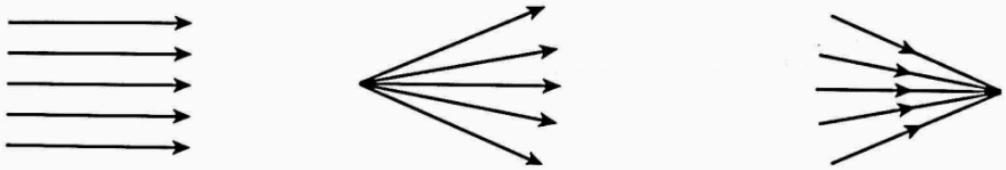
แสง

การเคลื่อนที่ของแสง

การเคลื่อนที่ของแสงมีแนวทางเป็นเส้นตรง เรียกแนวการเคลื่อนที่ของแสงว่า **รังสีแสง** ลักษณะของรังสีแสงมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. **รังสีขนาน (parallel beam)** เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ไกลมาก
2. **รังสีถ่าง (diverging beam)** เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุด
3. **รังสีตีบ (converging beam)** เกิดจากลำแสงขนานสะท้อนที่กระจกเว้า หรือหักเหผ่านเลนส์นูนทำให้ลำแสงเบนเข้าหากัน



รังสีขนาน **รังสีถ่าง** **รังสีตีบ**

หน่วยวัดระยะทางในอวกาศ

1. **หน่วยดาราศาสตร์ (A.U.)** คือระยะทางซึ่งเปรียบเทียบกับระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ (1.5×10^{11} เมตร) โดย **1 A.U. = 1.5×10^{11} เมตร**
2. **หน่วยปีแสง** คือระยะทางที่แสงเดินทางได้ใน 1 ปี

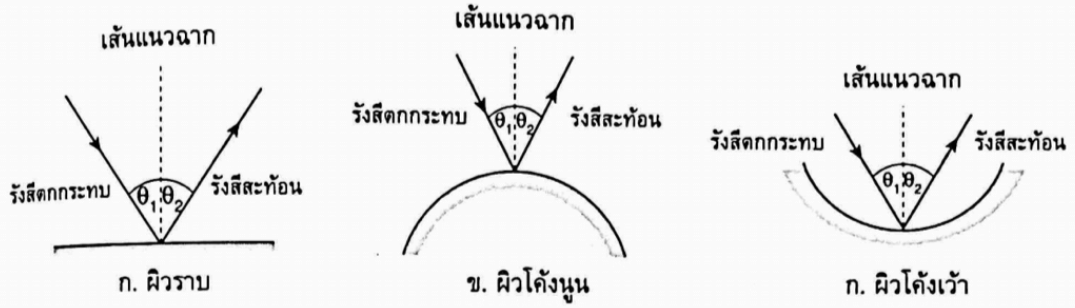
1. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ไกลจากโลก 2.5 ปีแสง ถ้ายานอวกาศใช้อัตราเร็ว 3×10^4 เมตร/วินาที จะใช้เวลาเดินทางจากโลกถึงดาวฤกษ์ดวงนี้ในเวลากี่ปี

2. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ห่างจากโลก 5 A.U. แสงจากดาวฤกษ์ดวงนี้ จะใช้เวลานานเท่าไร จึงมาถึงโลก (1 A.U. = 1.5 $\times 10^{11}$ เมตร)

3. ถ้าต้องการยิงจรวดให้ชนดวงอาทิตย์ ในเวลา 1.6 ปี ต้องทำให้จรวดมีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่าใด (1 A.U. = 1.5 $\times 10^{11}$ เมตร)

การสะท้อนแสง (Reflection of Light)

การสะท้อนของแสงเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นค่าหนึ่งไปยังอีกตัวกลางที่มีความหนาแน่นอีกค่าหนึ่ง หรือแสงเดินทางไปกระทบสิ่งกีดขวางหรือผิวสะท้อน จะเกิดการสะท้อนแสง

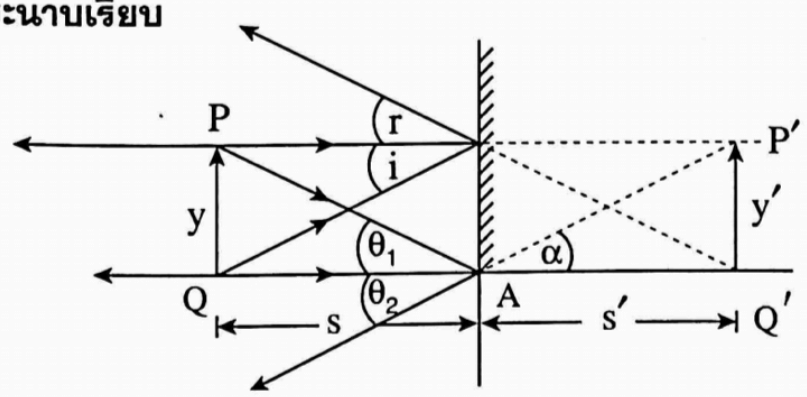


การสะท้อนของแสงที่วัตถุผิวเรียบแบบต่าง ๆ

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน

2. มุมตกกระทบ (θ_1) = มุมสะท้อน (θ_2)

การหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวระนาบเรียบ



แสดงการเกิดภาพของวัตถุที่มีขนาดจากกระจกเงาราบ

กำหนดให้ s แทนระยะวัตถุ
s′ แทนระยะภาพ
y แทนความสูงหรือขนาดของวัตถุ
y′ แทนความสูงหรือขนาดของภาพ

$$s = s'$$

ระยะวัตถุ = ระยะภาพ

$$y = y'$$

ขนาดวัตถุ = ขนาดภาพ

อัตราส่วนของขนาดภาพต่อขนาดวัตถุ เรียกว่า**กำลังขยาย (m)** ดังนั้น

$$m = \frac{y'}{y}$$

หรือ

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

จากการศึกษาเรื่องกระจกเงาราบพบว่า y′ = y และ s′ = s ดังนั้น **กำลังขยาย (m) ของกระจกเงาราบเท่ากับ 1**

