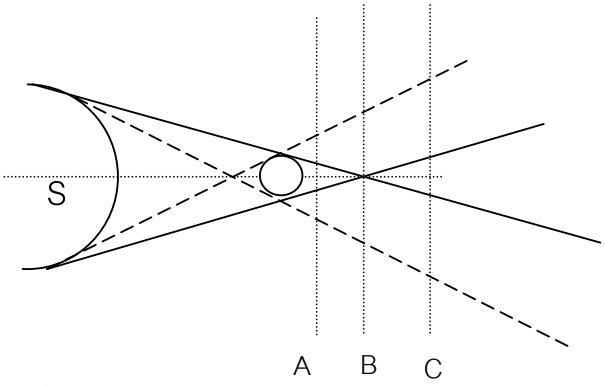
แสงและการมองเห็น

แสง จัดว่าเป็นพลังงานเดินทางแบบคลื่น (คลื่นตามขวาง) มีอัตราเร็วประมาณ $3\times10^{8}\ m/s$

แสง จัดว่าเป็นอนุภาค เพราะมีโมเมนตัม ดังนั้นแสงจึงมีคุณสมบัติทวิภาพ

เงา เกิดจากวัตถุทึบแสงมาขวางทางแสง จะเกิดเงาขึ้น เงาแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1. เงามืด
2. เงามัว



ณ ตำแหน่งฉาก A จะได้เงาทั้ง 2 แบบ เป็นวงแหวน วงในเป็นเงามืด

ณ ตำแหน่งฉาก B จะได้เงามัวตรงกลางเป็นจุดเงามืด

ณ ตำแหน่งฉาก C จะได้เงามัวอย่างเดียว

แสงเมื่อเป็นคลื่นต้องมีคุณสมบัติของคลื่นครบ 4 ประการคือ

1. มีการสะท้อน
2. มีการหักเห
3. มีการเลี้ยวเบน
4. มีการแทรกสอด

การสะท้อน เป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่นคือ

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปรกติอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีคือ กระจก แบ่งได้เป็น

1. กระจกราบ
2. กระจกโค้ง

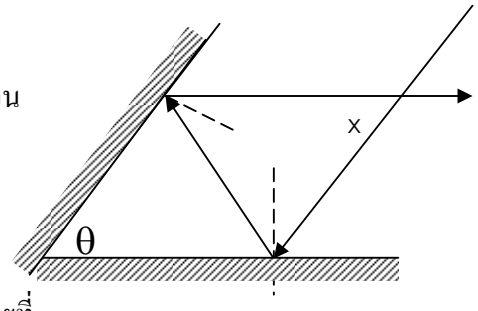
กระจกราบ สำหรับกระจกราบ 1 บาน

1. ระยะวัตถุ เท่ากับระยะภาพ($S=S'$)
2. ขนาดวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ (M = -1) และเป็นภาพเสมือน
3. ภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนกลับซ้ายขวาเรียกว่าภาพปรัศวะภาควิโลม
4. เมื่อวัตถุที่อยู่หน้ากระจกเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากกระจกด้วยความเร็ว v วัตถุจะเห็นภาพตัวเองในกระจกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของวัตถุ

5. การใช้กระจกแบบประหยัดเพื่อดูภาพของคนได้เต็มตัวต้องใช้กระจกสูงเพียงครึ่งหนึ่งความสูงของคนดู
6. กระจกจารกรรม เมื่อติดกระจกไว้กับกำแพงในแนวดิ่ง ให้ขอบล่างต่ำว่าระดับสายตาลงมา X เมตร โดยระยะห่างของคนดู คงที่ จะทำให้คนๆนั้นมองเห็นตัวเขาต่ำจากขอบกระจกลงมาได้ X เมตร
7. ถ้ารังสีแสงตกกระทบคงที่โดยกระจกบิดไปจากเดิม θ จะทำให้รังสีสะท้อนเบนไปจากแนวเดิม 2θ

