

แสง

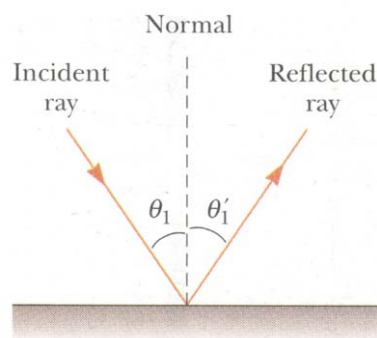
(Optics)



จากทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยการสั่นของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในระนาบที่ตั้งฉากกัน แสงแสดงสมบัติพื้นฐานของคลื่นสี่ประการ คือ การสะท้อน, การหักเห, การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ในบทนี้กล่าวถึง ปรากฏการณ์สะท้อนและหักเหที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่ง

### 15.1 การสะท้อน (Reflection)

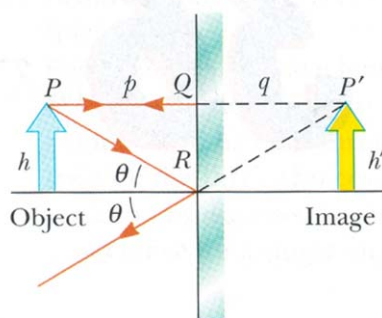
การสะท้อนเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปตกกระทบตัวกลางอื่น และทำให้แสงเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม ทิศของแสงที่สะท้อนทราบได้จากความสัมพันธ์ **มุมตกกระทบ เท่ากับ มุมสะท้อน** โดยที่มุมตกกระทบและมุมสะท้อนวัดโดยเทียบกับเส้นปกติ (Normal) เส้นปกติเป็นเส้นที่ตั้งฉากกับระนาบรอยต่อของตัวกลางทั้งสอง



ภาพที่ 15-1 มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาดเท่ากัน

#### 15.1.1 การสะท้อนกับกระจกเงา

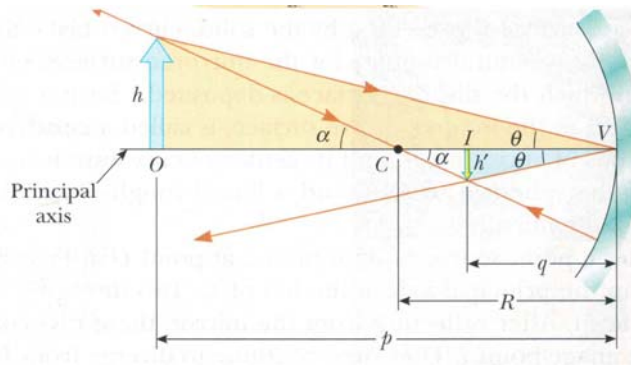
ภาพที่สะท้อนกับกระจกเงาเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง มีขนาดเท่าวัตถุ (กำลังขยายเป็น 1) แต่กลับหน้าหลัง



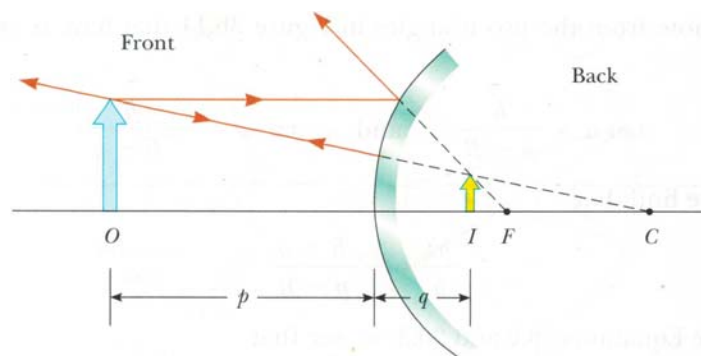
ภาพที่ 15-2 การเขียนรังสีของแสง กรณีการสะท้อนที่กระจกเงา

### 15.1.2 การสะท้อนกับกระจกโค้ง

ลักษณะของภาพขึ้นอยู่กับตำแหน่งการวางวัตถุหน้ากระจกเว้า หรือกระจกนูน



ภาพที่ 15-3 การเขียนรังสีของแสง กรณีการสะท้อนที่กระจกเว้า



ภาพที่ 15-4 การเขียนรังสีของแสง กรณีการสะท้อนที่กระจกนูน

กำหนดสัญลักษณ์  $p$  และ  $q$  เป็น ระยะวัตถุ และ ระยะภาพ ตามลำดับ ระยะทั้งสองสัมพันธ์กันตามสมการ