4. วางกระจกเงาราบ 2 บานจรดกันทำมุม 60° หันหน้าเข้าหากัน ถ้าส่งลำแสงให้ขนานกับกระจกบานแรกไปกระทบบานที่สอง แสงสะท้อนครั้งที่สองจากกระจกชุดนี้จะทำมุมกับกระจกบานแรกเท่าใด

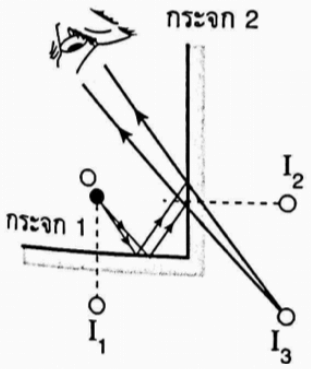
5. ชายคนหนึ่งยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบโดยห่างจากกระจกเป็นระยะ x เมตร ถ้าเลื่อนกระจกหนีออกจากชายคนนั้นออกไปเป็นระยะ y จากเดิมจงหาภาพของชายคนนั้นจะอยู่ห่างจากตำแหน่งภาพเดิมเท่าใด

6. เลื่อนกระจกเงาระนาบเข้าหาชายคนหนึ่งด้วยอัตราเร็ว 2เมตร/วินาที อยากทราบว่าภาพของชายคนนี้จะเลื่อนด้วยอัตราเร็วเท่าใด

7. เด็กคนหนึ่งสูง 180 เซนติเมตร ยืนมองดูภาพตนเองในกระจกเงาซึ่งติดไว้ที่ฝาผนัง ถามว่ากระจกเงาจะต้องมีส่วนสูงน้อยที่สุดเท่าใดและจะต้องติดตั้งไว้สูงจากพื้นดินเท่าใด เด็กคนนั้นจึงจะเห็นภาพเขาทั้งตัว ในกระจกเงานี้ ถ้าตาของเขาอยู่สูงจากพื้น 170 เซนติเมตร

จำนวนภาพที่เกิดในกระจกเงาระนาบสองบานวางทำมุม θ ต่อกัน

เมื่อนำกระจกเงาระนาบ 2 บาน วางหันหน้าเข้าหากัน โดยทำมุม θ ต่อกันดังรูป แล้วนำวัตถุวางไว้ระหว่างกระจกทั้งสอง จะปรากฏเกิดภาพขึ้นจากกระจกทั้งสองโดยจำนวนภาพที่เกิดหาได้จากสูตร



จำนวนภาพที่เกิดขึ้น (n) = $\frac{360^\circ}{\theta} - 1$

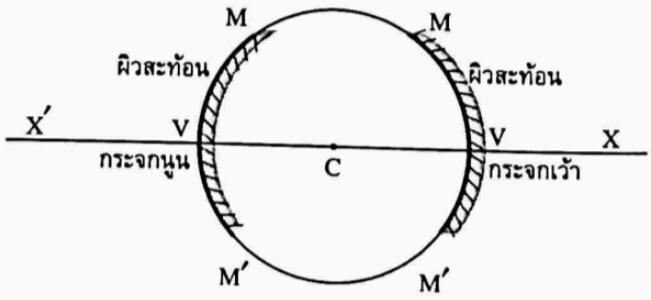
8. จงคำนวณหาจำนวนภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบ 2 บาน วางทำมุมกัน

ก. 0° ข. 30° ค. 45°

ง. 60° จ. 90° ฉ. 180°

1. **กระจกเว้า (Concave mirror)** หมายถึง กระจกโค้งที่มีผิวสะท้อนอยู่ด้านในของส่วนโค้งของทรงกลมดังรูป

2. **กระจกนูน (Convex mirror)** หมายถึง กระจกโค้งที่มีผิวสะท้อนอยู่ด้านนอกของส่วนโค้งของทรงกลม ดังรูป



จุดโฟกัส (F) จะอยู่ที่กึ่งกลางระหว่าง V กับ C ได้ว่า

$f = \frac{R}{2}$ f คือความยาวโฟกัสของกระจกโค้ง

สรุปสูตรที่ใช้คำนวณ

จากความสัมพันธ์ของ s, s′ และ f ของกระจกเงาโค้งได้ว่า

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

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

การกำหนดเครื่องหมายของ f, s, s′ ของกระจกโค้ง เป็นดังนี้

1. **f (ความยาวโฟกัส)** = + เมื่อเป็นจุดโฟกัสจริง (กระจกเว้า)
   = − เมื่อเป็นจุดโฟกัสเสมือน (กระจกนูน)
2. **s (ระยะวัตถุ)** = + เมื่อเป็นวัตถุจริง วางอยู่หน้ากระจก
   = − เมื่อเป็นวัตถุเสมือนวางอยู่หลังกระจก
3. **s′ (ระยะภาพ)** = + เมื่อเป็นภาพจริงแสงตัดกันจริงอยู่หน้ากระจก
   = −เมื่อเป็นภาพเสมือนแสงเสมือนว่าตัดกันอยู่หลังกระจก
4. **m (กำลังขยาย)** = + เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพจริง
   = − เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพเสมือน

ลักษณะของภาพจริง และภาพเสมือนจากกระจกโค้ง

1. **ภาพจริง** เกิดเมื่อแสงจากวัตถุมาตกกระทบที่ผิวกระจกแล้วสะท้อนแสงมาตัดกันจริง ๆ บริเวณด้านหน้ากระจกลักษณะภาพจะกลับหัวกับวัตถุ ภาพที่เกิดต้องนำฉากมารับบริเวณด้านหน้ากระจกจึงจะปรากฏภาพบนฉาก

2. **ภาพเสมือน** เกิดเมื่อแสงจากวัตถุมาตกกระทบที่ผิวกระจก แล้วสะท้อนแสงในลักษณะกระจายออก คล้ายว่าออกมาจากแหล่งกำเนิดบริเวณด้านหลังกระจก ลักษณะภาพหัวตั้งแบบเดียวกับวัตถุ ภาพที่เกิดจะปรากฏด้านหลังกระจก สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าไม่ต้องนำฉากมารับ

9. กระจกเว้าบานหนึ่งมีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร จงหาตำแหน่ง ชนิดและกำลังขยายของภาพเมื่อวางวัตถุไว้ ณ ตำแหน่งที่ห่างจากกระจก

ก) ไกลมาก ๆ

ข) 60 ซม.

