

การทดลองที่ 11

การศึกษาคุณสมบัติของเลนส์

วัตถุประสงค์การทดลอง

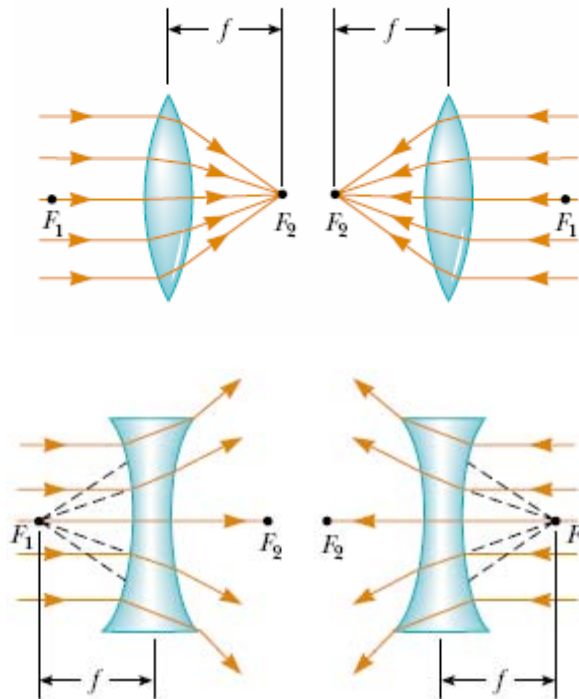
1. ศึกษาสมบัติของเลนส์
2. หาคความยาวโฟกัสของเลนส์

ทฤษฎี

เลนส์บาง

เลนส์บางทำจากแก้วหรือพลาสติกใส อาจจะมีผิวเป็นส่วนโค้งทั้งสองด้านหรือเป็นผิวระนาบด้านหนึ่ง ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะเลนส์ที่มีผิวโค้งทั้งสองด้านและอยู่ชิดกันมากจนไม่คำนึงถึงความหนาของเลนส์

เมื่อแสงเดินทางจากระยะไกลมากลำแสงจะเป็นลำแสงขนาน แสงจะหักเหไปรวมกันที่จุดๆหนึ่ง จุดนั้นคือ จุดโฟกัส (Focus point) ดังรูป 1



รูป 1 แสงหักเหผ่านเลนส์ไปรวมกันที่จุดโฟกัส

การหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากเลนส์ทั้งสองชนิดอาจจะหาได้จากการวาดรูปหรือการคำนวณได้ โดยวิธีการวาดรูปนั้น มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เส้นรังสีที่ขนานกับแกนของเลนส์ เมื่อเดินทางจากวัตถุถึงกึ่งกลางเลนส์แล้วจะหักเหเข้าสู่จุดโฟกัสของเลนส์นั้น และเสมือนมาจากโฟกัสเสมือนของเลนส์ไว้
2. เส้นรังสีที่เดินทางผ่านกึ่งกลางเลนส์จะไม่เบี่ยงเบน และจุดที่เส้นรังสีทั้งสองตัดกันจะเป็นภาพจริง แต่จุดที่เส้นรังสีทั้งสองเสมือนตัดกันจะเป็นภาพเสมือน

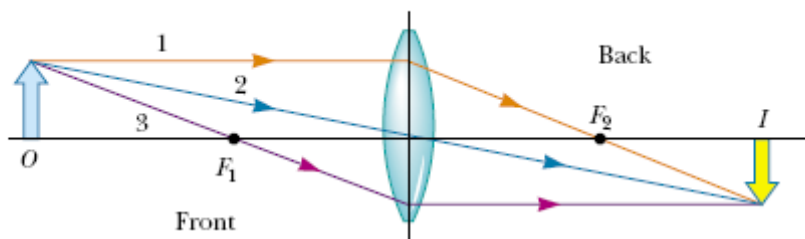
กรณีที่ใช้สูตรในการคำนวณ s คือระยะวัตถุ s' คือระยะภาพและ f คือความยาวโฟกัสของเลนส์ จะได้