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f} \tag{15-1}$$

โดยที่  $f$  คือระยะโฟกัส ซึ่งมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของรัศมีความโค้ง ( $R$ ) ของกระจก

กำลังขยาย ( $M$ ) คือขนาดของภาพเทียบกับขนาดวัตถุ ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของระยะภาพต่อระยะวัตถุดังนี้

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{p} \tag{15-2}$$

โดยที่ค่าบวกหรือลบของปริมาณต่าง ๆ ในสมการ 15-2 มีความหมายดังนี้

ปริมาณ	บวก	ลบ
ระยะวัตถุ ( $p$ )	วัตถุอยู่หน้ากระจก (วัตถุจริง)	วัตถุอยู่หลังกระจก (วัตถุเสมือน)
ระยะภาพ ( $q$ )	ภาพอยู่หน้ากระจก (ภาพจริง)	ภาพอยู่หลังกระจก (ภาพเสมือน)
รัศมีความโค้ง ( $R$ )	กระจกเว้า	กระจกนูน
ระยะโฟกัส ( $f$ )		
กำลังขยาย ( $M$ )	ภาพหัวตั้ง	ภาพหัวกลับ

### 15.2 การหักเห (Refraction)

การหักเหเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปยังตัวกลางอื่น เมื่อความเร็วของแสงในตัวกลางทั้งสองแตกต่างกัน จึงทำให้แสงมีแนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ความเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ กำหนดด้วยค่าดัชนีหักเห ในตัวกลางนั้น ๆ ดังนี้

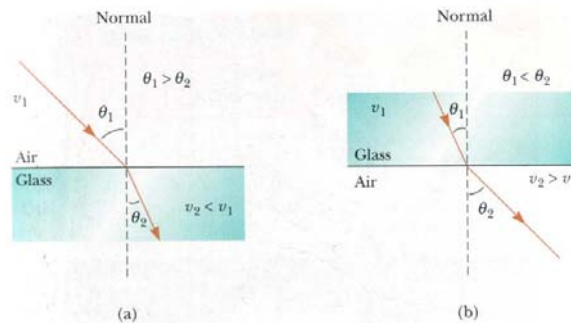
$$n = \frac{c}{v} \tag{15-3}$$

โดยที่  $c$  และ  $v$  คืออัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ และ ในตัวกลางใด ๆ ตามลำดับ

และเนื่องจากการหักเห ทำให้ความถี่แสงไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้น

$$n = \frac{c}{v} = \frac{f\lambda}{f\lambda_n} = \frac{\lambda}{\lambda_n} \tag{15-4}$$

โดยที่  $\lambda$  และ  $\lambda_n$  คือความยาวคลื่นของแสงในสุญญากาศ และ ในตัวกลางใด ๆ ตามลำดับ



ภาพที่ 15-5 (a) การหักเหของแสงจากอากาศเข้าสู่แก้ว (b) การหักเหของแสงจากแก้วออกสู่อากาศ

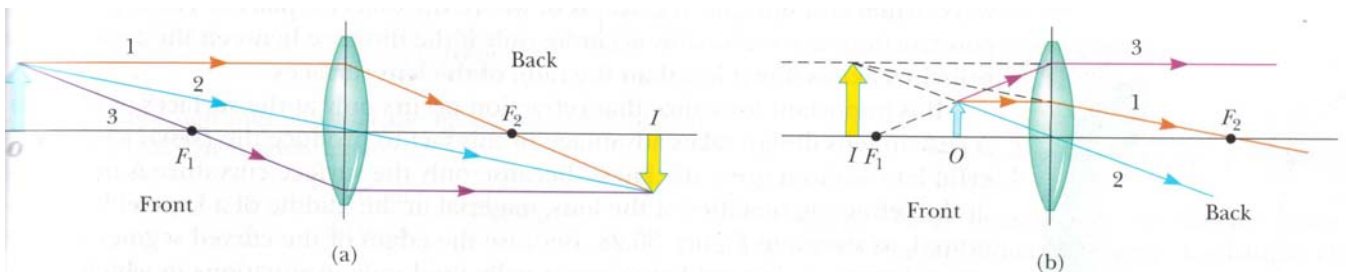
ทิศของแสงที่หักเหสามารถทราบได้จาก กฎของสเนลล์