ค) 40 ซม.

ง) 30 ซม.

จ) 10 ซม.

ฉ) 20 ซม.

10. กระจกนูนบานหนึ่งมีรัศมีความโค้ง 20 เซนติเมตร จงหาชนิด ตำแหน่ง และกำลังขยายของภาพเมื่อวางวัตถุไว้ ณ ตำแหน่งที่ห่างจากกระจก

ก. ไกลมาก ๆ **ข. 40 ซม.** **ค. 10 ซม.**

11. กระจกโค้งบานหนึ่งมีความยาวโฟกัส f เมื่อวางวัตถุห่างจากกระจก s จะเกิดภาพมีกำลังขยาย m จงพิสูจน์ว่า $m = \frac{f}{s-f}$

12. กระจกโค้งบานหนึ่งมีความยาวโฟกัส f เมื่อวางวัตถุห่างจากกระจกระยะหนึ่งปรากฏเกิดภาพห่างจากกระจก s' มีกำลังขยายของภาพ m จงพิสูจน์ว่า $m = \frac{s'-f}{f}$

13. เมื่อวางวัตถุหน้ากระจกโค้งห่าง 25 เซนติเมตรปรากฏว่าได้ภาพจริงขนาด 2 เท่า ของวัตถุบนฉาก จงหาชนิดและรัศมีความโค้งของกระจก

14. จงหาชนิดและความยาวโฟกัสของกระจกโค้งที่ให้ภาพขนาด $\frac{1}{4}$ เท่าของวัตถุ เมื่อวัตถุวางห่างกระจก 40 เซนติเมตร

ประโยชน์จากการใช้กระจกในชีวิตประจำวัน

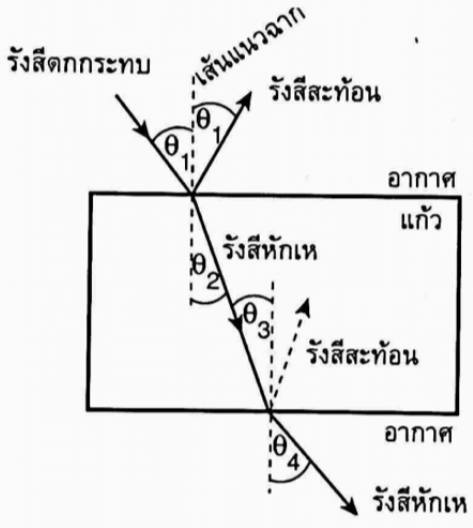
1. **กระจกเงาราบ** ใช้ส่องดูตนเองช่วยในการแต่งตัว ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเพื่อสะท้อนภาพไปยังฉากใช้ติดรถยนต์เพื่อส่องดูด้านหลังและด้านข้าง

2. **กระจกเว้า** ใช้ส่องดูฟันสำหรับทันตแพทย์เพื่อขยายให้ได้ภาพใหญ่สะดวกต่อการรักษา ใช้กับกล้องจุลทรรศน์ เพื่อช่วยรวมแสงให้ไปตกบนแผ่นสไลด์ทำให้มองเห็นภาพชัดขึ้น

3. **กระจกนูน** ใช้ติดรถยนต์เพื่อส่องดูหลัง เช่นเดียวกับกระจกเงาราบแต่มุมมองกว้างกว่า ใช้ติดตามทางเลี้ยว ทางแยก เพื่อช่วยให้มองเห็นรถที่วิ่งมาคนละด้าน ใช้ติดในห้างสรรพสินค้า เพื่อช่วยการมองเห็นได้กว้างขึ้น แม้แต่ตำแหน่งที่มีชั้นของบัง ทำให้เห็นพวกที่แอบขโมยสินค้า

การหักเหของแสง (Refraction of Light)

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ที่ผิวรอยต่อของตัวกลางทั้งสองนี้แสงส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับโดยทำมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนและอีกส่วนหนึ่งจะหักเหผ่านเข้าไปในตัวกลางที่สอง โดยทิศทางของรังสีจะหักเหออกจากแนวเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **การหักเห (Refraction)**



การหักเหของแสง กล่าวคือ เมื่อ

θ_1 คือมุมตกกระทบ

θ_2 คือมุมหักเห

λ_1, λ_2 คือความยาวคลื่นในตัวกลางที่ 1 และ 2

v_1, v_2 คืออัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่ 1 และ 2

จะได้ว่า

ดัชนีหักเห (Refractive index) "n"

คือ อัตราส่วนของอัตราเร็วของแสงในสูญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

เมื่อ c คืออัตราเร็วของแสงในสูญญากาศหรืออากาศ = 3×10^8 m/s

v คืออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

n คือดัชนีหักเหของตัวกลางนั้น ๆ

จะได้ว่า $\mathbf{n = \frac{c}{v}}$ หน่วยของดัชนีหักเหไม่มี

ค่าดัชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1 แต่ถ้าเป็นตัวกลางอื่น ๆ อัตราเร็วของแสงจะน้อยกว่าอัตราเร็วของแสงในอากาศค่าดัชนีหักเหของตัวกลางนั้นจะมากกว่า 1 ดังนั้น **ดัชนีหักเห (n) ≥ 1**

ดังนั้นจาก (1) $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$ ...(2)

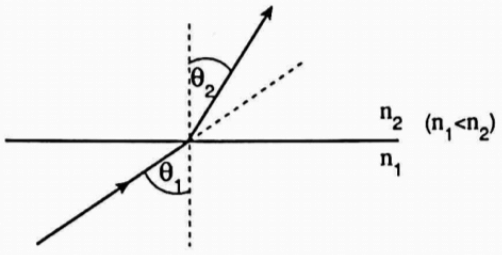
จาก (2) $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ **เรียกว่ากฎการหักเหของสเนลล์ (Snell's law)**