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

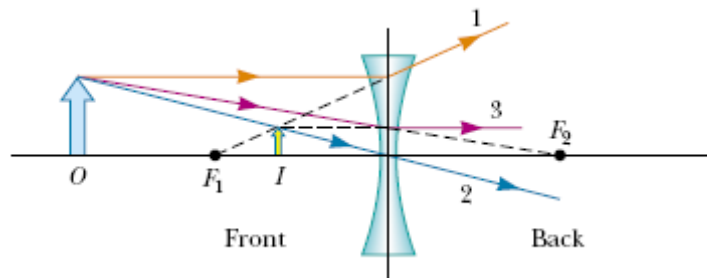
และ กำลังขยายของเลนส์ (m) $= \frac{s'}{s} = \frac{I}{O} \quad (2)$

เมื่อ I คือ ขนาดของภาพ

O คือ ขนาดของวัตถุ



(ก) ภาพซึ่งเกิดจากเลนส์นูน



(ข) ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า

รูป 2 ภาพที่เกิดจากเลนส์

ในการใช้สมการ (1) ต้องคำนึงถึงเครื่องหมายด้วยดังนี้

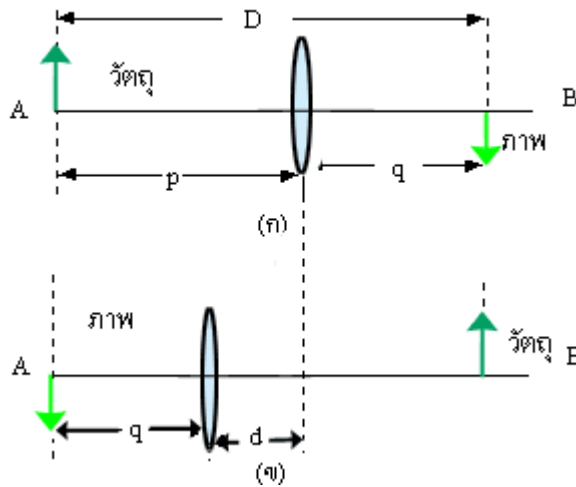
s วัตถุจริงมีเครื่องหมาย + , วัตถุเสมือนมีเครื่องหมาย -

s' ภาพจริงมีเครื่องหมาย + , ภาพเสมือนมีเครื่องหมาย -

f โฟกัสของเลนส์นูนมีเครื่องหมาย + , โฟกัสของเลนส์เว้ามีเครื่องหมาย -

โฟกัสสังยุค (conjugated Focus)

โฟกัสสังยุค คือจุดสองจุด A และ B ซึ่งบอกตำแหน่งของวัตถุและตำแหน่งภาพ ตำแหน่งวัตถุและภาพทั้งสองนี้สามารถสลับกันได้ โดยการเลื่อนตำแหน่งเลนส์ไปจากเดิมเป็นระยะ d



รูป 3 การเกิดโฟกัสสังยุค

รูป 3 (ก) ระยะวัตถุ (p) และระยะภาพ (q) มีความสัมพันธ์กับระยะ AB ดังนี้

$$D = p + q$$

รูป 3 (ข) เมื่อสลับตำแหน่งภาพและวัตถุต้องเลื่อนเลนส์ไปจากเดิม d

$$d = p - q$$

จะได้ระยะวัตถุ $p = \frac{(D + d)}{2}$

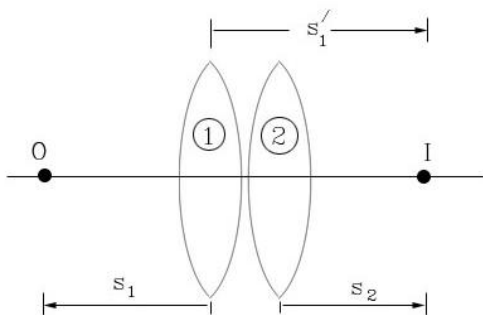
ระยะภาพ $q = \frac{(D - d)}{2}$

ความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{D + d} + \frac{2}{D - d}$$

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad (3)$$

กรณีที่มีเลนส์บางสองอันวางประกบกันโดยเลนส์ทั้งสองมีความยาวโฟกัส f_1 และ f_2 ตามลำดับ ดังรูป 4



รูป 4

แสงจากวัตถุ O ผ่านเลนส์อันที่ 1 ซึ่งมีความยาวโฟกัส f_1 โดยวัตถุ O อยู่ห่างจากเลนส์อันที่ 1 เป็นระยะ s_1 ทำให้เกิดภาพ I_1 ห่างจากเลนส์อันที่ 1 เป็นระยะ s_1' ซึ่งภาพนี้จะเป็นวัตถุของเลนส์อันที่ 2 ต่อไป