สำหรับกระจกราบ 2 บาน

1. กระจก 2 บาน ทำมุมกัน θ จะทำให้ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้น n ภาพ โดยที่
   $n = \frac{360}{\theta} - 1$ (ปัดเศษขึ้น)
2. กระจก 2 บาน ทำมุมกัน θ เมื่อแสงตกกระทบกระจกบานที่ 1 แล้วสะท้อน 2 ครั้ง ออก แสงออกตัดกับ แสงเข้าเป็นมุม X องศา ดังรูปจะได้



$$X = 180 - 2\theta$$

กระจกโค้ง แบ่งได้เป็นกระจกเว้า และกระจกนูน โดยที่

กระจกเว้า ให้ภาพจริงทุกขนาด และภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุเท่านี้

กระจกนูน ให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว และเป็นภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุ

สูตรในการคำนวณ

$M = \frac{y'}{y} = \frac{S'}{S} = \frac{S'-f}{f} = \frac{f}{S-f}$ โดยที่

f = ความยาวโฟกัส ของกระจกเว้าเป็นบวก, กระจกนูนเป็นลบ

นอกนั้นทุกอย่างที่เป็นจริงเป็นบวก และเสมือนเป็นลบ

การหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่ 1 ทะลุเข้าสู่ตัวกลางที่ 2 แล้ว ทำให้

1. ขนาดของความเร็วเปลี่ยน หรือ
2. ทิศของแสงเปลี่ยน

จัดว่าเกิดการหักเหทั้งสิ้น

จากกฎของ Snail เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ทะลุเข้าไปในตัวกลางที่ 2 จะได้

$${}_1\eta_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \quad (\ f_1 = f_2 \ \text{คงที่})$$

และจากการวิเคราะห์สูตรพบว่า

1.ถ้า $\theta_1 > \theta_2$ แล้ว $\lambda_1 > \lambda_2$, $v_1 > v_2$ แต่ $\eta_1 < \eta_2$

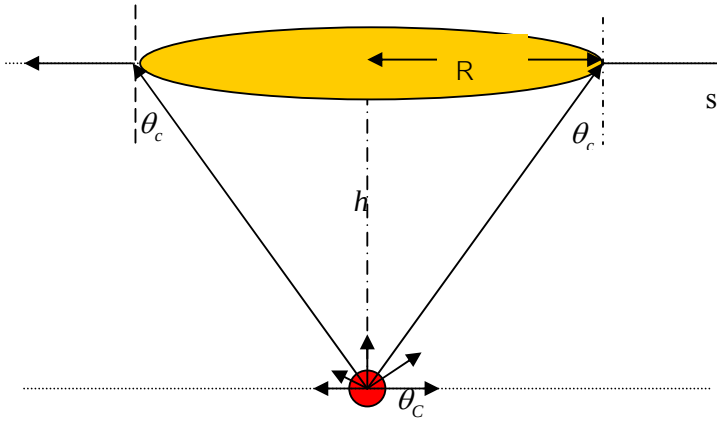
2. ถ้า $\theta_1 < \theta_2$ แล้ว $\lambda_1 < \lambda_2$, $v_1 < v_2$ แต่ $\eta_1 > \eta_2$

และในกรณีวิเคราะห์ที่ 2 นี้ พบว่า เมื่อเพิ่มขนาดของมุม θ_1 จะทำให้ θ_2 เพิ่มตาม และทำให้ θ_2 มีโอกาสเป็นมุม 90 องศา ได้ก่อน

เพราะฉะนั้นเมื่อมุมตกกระทำที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา เราเรียกว่ามุมตกกระทบนั้นว่า <u>มุมวิกฤต</u> θ_c และถ้ามุมตกกระทบเกินมุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางเดิม ไม่เกิดการหักเห ได้

<u>ปรากฏการณ์ของหลอดไฟใต้น้ำ</u>

เมื่อต้นกำเนิดแสงจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปสู่ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย จะเกิดมุมวิกฤตได้ เช่น ต้นกำเนิดแสงอยู่ใต้น้ำ ทำให้คนที่อยู่บนบกเห็นลำแสงเป็นวงกลม