หลักการเขียนแนวรังสีหักเห

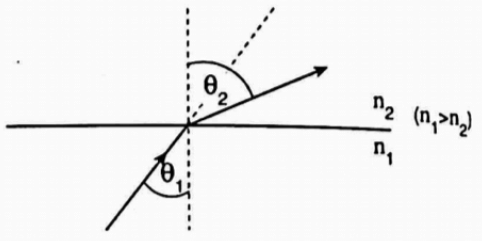
1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปมาก หรือจากอัตราเร็วมากไปน้อย รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก

2. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปน้อย หรือจากอัตราเร็วน้อยไปมาก รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก

มุมวิกฤต และการสะท้อนกลับหมด

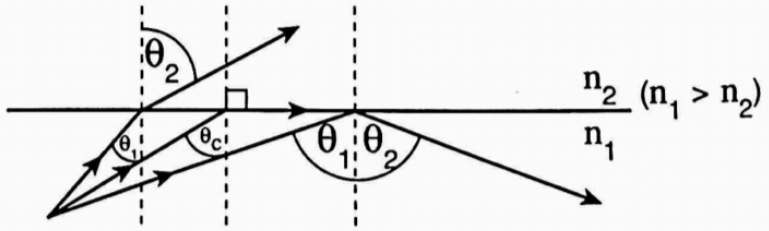


รูป (ก)



รูป (ข)

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลาง (1) ที่มีดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลาง (2) ที่มีดัชนีหักเหน้อย แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก ถ้ามุมตกกระทบ (θ_1) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงมุมขนาดหนึ่งจะทำให้มุมหักเหโตเท่ากับ 90 องศา ดังรูป 12.6 เราเรียกมุมตกกระทบนี้ว่า **มุมวิกฤต (Critical Angle" θ_c")**



รูปแสดงการเกิดมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

15. แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางด้วยอัตราเร็ว 2.25×10^8 เมตร/วินาที อยากทราบว่าตัวกลางนี้มีค่าดัชนีหักเหเท่าใด

16. ดัชนีหักเหของแก้วมีค่า 1.5 จงหาอัตราเร็วของแสงในแก้วเป็นเท่าใด

17. ถ้าดัชนีหักเหของน้ำ และแก้วเป็น $\frac{4}{3}$ และ $\frac{3}{2}$ ตามลำดับ จงหาดัชนีหักเหของน้ำเทียบกับแก้วมีค่าเท่าใด

18. ถ้าเพชรมีดัชนีหักเห 2.42 มุมวิกฤตของเพชรจะมีค่าเท่าใด

19. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแก้วซึ่งมีดัชนีหักเห $\frac{3}{2}$ สู่อากาศ จงหามุมตกกระทบที่ทำให้แสงเกิดการ สะท้อนกลับหมดในแก้ว

การหักเหของแสงเมื่อผ่านเลนส์บาง

สรุปสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องเลนส์บาง

จากความสัมพันธ์ของ s, s′ และ f ของเลนส์จะได้ว่า

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

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

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

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

การกำหนดเครื่องหมายของ f, s, s′ ของเลนส์ เป็นดังนี้

1. **f (ความยาวโฟกัส)** = + เมื่อเป็นจุดโฟกัสจริง (เลนส์นูน)
   = − เมื่อเป็นจุดโฟกัสเสมือน (เลนส์เว้า)
2. **s (ระยะวัตถุ)** = + เมื่อเป็นวัตถุจริงวางอยู่หน้าเลนส์
   = − เมื่อเป็นวัตถุเสมือนวางอยู่หลังเลนส์
3. **s′(ระยะภาพ)** = + เมื่อเป็นภาพจริงแสงตัดกันจริงอยู่หลังเลนส์
   = − เมื่อเป็นภาพเสมือนแสงเสมือนว่าตัดกันอยู่หน้าเลนส์
4. **m (กำลังขยาย)** = + เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพจริง
   = − เมื่อเป็นกำลังขยายของภาพเสมือน

22. เลนส์นูนความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร เมื่อวางวัตถุสูง 5 เซนติเมตร ไว้ห่างจากเลนส์ 15 เซนติเมตร จงหาชนิด ตำแหน่งและขนาดของภาพ

23. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์เว้าห่างจากเลนส์ 15 เซนติเมตร เกิดภาพห่างจากเลนส์ 10 เซนติเมตรจงหาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้า

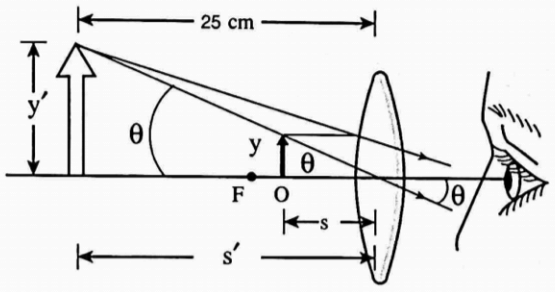
ทัศนอุปกรณ์

คืออุปกรณ์ทางแสงที่อาศัยความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ เพื่อประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ดังจะได้ศึกษาต่อไปนี้

แว่นขยาย (Magnifying Glass)

แว่นขยายคือ เลนส์นูนอันเดียวมีกรอบล้อมรอบแบบต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกในการจับถือ หรือเหมาะกับงานที่ใช้ เช่น กล้องส่องพระ, แว่นหมอดู เป็นต้น

หลักการของแว่นขยาย คือต้องการขยายให้เห็นภาพมีขนาดใหญ่กว่าขนาดวัตถุ ดังนั้นต้องวางวัตถุให้มีระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์นูน จึงจะได้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุและถ้าจะให้เห็นภาพได้ชัดเจนตำแหน่งของภาพหรือระยะภาพจะมีค่าประมาณ 25 ซม.