จากสูตร $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_1'}$ (4)

ในกรณีนี้เลนส์เป็นเลนส์บางจึงถือได้ว่า $s'_1 = s_2$ คือระยะวัตถุของเลนส์อันที่ 2 แต่วัตถุอยู่หลังเลนส์อันที่ 2 ระยะ s'_1 จึงติดเครื่องหมายลบ

จากสูตร
$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{-s'_1} + \frac{1}{s'_2} \quad (5)$$

ทำสมการ(4) บวกกับ (5) จะได้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_2}$$

จะเห็นได้ว่า s_1 คือระยะวัตถุ s'_2 คือระยะภาพของเลนส์ประกบ ฉะนั้นจะได้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_2} \quad (6)$$

จะได้
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (7)$$

จากสมการ (7) สมการนี้สามารถใช้กับเลนส์ประกบที่มีรูปร่างต่างจากนี้ได้ แต่ต้องคำนึงถึงเครื่องหมายของเลนส์ที่นำมาประกบกันด้วย ปกติภาพที่เกิดจากเลนส์โดยทั่วไปมักไม่คมชัด เราเรียกว่าเกิดความคลาดของเลนส์ เช่น ความคลาดทรงกลม เกิดจากโฟกัสของเลนส์มีหลายจุด ความคลาดตรงค์ เกิดจากแสงสีขาวประกอบด้วยสี 7 สี ซึ่งแต่ละสีจะมีความยาวคลื่นต่างกัน ทำให้แสงหักเหผ่านเลนส์ด้วยมุมที่ต่างกันโดยจุดโฟกัสของแสงสีม่วงจะอยู่ใกล้เลนส์มากกว่าแสงสีแดง

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|--|--------|
| 1. ชุดรางแสง ซึ่งเป็นรางเลื่อนพร้อมที่ยึดเลนส์ที่สามารถเลื่อนไปมาบนรางเลื่อน | 1 ชุด |
| 2. หลอดไฟ (6 โวลต์ , 3 วัตต์) | 1 หลอด |
| 3. เลนส์นูนขนาด $\phi=40$ mm $f=100 \pm 2$ mm | 1 ชิ้น |
| 4. เลนส์นูนขนาด $\phi=30$ mm $f=50 \pm 2$ mm | 1 ชิ้น |
| 5. เลนส์เว้าขนาด $\phi=30$ mm $f=75 \pm 4$ mm | 1 ชิ้น |
| 6. วัตถุรูป 1 (วัตถุที่มีลักษณะคล้ายเลข 1) | 1 ชิ้น |
| 7. ฉากรับภาพ | 1 ชิ้น |

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 หาคความยาวโฟกัสของเลนส์นูน โดยการวัดระยะวัตถุและระยะภาพ

- วางวัตถุรูป 1 หน้าหลอดไฟ วางเลนส์นูนที่ต้องการหาคความยาวโฟกัสไว้ระหว่างวัตถุกับจอภาพ เลื่อนเลนส์นูนไปมาจนเกิดภาพจริงหัวกลับบนฉาก ถ้าไม่สามารถเห็นภาพได้ให้จัดระยะระหว่างวัตถุกับฉากใหม่
- วัดระยะระหว่างวัตถุกับเลนส์ (s)
- วัดระยะระหว่างเลนส์กับฉาก (s')

4. คำนวณหา f จากสูตร $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้งแล้วหาค่า f เฉลี่ย

ตอนที่ 2 หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนโดยใช้โฟกัสสังยุค

1. วางวัตถุรูป 1 หน้าหลอดไฟ วางเลนส์นูนที่ต้องการหาความยาวโฟกัสไว้ระหว่างวัตถุกับจอภาพ เลื่อนเลนส์นูนไปมาจนเกิดภาพจริงหัวกลับบนฉาก ถ้าไม่สามารถเห็นภาพได้ให้จัดระยะระหว่างวัตถุกับฉากใหม่
2. วัดระยะระหว่างวัตถุกับฉาก (D) และบันทึกระยะวัตถุ (p)
3. สลับตำแหน่งระหว่างวัตถุกับฉากจากนั้นเลื่อนเลนส์ไปมาจนเกิดภาพจริงหัวกลับบนฉากอีกครั้ง
4. บันทึกระยะภาพ (q)
5. หาระยะที่เลนส์เลื่อนไปจากระยะเดิม $d = p - q$
6. คำนวณหาความยาวโฟกัสของเลนส์โดยใช้สมการ $f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$
7. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้งแล้วหา f เฉลี่ย