จะได้

$$\sin\theta_C = \frac{1}{\eta} = \frac{R}{\sqrt{R^2+h^2}}$$

$$\therefore\ h = R\sqrt{\eta^2-1}$$

ปรากฏการลึกจริง ลึกปรากฏ

$${}_{\text{วัตถุ}}\eta_{\text{ตา}} = \frac{S'\cos\theta_1}{S\cos\theta_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\eta_{\text{ตา}}}{\eta_{\text{วัตถุ}}}$$ เมื่อมองเฉียงๆ

$${}_{\text{วัตถุ}}\eta_{\text{ตา}} = \frac{S'}{S} = \frac{\eta_{\text{ตา}}}{\eta_{\text{วัตถุ}}}$$ เมื่อมองตรง

ในกรณีที่มีของเหลวหลายๆ ชนิด ซ้อนทับกัน จะได้ $S'_{\text{รวม}}$ = ลึกปรากฏรวม และตาอยู่ในอากาศ จะได้

$$S'_{\text{รวม}} = \sum\left(\frac{S_i}{\eta_i}\right) = \frac{S_1}{\eta_1}+\frac{S_2}{\eta_2}+\frac{S_3}{\eta_3}+\ldots\ldots$$

ทัศนอุปกรณ์ ที่ใช้หลักการเกี่ยวกับแสง แบ่งได้ดังนี้

1. แว่นขยาย ประกอบด้วยเลนส์นูนอันเดียว นิยมใช้ที่มีพื้นหน้าตัดกว้าง ๆ และ $S < f$ ทำให้ได้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยาย
2. กล้องโทรทรรศน์ เป็นกล้องที่ทำให้วัตถุที่อยู่ไกลๆ มีขนาดโตขึ้นเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน โดยประกอบด้วยเลนส์นูน 2 ตัว $f_0 > f_e$ มากๆ และ $L = f_0 + f_e$
3. เครื่องฉายภาพนิ่ง โดยวางแผ่น slide ไว้ที่ S และ $f < S < 2f$ จะทำให้ได้ภาพจริงบนฉากมีขนาดขยายขึ้น

4. กล้องถ่ายรูป มีหลักอยู่ว่าระยะภาพสั้น (อยู่ในกล้อง) ระยะวัตถุ $>2f$ จึงจะได้ ภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กลง
5. กล้องจุลทรรศน์ ใช้สำหรับขยายสิ่งที่เล็กๆ ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อันโดยวางวัตถุที่ S และ $f_0 < S < 2f_0$ แล้วทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดขยายภายในตัวกล้อง และ $S' < f_e$ แล้วภาพสุดท้ายจะเกิดที่เรตินาในตาของคนดูเป็นภาพเสมือนหัวกลับขนาดขยาย

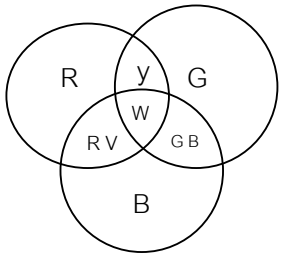
แสงสี มี 3 ตัว คือ R G Blue

เมื่อ R + G + B = W

R + G = เหลือง

R + B = ม่วงแดง

G + B = น้ำเงินเขียว



การแทรกสอด เมื่อใช้แผ่น Slit คู่ (Double Slit) และ Grating แถบการแทรกสอดที่ได้ จะมีระยะห่างระหว่างริ้วเท่ากัน โดยที่

$\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = d\sin\theta = \frac{dx}{L} = n\lambda,\ n = 0,1,2,3,.....$ ได้แถบสว่าง

$\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = d\sin\theta = \frac{dx}{L} = \left(n-\frac{1}{2}\right)\lambda,\ n = 1,2,3,.....$ ได้แถบมืด

ในกรณีที่เป็นGrating, $d = \frac{y}{x} = \frac{\text{ความยาว 1 ช่องเกรตติง}}{\text{จำนวนช่องต่อความยาว}}$