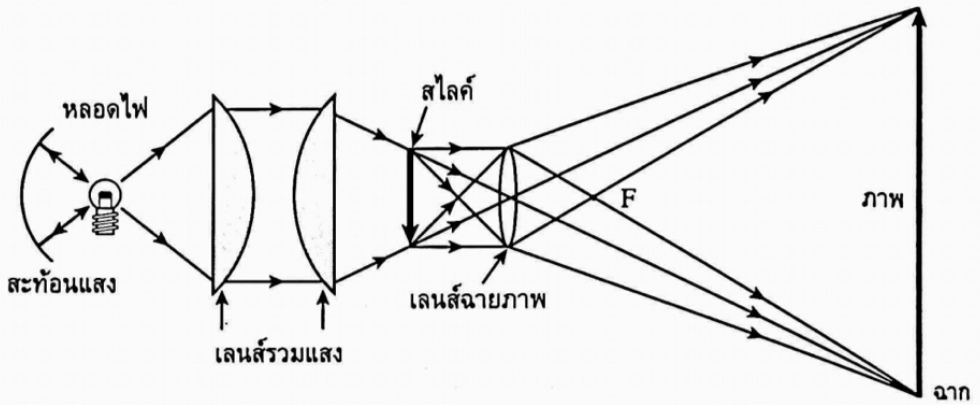


การขยายภาพของแว่นขยาย

26. กล้องส่องพระอันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 5 เซนติเมตร ต้องการส่องดูพระสมเด็จให้เห็นภาพชัดที่สุดต้องวางพระห่างจากเลนส์ของกล้องส่องเท่าไร และจะเห็นภาพมีกำลังขยายกี่เท่า

เครื่องฉายภาพนิ่ง (Slide Projection)

เครื่องฉายภาพนิ่ง มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



ภาพการหักเหของแสงภายในเครื่องฉายภาพนิ่ง

หลักการของเครื่องฉายภาพนิ่ง แผ่นสไลด์จะวางอยู่ระหว่างเลนส์รวมแสงและเลนส์ฉายภาพ โดยจะต้องวางอยู่ห่างจากเลนส์ฉายภาพระหว่าง f ถึง 2f ของเลนส์ฉายภาพ เพื่อจะได้เกิดภาพจริงขนาดขยายใหญ่บนฉากหรือจอภาพ

27. เครื่องฉายสไลด์ ขนาด 2.5 × 3.5 เซนติเมตร ให้ภาพปรากฏชัดเจนบนจอภาพซึ่งห่างออกไป 5 เมตร โดยเลนส์ฉายภาพ มีความยาวโฟกัส 25 เซนติเมตร จะได้ภาพมีขนาดขยายเท่าไร และภาพมีพื้นที่เท่าไร

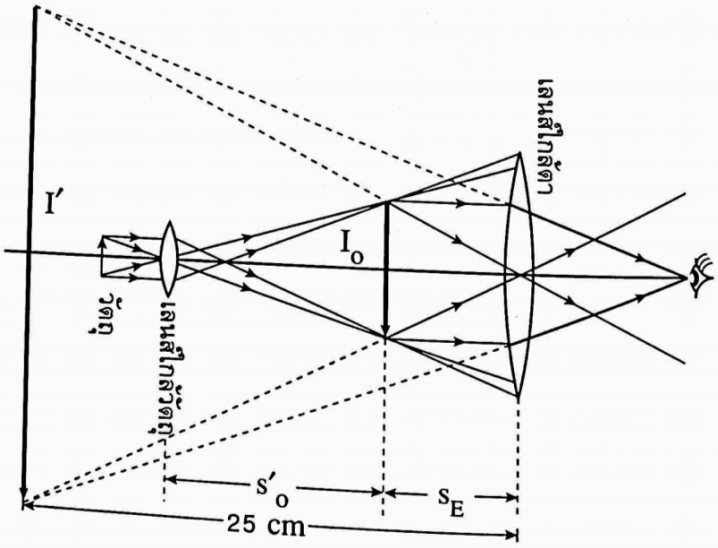
กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยขยายภาพของวัตถุเล็กๆ เช่น เนื้อเยื่อ เม็ดเลือด หรือเซลล์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

หลักการเกิดภาพของกล้องจุลทรรศน์

1. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งมีความยาวโฟกัสสั้นมากๆ ($s_o > f_o$) ทำให้ได้ภาพจริงขนาดใหญ่ที่ I_o ซึ่งอยู่ระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุ และเลนส์ใกล้ตา

2. ปรับระยะเลนส์ใกล้ตาให้ I_o ไปเกิดอยู่ระหว่างจุดโฟกัสของเลนส์ใกล้ตากับตัวเลนส์ใกล้ตา ขณะนี้ I_o ประพฤติตัวเป็นวัตถุจริงของเลนส์ใกล้ตา เมื่อแสงหักเหผ่านเลนส์ใกล้ตาแล้วจะเสมือนว่ามาจากตำแหน่งที่ไกลออกไปด้านหน้ากล้องจึงเกิดภาพเสมือนขนาดขยายใหญ่ (I') ถ้าจะให้มองเห็นชัดเจนระยะภาพครั้งสุดท้ายจากเลนส์ใกล้ตาควรห่าง 25 เซนติเมตร (s'_E = 25 cm)



การขยายภาพของกล้องจุลทรรศน์

28. **กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา ซึ่งมีความยาวโฟกัส 1 เซนติเมตร และ 2.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าวางวัตถุห่างจากเลนส์ใกล้วัตถุ 1.2 เซนติเมตร แล้วภาพสุดท้ายห่างจากเลนส์ใกล้ตา 25 เซนติเมตร จงหา**

ก. **กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์**

ข. **ความยาวของกล้องจุลทรรศน์**

ความสว่าง (Illuminance)

ความสว่าง ในที่นี้หมายถึงความสว่างของแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ที่แสงตกกระทบ หรือฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นใน 1 ตารางเมตร (หรือตารางหน่วย)

กำหนดให้ F เป็นฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกบนพื้น มีหน่วยเป็น ลูเมน "lm"

A เป็นพื้นที่รับแสง มีหน่วยเป็น ตารางเมตร "m^2"

E เป็นความสว่างมีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร "lm/m^2" หรือ ลักซ์ "lx"

จากนิยาม

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

หรือ

$$E = \frac{F}{A}$$

29. หลอดไฟฟ้าแบบไส้ 60 วัตต์ 5 หลอด แต่ละหลอดมีฟลักซ์ส่องสว่าง 850 ลูเมน มีตัวสะท้อนแสง ทำให้แสงทั้งหมดตกบนพื้นที่ 4 ตารางเมตร จงหาความสว่างบนพื้นที่นี้