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \tag{15-5}$$

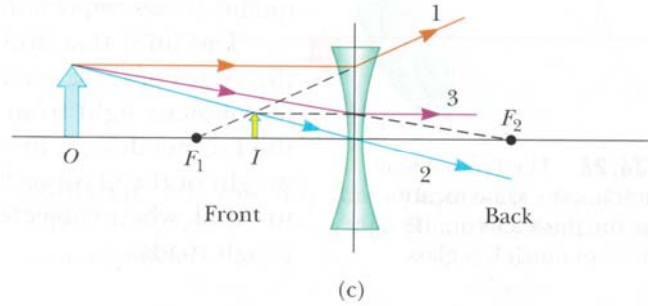
โดยที่  $\theta_1$  และ  $\theta_2$  คือ มุมตกและมุมหักเหวัดเทียบกับเส้นปกติ ตามลำดับ เส้นปกติเป็นเส้นที่ตั้งฉากกับระนาบรอยต่อของตัวกลางทั้งสอง ส่วน  $n_1$  และ  $n_2$  คือ ดัชนีหักเหของตัวกลางที่แสงตกกระทบ และแสงหักเห ตามลำดับ

#### 15.2.1 การหักเหของเลนส์

ลักษณะของภาพขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุที่วางไว้หน้าเลนส์นูน หรือเลนส์เว้า



ภาพที่ 15-6 การเขียนรังสีของแสง กรณีหักเหผ่านเลนส์นูน



ภาพที่ 15-7 การเขียนรังสีของแสง กรณีหักเหผ่านเลนส์เว้า

กำหนดสัญลักษณ์  $p$  และ  $q$  เป็น ระยะวัตถุ และ ระยะภาพตามลำดับ ในกรณีเลนส์บาง ดังนั้นระยะทั้งสองสัมพันธ์กันดังนี้

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \tag{15-6}$$

โดยที่  $f$  คือระยะโฟกัส

กำลังขยาย ( $M$ ) คือขนาดของภาพเทียบกับขนาดวัตถุ ซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนของระยะภาพต่อระยะวัตถุดังนี้

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{p} \tag{15-7}$$

ค่าบวกหรือลบของปริมาณต่าง ๆ ในสมการ 15-7 มีความหมายดังนี้

ปริมาณ	บวก	ลบ
ระยะวัตถุ ( $p$ )	วัตถุอยู่หน้าเลนส์ (วัตถุจริง)	วัตถุอยู่หลังเลนส์ (วัตถุเสมือน)
ระยะภาพ ( $q$ )	ภาพอยู่หลังเลนส์ (ภาพจริง)	ภาพอยู่หน้าเลนส์ (ภาพเสมือน)
ระยะโฟกัส ( $f$ )	เลนส์นูน	เลนส์เว้า

### 15.3 การสะท้อนกลับหมด (Total Internal Reflection)

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหสูงไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหต่ำกว่า แสงจะเกิดการหักเหและมีส่วนที่สะท้อนกลับ จากกฎของสเนลล์ **มุมหักเหมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามมุมตก** เมื่อพิจารณากรณีมุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา เรียกว่าแสงส่วนที่หักเหหมดไปพอดี และเรียกมุมตกกระทบค่านี้ว่า **มุมวิกฤต (Critical Angle,  $\theta_c$ )** ซึ่งมีความสำคัญคือ ถ้าแสงทำมุมตกกระทบด้วยค่าที่มากกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด ไม่มีส่วนที่หักเหออกไป

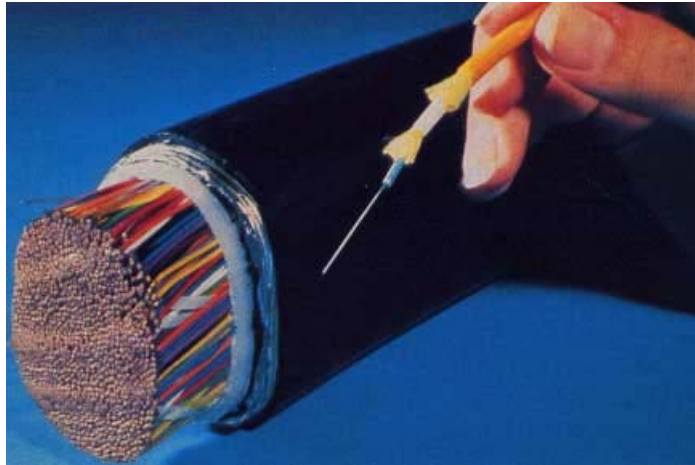
เงื่อนไขที่มุมวิกฤต คือ  $n_2 \sin \theta = n_2 \sin 90^\circ = 1$  แทนค่าในกฎของสเนลล์ ได้ดังนี้