การเลี้ยวเบน สำหรับแสงจะพบการเลี้ยวเบนใน Single Slit แถบที่ได้จากการเลี้ยวเบนจะได้ความกว้างเท่าๆกัน ยกเว้นแถบสว่างตรงกลาง และสูตรคำนวณได้แต่แถบมืด

$$d\sin\theta = \frac{dx}{L} = n\lambda,\ n = 1,2,3,.....$$ ได้แถบมืด

การส่องสว่าง (ความสว่าง) (= E) คือ ความสว่างบนพื้นที่ หรือ ปริมาณของแสงที่ตกตั้งฉากกับฉาก

$E = \frac{F}{A} = \frac{4\pi I}{4\pi R^2} = \frac{I}{R^2}$ (ลูเมน/ ตารางเมตร = ลักษ์ = lx)

F = Flux ของแสง (ลูเมน; lm) = $4\pi I$

I = ความเข้มแห่งความสว่าง (cd)

ในกรณีที่ไม่ตั้งฉาก $E = \frac{I}{R^2}\cos\theta$

หรือ $\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

ตัวอย่างข้อสอบ

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. แสงความยาวคลื่น 600 นาโมเมตร ผ่าน สลิตเดี่ยวกว้าง 0.55 มิลลิเมตร ไปปรากฏเป็นลวดลายการเลี้ยวเบนบนฉาก อยากทราบว่าจะต้องวางฉากทางด้านหลัง สลิตห่างจาก สลิตกี่เซนติเมตร จึงจะทำให้แถบมืดแถบแรกบนฉากห่างจากจุดกึ่งกลางเป็นระยะ 2.4 มิลลิเมตร

   1. 110 2. 220
   3. 330 4. 440

2. กระจกเว้ามีความยาวโฟกัส 40 เซนติเมตร จะต้องวางวัตถุบนแกนของกระจกห่างจากกระจกเท่าไร จึงจะทำให้เกิดภาพหัวตั้งที่มีขนาดเป็น 4 เท่าของขนาดวัตถุ

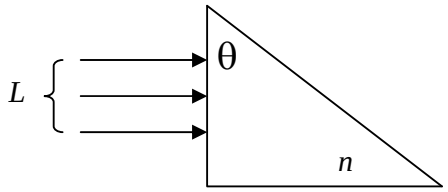
   1. 60 cm 2. 50 cm
   3. 30 cm 4. 20 cm

3. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนให้ห่างจากเลนส์ 150 เซนติเมตร เกิดภาพที่ระยะ 5 เซนติเมตรด้านหลังเลนส์ ถ้านำเลนส์เว้าวางหน้าเลนส์นูนให้ห่างจากเลนส์ 5 เซนติเมตรจะได้ภาพของวัตถุที่อยู่ไกลมากอยู่ที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตรหลังเลนส์นูนเหมือนเดิม จงหาความยาวโฟกัสของเลนส์เว้านี้

   1. 35 cm 2. 75 cm
   3. 145 cm 4. 150 cm

4. ลำแสงขนาน (ความยาวคลื่นเดี่ยว) ขนาดกว้าง L ตกกระทบตั้งฉากกับด้านหนึ่งของแท่งแก้วสามเหลี่ยมมุมฉาก (ดรรชนีหักเห n) ดังรูป เมื่อลำแสงหักเหออกจากแท่งแก้วทางด้านตรงข้ามมุมฉากของปริซึม ลำแสงจะมีขนาดกว้างเท่าใด

   1. $L\sin\left(n\sin\theta\right)$
   2. $\frac{\mathrm{L}}{\cos\theta}\sqrt{1-\mathrm{n}^2\ \sin^2\theta}$
   3. $L\cos\left(n\sin\theta\right)$
   4. $\frac{\mathrm{L}}{\sin\theta}\sqrt{1-\mathrm{n}^2\ \sin^2\theta}$



5. ถ้ามีรังสีของแสงในอากาศ ตกกระทบผ่านด้านข้างของขวดแก้วและผ่านเข้าในของเหลวที่บรรจุไว้ โดยดรรชนีหักเหของของเหลวเท่ากับ 1.25 มุมตกกระทบบนแก้วเท่ากับ 30^0 จะได้ค่าของมุมที่แสงหักเหที่รอยต่อระหว่างผิวแก้วกับของเหลวเท่ากับเท่าใด