30. ห้องผ่าตัดต้องการความสว่างบนเตียงผ่าตัด 10,000 ลักซ์ ถ้าพื้นที่รับแสงทั้งหมด 6 ตารางเมตร โดยหลอดไฟมีทั้งหมด 10 ดวง ถ้าตัวสะท้อนแสงและอุปกรณ์ต่างๆ มีการสูญเสียพลังงานแสง 20% อยากทราบว่าหลอดไฟแต่ละดวงมีฟลักซ์ส่องสว่างกี่ลูเมน

31. หอประชุมแห่งหนึ่งกว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร สูง 5 เมตร ที่เพดานติดหลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซนต์ขนาดดวงละ 40 วัตต์ (มีฟลักซ์ส่องสว่าง 2,700 ลูเมน) ถ้าตัวสะท้อนแสงไม่มีการสูญเสียพลังงานแสงเลย และต้องการให้ได้ความสว่างโดยเฉลี่ย 150 ลักซ์ จะต้องติดหลอดไฟประมาณกี่หลอด

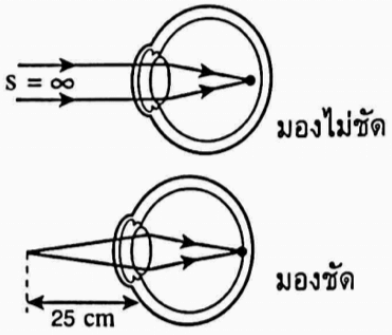
ตาและการมองเห็นสี

ในคนปกติ การมองวัตถุตำแหน่งที่เห็นภาพชัดเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากนัยน์ตาออกไป ตั้งแต่ 25 เซนติเมตร จนถึงระยะอนันต์ เราเรียกตำแหน่งใกล้สุดที่เห็นภาพชัดว่า**จุดใกล้ (near point)** และตำแหน่งไกลสุดที่เห็นภาพชัดว่า **จุดไกล (far point)** ดังรูป

การรับแสงเมื่อสายตาปกติ

ตาของคนบางคนอาจมองวัตถุมีจุดใกล้และจุดไกลต่างจากค่าปกติ ซึ่งกล่าวได้ว่าคนพวกดังกล่าวมีความผิดปกติของตา ซึ่งมีด้วยกัน 2 ประเภท

1. สายตาสั้น (Myopia)

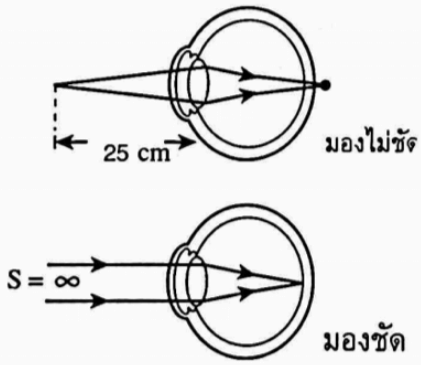


คนสายตาสั้น เกิดจากลูกตายาวกว่าปกติ ทำให้แสงที่มาจากระยะไกล ๆ ไปตกไม่ถึงเรตินา จึงทำให้มองเห็นภาพไม่ชัด

การแก้ไขเมื่อแสงที่มาจากระยะไกลมาก ต้องสวมแว่นที่ช่วยกระจายแสงออกเพื่อให้แสงไปตกที่เรตินา จึงจะเห็นภาพชัดเจน ดังนั้น **แว่นที่สวมต้องเป็นเลนส์เว้า**

สรุป เลนส์เว้าที่ใช้ทำแว่นคนสายตาสั้นมีขนาดความยาวโฟกัสเท่ากับจุดไกลของสายตา

2. สายตายาว (Hypermetropia)

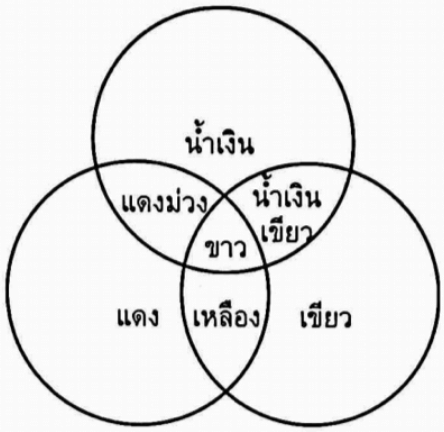


คนสายตายาว เกิดจากลูกตาสั้นกว่าปกติ ทำให้แสงที่มาจากระยะใกล้สุด (S = 25 ซม.) ตกกระทบเลยเรตินาออกไปทำให้เห็นภาพไม่ชัด การแก้ไขเมื่อแสงที่มาจากจุดใกล้คือ 25 เซนติเมตร จะให้มองเห็นชัดเจนต้องสวมแว่นที่ช่วยรวมแสงเพื่อให้แสงไปตกที่เรตินา จึงจะเห็นภาพชัดเจน **ดังนั้น แว่นที่สวมต้องเป็นเลนส์นูน**

การผสมแสงสี

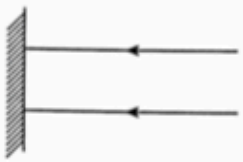
ในการมองเห็นแสงที่สะท้อนหรือทะลุผ่านออกมาจากวัตถุต่าง ๆ มักไม่ออกมาเพียงสีเดียว ดังนั้นการมองเห็นสีของวัตถุจึงเป็นการมองเห็นสีที่มีการผสมแสงสีกัน

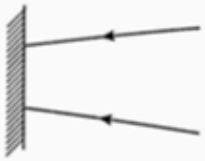
แสงสีปฐมภูมิเป็นแสงสีที่เมื่อนำมาผสมกันบนฉากขาวด้วยสัดส่วนที่เท่า ๆ กันจะได้เป็นแสงขาว ซึ่งมีด้วยกัน 3 สีคือ **แสงสีแดง แสงสีเขียว** และ**แสงสีน้ำเงิน** ดังรูป

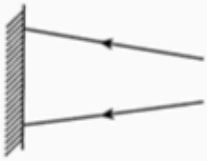


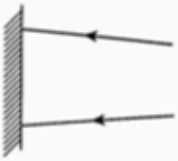
การผสมแสงสีปฐมภูมิบนฉากขาว

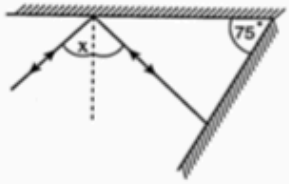
1. รังสีตกกระทบกระจกเงาราบในรูปใด จะเกิดภาพจริง

1. 