$$n_1 \sin \theta_c = n_2$$

$$\theta_c = \sin^{-1} (n_2 / n_1)$$

ความรู้เรื่องการสะท้อนกลับหมด นำมาใช้ประโยชน์ผลิตใยแก้วนำแสง (Optical Fibers) ที่สามารถส่งแสงจากเลเซอร์ไดโอดไปตามเส้นใยแก้วเป็นระยะทางไกล ๆ ได้ โดยแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดในใยแก้ว (ดัชนีหักเหประมาณ 1.5) โดยทั่วไปใยแก้วนำแสงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ไมโครเมตร ประกอบด้วยแกนกลางเป็นแก้วซิลิกาผสมเจอร์มาเนียมออกไซด์ หุ้มด้วยวัสดุที่มีค่าดัชนีหักเหต่ำกว่าค่าดัชนีหักเหของแกนกลาง เส้นใยแก้วจำนวนมากจะมัดรวมกันและหุ้มชั้นนอกด้วยยางพลาสติก หรือโลหะ เพื่อเสริมความแข็งแรง

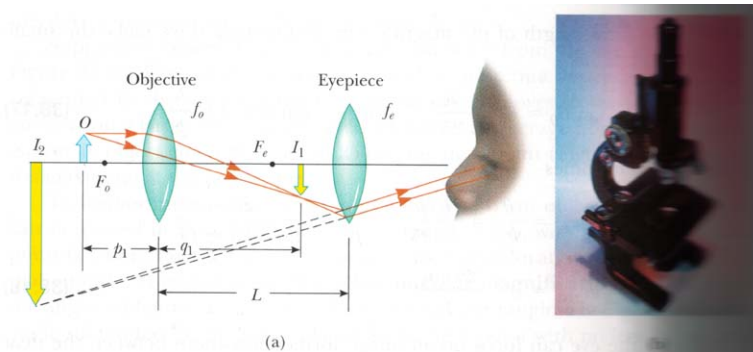
เส้นใยแก้วนำแสง ใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม การส่งข้อมูลแทนสายไฟฟ้า ใช้ในทางการแพทย์ เพื่อตรวจดูภาพอวัยวะภายใน ใช้ในการทหาร และใช้ระบบเซนเซอร์แสง ข้อดีของเส้นใยแก้วคือ ไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปลอดภัย ไม่มีปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรเหมือนสายไฟฟ้าโลหะ มีขนาดเล็ก แต่มีข้อเสียคือ มีราคาแพง บอบบาง และการต่อเส้นใยทำได้ยาก



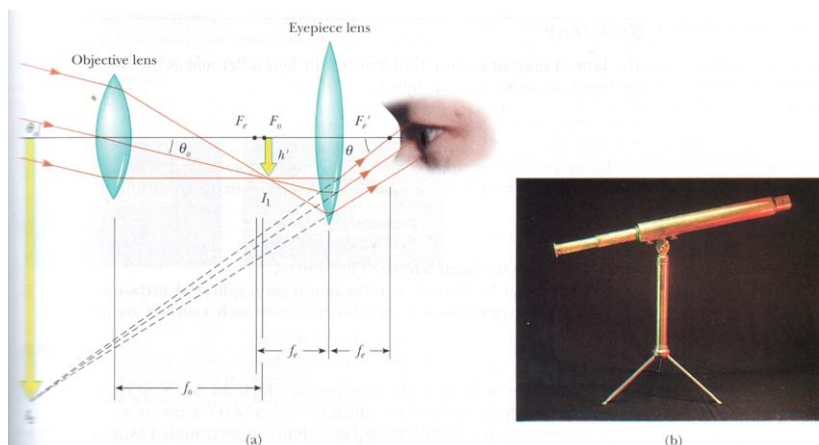
ภาพที่ 15-8 เส้นใยแก้วนำแสง

#### 15.4 กล้องจุลทรรศน์และโทรทรรศน์ (Microscope and Telescope)

กล้องจุลทรรศน์และโทรทรรศน์ ใช้เพิ่มความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่เล็กและวัตถุที่อยู่ไกล โดยใช้หลักการทำงานของระบบเลนส์ ดังแสดงในภาพที่ 15-9 และ 15-10





ภาพที่ 15-9 กล้องจุลทรรศน์



ภาพที่ 15-10 กล้องโทรทรรศน์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