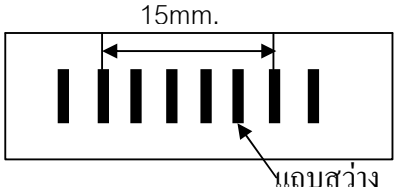
   1. arc sin (0.25) 2. arc sin (0.4)
   3. arc sin (0.5) 4. arc sin (0.8)

6. ให้แสงที่มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ผ่าน สลิตคู่ในแนวตั้งฉาก เกิดลวดลายการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างจาก สลิต 1.5 เมตร วัดระยะระหว่างกึ่งกลางของแถบสว่าง 2 แถบที่ถัดกันได้ 5 มิลลิเมตร สลิตคู่นี้มีระยะห่างระหว่างช่อง สลิตเท่าใดในหน่วยมิลลิเมตร

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

7. ถ้าภาพการแทรกสอดจาก สลิตคู่ที่ปรากฏบนฉากเป็นดังรูป ฉากอยู่ห่างจาก สลิตเท่ากับ 1.20 m ระยะระหว่างช่องสลิตเป็น 0.24 มิลลิเมตร ความยาวคลื่นของแสงที่ใช้เป็นเท่าใด

1. 500 nm
2. 550 nm
3. 600 nm
4. 650 nm



8. แว่นขยายทำด้วยเลนส์นูนความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ถ้าต้องการใช้ส่องดูวัตถุเพื่อให้เห็นวัตถุใหญ่ขึ้น ควรวางวัตถุให้ห่างจากเลนส์เท่าใด

1. 7 cm
2. 14 cm
3. 21 cm
4. 28 cm

9. ดอกไม้ดอกหนึ่งส่องด้วยแสงสีขาว เมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงสีแดงจะเห็นดอกไม้เป็นสีแดง ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเขียวจะเห็นเป็นสีเขียว ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเหลืองจะเห็นเป็นสีเหลือง ดอกไม้ดอกนี้มีสีอะไร

1. น้ำเงิน
2. แดง
3. เขียว
4. เหลือง

10. โป๊ะไฟกระจกฝ้าทรงกลมมีรัศมี 10 เซนติเมตร และลูกเทนนิสขนาดรัศมี 2 เซนติเมตรวาง ณ . ตำแหน่ง จุดศูนย์กลางทั้งสองห่างกัน 1 เมตร เกิดเงามืดและเงามัวบนฉากที่วางใกล้ลูกเทนนิสพอสมควร จงหาตำแหน่งใกล้สุดจากลูกเทนนิสในแนวของเงาที่ไม่มีเงามืดเลย

1. 0.20 เมตร
2. 0.25 เมตร
3. 0.30 เมตร
4. 0.35 เมตร

11. โคมไฟ 2 ดวง แต่ละดวงมีความเข้มแสงเท่ากับ 130 cd แขวนไว้สูงจากพื้น 5 เมตร และห่างกัน 12 เมตร จงหาความสว่างบนพื้นดิน ณ จุดใต้โคมไฟดวงใดดวงหนึ่ง

1. 10 lx
2. 9 lx
3. 8 lx
4. 5.5 lx

12. ถ้าชายคนหนึ่งสูง 170 cm. และตาของเขาอยู่ห่างจากส่วนที่สูงที่สุดในร่างกายเป็นระยะ10 cm. มีกระจกราบตั้งอยู่บนพื้นในแนวดิ่ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นมากที่สุดเท่าใดจึงจะทำให้เขามองเห็นเอวซึ่งอยู่สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร

1. 100 cm 2. 130 cm

3. 160 cm 4. 170 cm

13. ดวงไฟสองดวงขนาด 20 และ 80 หน่วย วางห่างกัน 10 หน่วย ตำแหน่งบนเส้นเชื่อมต่อดวงไฟทั้ง 2 ที่มีความสว่าง เท่ากันห่างจากดวงไฟ 80 หน่วยเป็นระยะเท่าใด