2. 

3. 

4. 

2. 

กระจกเงาระนาบ 2 บาน ทำมุม 75° ซึ่งกันและกัน ต้องการให้รังสีสะท้อนจากกระจกเงาทั้งสองบานย้อนกลับตามเส้นทางเดิมของรังสีตกกระทบ จะต้องทำมุมตกกระทบครั้งแรกที่กระจกบานที่หนึ่งกี่องศา

1. 15°
2. 45°
3. 60°
4. 75°

3. ถ้าต้องการให้มองเห็นภาพตนเองจากกระจกเงาระนาบเต็มตัวโดยใช้กระจกอย่างประหยัด

1. ยืนอยู่ใกล้กระจกให้มากที่สุด
2. ยืนอยู่ห่างจากกระจกเท่ากับความสูงของคน
3. ใช้กระจกสูงครึ่งหนึ่งของคน
4. ใช้กระจกสูงเท่าคน

4. ชายคนหนึ่งสูง 170 ซม. ต้องการเห็นภาพเต็มตัวของเขาในกระจกเงาระนาบซึ่งตั้งอยู่ในแนวดิ่ง ห่างจากตัวเขา 250 ซม. ตาของเขาอยู่สูงจากพื้นห้อง 160 ซม. จงคำนวณหาว่าต้องใช้กระจกสั้นที่สุดเท่าใด และต้องวางปลายล่างของกระจกสูงจากพื้นเท่าใด

1. 85 ซม., 80 ซม.
2. 85 ซม., 85 ซม.
3. 90 ซม., 70 ซม.
4. 170 ซม. 0

5. เด็กชายคนหนึ่งวิ่งเข้าหากระจกราบในแนวตั้งฉากกับผิวกระจก เขาเห็นภาพของเขาวิ่งเข้าหาตัวเขาเองด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที เขาวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าไรในหน่วย (เมตร/วินาที)

1. 5
2. 10
3. 20
4. 40

6. **มีกระจกเงาระนาบ 2 บานวางทำมุมกัน 45° ถ้านำวัตถุมาวางระหว่างกระจกทั้งสองนั้น จะมองเห็นภาพของวัตถุจากกระจกทั้งสองบานเป็นกี่ภาพ**

1. 4 2. 5 3. 6 4. 7

7. **มิสเตอร์ทียืนอยู่หน้ากระจกเว้า ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 1 เมตร เป็นระยะ 40 ซม. อยากทราบว่าภาพมิเตอร์ทีจะมีลักษณะอย่างไร**

1. ภาพเสมือน หัวตั้งขนาดใหญ่
2. ภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดเล็ก
3. ภาพจริง หัวตั้ง ขนาดเล็ก
4. ภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่

8. **การสะท้อนของแสงที่ผิวสะท้อนราบ, และผิวสะท้อนโค้ง**

1. **ภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนเสมอ**
2. **มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ**
3. **ถ้าต้องการเห็นภาพมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุต้องใช้กระจกนูน**
4. **ถ้าต้องการมองเห็นภาพในกระจกเสมอ ต้องใช้กระจกราบเท่านั้น**
5. **กระจกเว้าสามารถให้ภาพจริงได้เมื่อวัตถุวางในตำแหน่งที่พอเหมาะ**

ข้อความใดถูกต้องที่สุด

1. 1,2,3,4,5
2. 1,2,4
3. 3,4,5
4. 2,5

9. **มีกระจกบานหนึ่งวางตั้งไว้ เมื่อนำวัตถุมาวางหน้ากระจก ข้อใดถูกต้อง**

1. ถ้าเป็นกระจกราบ จะได้ภาพขนาดเท่าวัตถุ
2. ถ้าเป็นกระจกนูนจะได้ภาพขนาดเท่าวัตถุ
3. ถ้าเป็นกระจกเว้าจะได้ภาพขนาดเท่าวัตถุ
4. บอกไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

10. **ถ้าต้องการภาพจริง ที่มีขนาดเป็น 2 เท่าของวัตถุเมื่อวางวัตถุนี้ไว้หน้ากระจกห่าง 18 ซม. ควรใช้กระจกชนิดใดและความยาวโฟกัสเท่าใด**

1. เว้า, 12 ซม.
2. เว้า, 36 ซม.
3. นูน, 12 ซม.
4. นูน, 36 ซม.

11. **กระจกนูนมีรัศมีความโค้ง 30 ซม. ต้องการภาพของวัตถุมีกำลังขยาย 0.8 เท่า ต้องวางวัตถุห่างจากกระจกเท่าใด**

1. 3.75 ซม.
2. 7.50 ซม.
3. 15.0 ซม.
4. 30.0 ซม.

12. **กระจกเว้าให้ภาพจริงที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเป็น 2.5 เท่า จงหาระยะวัตถุอยู่ห่างจากกระจกกี่เซนติเมตร ถ้ากระจกนี้มีความยาวโฟกัส 15 ซม.**

1. 7.5 ซม.
2. 16.0 ซม.
3. 21.0 ซม.
4. 24.5 ซม.