ตอนที่ 3 หาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าโดยใช้เลนส์ประกบ

1. นำเลนส์นูนขนาด $\Phi = 30 \text{ mm}$ $f = 50 \pm 2 \text{ mm}$ มาประกบกับเลนส์เว้าที่ต้องการหาค่าความยาวโฟกัส
2. วางวัตถุรูป 1 หน้าหลอดไฟ วางเลนส์ประกบจากข้อ 1 ที่ต้องการหาความยาวโฟกัสไว้ระหว่างวัตถุกับจอภาพ เลื่อนเลนส์นูนไปมาจนเกิดภาพจริงหัวกลับบนฉาก ถ้าไม่สามารถเห็นภาพได้ให้จัดระยะระหว่างวัตถุกับฉากใหม่
3. วัดระยะระหว่างวัตถุกับเลนส์ (s)
4. วัดระยะระหว่างเลนส์กับฉาก (s')
5. คำนวณหาความยาวโฟกัสของเลนส์ประกบ (f_c) จากสูตร $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$
6. คำนวณหาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้า (f_v) จาก $\frac{1}{f_v} = \frac{1}{f_c} - \frac{1}{50}$
7. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้งแล้วหา f_v เฉลี่ย

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 11 การศึกษาคุณสมบัติของเลนส์

ชื่อผู้ทดลอง 1. รหัส กลุ่ม

ชื่อผู้ร่วมทดลอง 2. รหัส กลุ่ม

3. รหัส กลุ่ม

4. รหัส กลุ่ม

ทำการทดลองวันที่ เวลา.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน โดยการวัดระยะวัตถุและระยะภาพ

ครั้งที่	ระยะวัตถุ (s) mm	ระยะภาพ (s') mm	ความยาวโฟกัส (f) mm
1			
2			
3			
ความยาวโฟกัสเฉลี่ย			

ตอนที่ 2 หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนโดยการใช้โฟกัสสังยุค

ครั้งที่	ระยะ D mm	ระยะ p mm	ระยะ q mm	ระยะ d mm	ความยาวโฟกัส f mm
1					
2					
3					
ความยาวโฟกัสเฉลี่ย					

ตอนที่ 3 หาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้าโดยใช้เลนส์ประกบ

ครั้งที่	ระยะวัตถุ (s) mm	ระยะภาพ (s') mm	ความยาวโฟกัสเลนส์ประกบ (f_c) mm	ความยาวโฟกัสเลนส์เว้า (f_v) mm
1				
2				
3				
ความยาวโฟกัสเฉลี่ย				

ลงชื่อ.....อาจารย์

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

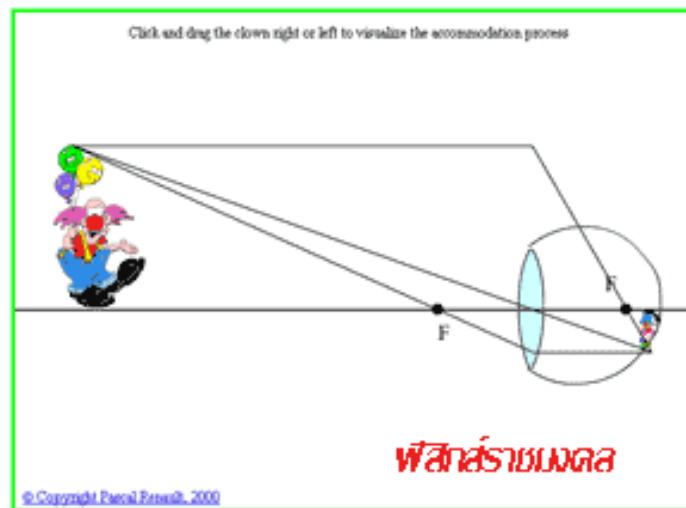
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

<http://203.158.100.140/labphysics2>



การทดลองเรื่องตาและการมองเห็น

การทดลองนี้จะทำให้ท่านทราบว่าสายตาสั้นกับสายตายาวเกิดจากสาเหตุใด คลิกครับ

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	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