1. 20/3 , 20 2. 10 /3 , 10

3. 20/3 , 10/3 4. 10/3 , 20/3

14. หลอดเรืองแสงขนาด 10 วัตต์ มีความเข้มแสง 28 cd ประสิทธิภาพของการส่องสว่างมีค่าเท่ากับ

1. 35.2 lm/w 2. 176 lm/w

3. 2.8 lm/w 4. 17.6 lm/w

15. หลอดไฟฟ้า 60 watt มีประสิทธิภาพของการส่องสว่าง 22 lm/watt แขวนไว้สูง 2 เมตร จากโต๊ะ การส่องสว่างบนโต๊ะตรงจุดใต้หลอดไฟมีค่า

1. 105 lx 2. 52.5 lx

3. 26.25 lx 4. หาไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

16. ปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าทำด้วยแก้ว จะมีมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดเท่าใด ถ้า อ η ก= 1.414

1. 60 องศา 2. 45 องศา

3. 30 องศา 4. 15 องศา

17. น้ำแข็งก้อนหนึ่งมีผิวหน้าเรียบขนานกัน หนา 10 ซม. ภายในก้อนน้ำแข็งมีเศษผงฝังอยู่ เมื่อมองในแนวดิ่งจากผิวบน จะเห็นเศษผงอยู่ต่ำลงไป 7.92 ซม. ถ้าพลิกก้อนน้ำแข็งในผิวล่างกลับไปอยู่ ข้างบนแล้วมองดูใหม่ จะเห็นเศษผงอยู่ห่างจากผิว 5.28 ซม. ระยะที่เศษผงอยู่ห่างจากผิวน้ำแข็งคือ

1. 8 , 2 ซม. 2. 7.5 , 2.5 ซม.

3 6 , 4 ซม. 4. 5.5 , 4.5 ซม.

18. ถ้ามุมวิกฤตของเพชรเทียบกับอากาศมีค่า Sin^{-1} 0.42 ความเร็วของแสงในเพชรลดลงร้อยละเท่าใดของความเร็วแสงในอากาศ ซึ่งเท่ากับ $3x10^8$ เมตร/วินาที

1. 42 2. 48

3. 52 4. 58

19. ช่องหน้าต่างที่เป็นแผ่นแก้วใสหนา 5 ซม. มีค่าดัชนีหักเห 1.6 จะทำให้ผู้สังเกตที่อยู่ห่างจากช่องหน้าต่างนี้ 80 ซม เห็นม้าที่อยู่ห่างจากช่องหน้าต่างด้านตรงข้าม 100 ซม. เลื่อนไปจากเดิมกี่ซม.

1. 1.88 2. 2.72

3. 3.75 4. 4.05

20. ต้องการให้เกิดภาพทางด้านเดียวกับรังสีตกกระทบ มีขนาดเป็น 1/3 เท่าของวัตถุ และอยู่ห่างเลนส์เป็นระยะ 10 ซม. จะต้องใช้เลนส์ชนิดใด และมีความยาโฟกัสกี่เซนติเมตร

1. เลนส์นูน ทางยาวโฟกัส 15 2. เลนส์นูน ทางยาวโฟกัส 30

3. เลนส์เว้า ทางยาวโฟกัส 15 4. เลนส์เว้า ทางยาวโฟกัส 30

เฉลย ตอนที่18 ออกอากาศวันจันทร์ที่ 29 กันยายน 2557

ข้อ1 = 2 ข้อ2 = 3 ข้อ3 = 3 ข้อ4 = 2 ข้อ5 = 2 ข้อ6 = 3 ข้อ7 = 3

ข้อ8 = 1 ข้อ9 = 4 ข้อ10 = 2 ข้อ11 = 4 ข้อ12 = 2 ข้อ13 = 1 ข้อ14 = 1

ข้อ15 = 3 ข้อ16 = 3 ข้อ17 = 3 ข้อ18 = 4 ข้อ19 = 1 ข้อ20 = 3