13. เมื่อเอาวัตถุมาวางไว้ที่หน้ากระจกโค้งอันหนึ่งที่ระยะห่าง 10 เซนติเมตร พบว่าจะเกิดภาพซึ่งเอาฉากรับได้ที่ระยะ 10 เซนติเมตร ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องที่สุด

1. กระจกเป็นกระจกนูนมีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร
2. กระจกเป็นกระจกเว้ามีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร
3. กระจกเป็นกระจกนูนมีความยาวโฟกัส 5 เซนติเมตร
4. กระจกเป็นกระจกเว้ามีความยาวโฟกัส 5 เซนติเมตร

14. นักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการทดลองหาความยาวโฟกัสของกระจกเว้าอันหนึ่งพบว่าเมื่อวางวัตถุห่างกระจกเป็นระยะทาง 20 เซนติเมตร จะได้ภาพจริงมีความสูงเป็นสามเท่าของวัตถุ อยากทราบว่าถ้าวางวัตถุห่างจากกระจก 10 เซนติเมตร ภาพที่ได้จะเป็นเช่นไร

1. ภาพจริง สูงเท่าวัตถุ
2. ภาพเสมือน สูงเท่าวัตถุ
3. ภาพจริง สูงเป็นสามเท่าของวัตถุ
4. ภาพเสมือน สูงเป็นสามเท่าของวัตถุ

15. แท่งแก้วมีค่าดัชนีหักเหเท่ากับ 1.5 มุมวิกฤตในแท่งแก้วต้องมีค่าเท่าใด

1. $\sin^{-1} 0.25$
2. $\sin^{-1} 0.34$
3. $\sin^{-1} 0.48$
4. $\sin^{-1} 0.67$

16. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง

1. แสงเปลี่ยนความเร็ว และความยาวคลื่น
2. แสงเปลี่ยนความถี่ และความเร็ว
3. แสงเปลี่ยนความถี่ และความยาวคลื่น
4. แสงเปลี่ยน ความเร็ว, ความยาวคลื่นและความถี่

17. ดัชนีหักเหของแก้วมากกว่าดัชนีหักเหของอากาศ ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

1. อัตราเร็วของแสงในแก้วมากกว่าอัตราเร็วของแสงในอากาศ
2. มุมวิกฤตจะเกิดได้ในแก้ว
3. การสะท้อนกลับหมดเกิดได้ในอากาศ
4. ความถี่ของแสงในอากาศมากกว่าในแก้ว

18. เลนส์อันหนึ่งมีความยาวโฟกัส 6 ซม. วางวัตถุห่างจากฉาก 25 ซม. ต้องวางเลนส์ห่างจากฉากเท่าใดจึงจะทำให้เกิดภาพบนฉาก

1. 10 ซม.
2. 15 ซม.
3. 20 ซม.
4. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

19. วางตุ๊กตาตัวหนึ่งห่างจากเลนส์เป็นระยะทาง 20 ซม. ได้ภาพขนาดใหญ่ 3 เท่าของวัตถุ เลนส์ที่ใช้ควรเป็นเลนส์ชนิดใด ความยาวโฟกัสของเลนส์เป็นเท่าใด

1. นูน, 20 ซม.
2. นูน, 30 ซม.
3. เว้า, 20 ซม.
4. เว้า, 30 ซม.

20. วัตถุอันหนึ่งวางอยู่หน้าเลนส์นูน ความยาวโฟกัส 10 ซม. วางห่างจากเลนส์ 50 ซม. เมื่อเลื่อนวัตถุเข้าหาเลนส์อยู่ห่างเลนส์ 20 ซม. ในเวลา 5 วินาที อัตราเร็วของภาพเคลื่อนที่จากเดิมเป็นเท่าไร (ในหน่วย ซม/วินาที)

1. 0.5
2. 1.0
3. 1.5
4. 2.0

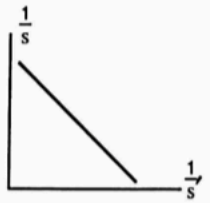
21. วัตถุชิ้นหนึ่งวางอยู่หน้าเลนส์อันหนึ่งเกิดภาพเสมือน มีขนาดเป็น 3 เท่าของวัตถุ เมื่อเลื่อนเลนส์ออกไปจากเดิม 10 ซม. ปรากฏว่าเกิดภาพมีขนาดเป็น 3 เท่าของวัตถุอีกครั้ง จงหาชนิดและความยาวโฟกัสของเลนส์นี้

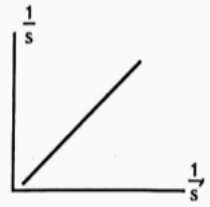
1. เลนส์นูน ความยาวโฟกัส 15 ซม.
2. เลนส์นูน ความยาวโฟกัส 30 ซม.
3. เลนส์เว้า ความยาวโฟกัส 15 ซม.
4. เลนส์เว้า ความยาวโฟกัส 30 ซม.

22. เมื่อนำกระจกโค้งหรือเลนส์บางไปรับแสงอาทิตย์จะเกิดภาพที่ใด

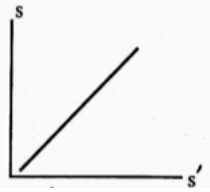
1. ที่ f
2. ที่ 2f
3. ระหว่าง f กับ 2 f
4. น้อยกว่า f

23. ในการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ (s) ระยะภาพ (s′) และความยาวโฟกัส (f) ของเลนส์นูน กราฟรูปใดแสดงผลของความสัมพันธ์ได้ถูกต้องที่สุด

1.


2.


3.

4.


24. เปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 8 หลอด ซึ่งแต่ละหลอดมีอัตราการให้พลังงานแสง 2700 ลูเมนในห้องเรียนขนาดสูง 3 เมตร กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร มีตัวสะท้อนแสง ทำให้ไม่มีแสงสว่างจากหลอดไฟตกที่เพดานตอนบน จงหาความสว่างโดยเฉลี่ยของห้องนี้

1. 240 ลักซ์
2. 265 ลักซ์
3. 292 ลักซ์
4. 320 ลักซ์

25. ห้องสี่เหลี่ยมมีพื้นที่ 25 ตารางเมตร ต้องการความสว่างเฉลี่ยของห้องมากกว่า 500 ลักซ์ ห้องนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าอย่างน้อยที่สุดกี่วัตต์

ตารางอัตราการใช้พลังงานแสงของหลอดไฟ

กำลังไฟฟ้าของหลอด (วัตต์)	อัตราการใช้พลังงานแสง (ลูเมน)	
	หลอดไฟฟ้าแบบไส้	หลอดฟลูออเรสเซนต์
15	120	750
40	500	2,700

1. 175
2. 185
3. 200
4. 220