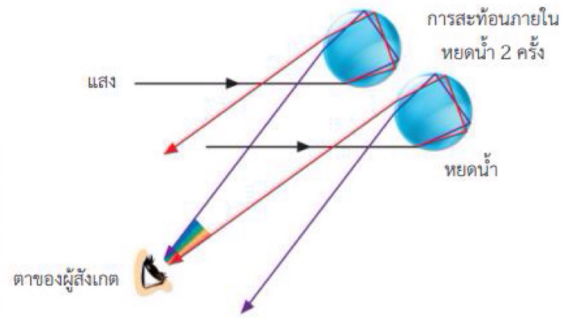
เกิดด้านล่าง



- เกิดการหักเห (เข้า, ออก) รวม 2 ครั้ง
 - เกิดการสะท้อนกลับหมด 1 ครั้ง
- สีม่วง อยู่ด้านบน สีแดง อยู่ด้านล่าง

ผู้วิเศษภูมิ

เกิดด้านบน



- เกิดการหักเห (เข้า, ออก) รวม 2 ครั้ง
 - เกิดการสะท้อนกลับหมด 2 ครั้ง
- สีม่วง อยู่ด้านบน สีแดง อยู่ด้านล่าง

ปรากฏการณ์การทรงกลม

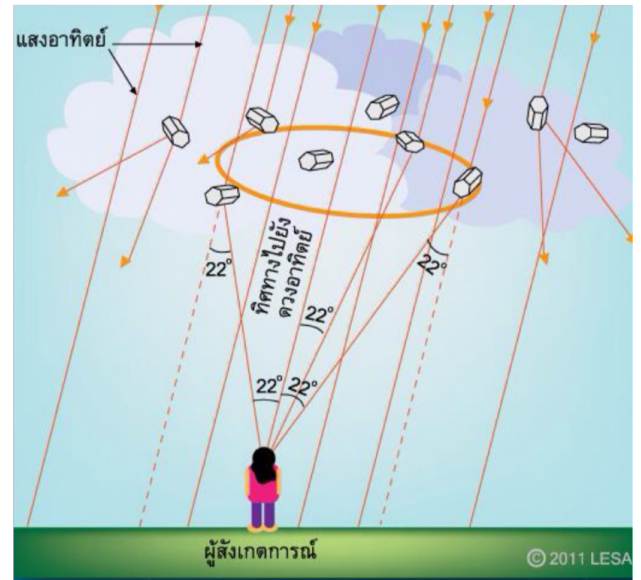
การเกิดดาวแหวน ของแถบสีรอบดาวอาทิตย์หรือดวงจันทร์ เรืองรองขึ้นคล้ายรุ้งกินน้ำ โดยเกิดจาก "เมฆซีร์รัส" ที่มีผลึกของหิมะ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการกระจายของแสง แต่ลึกลงที่ชั้นดาวอาทิตย์ หรือ ดาวจันทร์



ดาวอาทิตย์ทรงกลม



ดาวจันทร์ทรงกลม

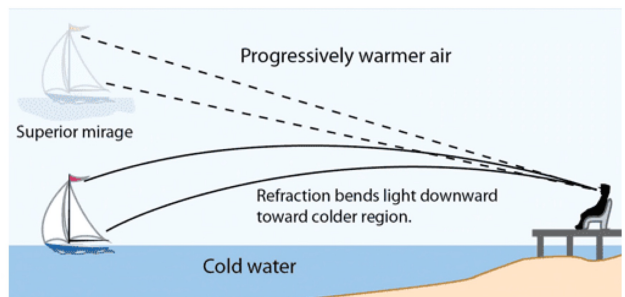
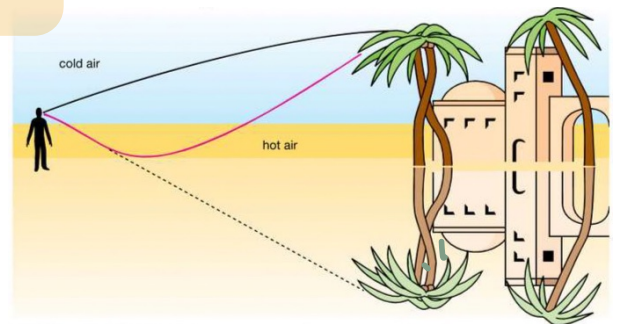


ปรากฏการณ์มิราจ (Mirage)

อากาศเย็น ; อากาศหนาแน่น
↑
↓
อากาศร้อน ; อากาศเบาบาง

ค่าดัชนีหักเหแสง อากาศชั้นบนมากกว่าอากาศชั้นล่าง

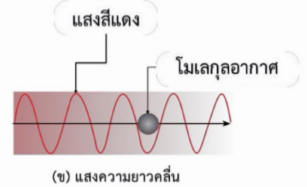
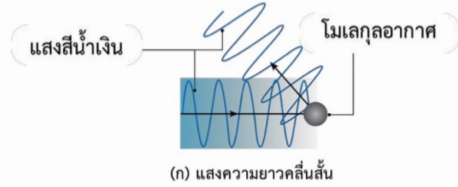
เมื่อแสงขาวมา จะเกิดการหักเหมากขึ้นจนแสงกระจายใกล้พื้นดิน ทำให้เรามองว่าไม่มีวัตถุ แสงสะท้อนที่เรามองเห็นที่ต่ำสุด จะเห็นภาพหัวกลับว๊ากๆ



ปรากฏการณ์ลูกมิง

ค่าดัชนีหักเหแสง อากาศชั้นบนน้อยกว่าอากาศชั้นล่าง (อากาศชั้นล่าง ดัชนีค่าดัชนีบน) เป็นเหตุให้แสงหักเหขึ้นบนของวัตถุ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง



- ① ตามขนาดคลื่น
 - ตามขนาดคลื่นใกล้เคียงอนุภาค กระเจิงได้
 - ตามขนาดคลื่นมากกว่าอนุภาค กระเจิงได้ไม่ดี
- ② สภาพของอนุภาค
 - โมเลกุลของ gas เล็กกว่า โมเลกุลอื่น และ ฝุ่น
 - แสงตกกระทบ gas แสง ใสน้ำ (ม่วง หิโร) กระเจิงได้ดี
- ③ ปริมาณสารแขวนลอย

ในชั้นบรรยากาศ มีฝุ่นละอองมาก

แสง ใสน้ำ จะผ่านไปได้ง่าย = กระเจิงได้ดีกว่า แสง ใสน้ำ
- ④ มุมที่แสงส่องผ่านบรรยากาศ
 - เช้า-เย็น จะทำมุมลาด (แสงผ่านมาก)
 - กลางวัน จะทำมุมชัน (แสงผ่านน้อย)

