แบบฝึกหัดเรื่องการสะท้อนและการหักเห

10. กระจกเว้าบานหนึ่งมีรัศมีความโค้ง 20 cm จงหาตำแหน่งของภาพและกำลังขยายของภาพ เมื่อวางวัตถุที่ระยะ 40 cm, 20 cm, และ 10 cm จากกระจกเว้า

วิธีทำ ความยาวโฟกัสของกระจกเว้าต้องเป็น “บวก” หาได้จาก

$$f = \frac{R}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

ที่ระยะวัตถุ $s = 40$ cm จะได้

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

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{40} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{40} = \frac{1}{s'}$$

$$0.075 = \frac{1}{s'}$$

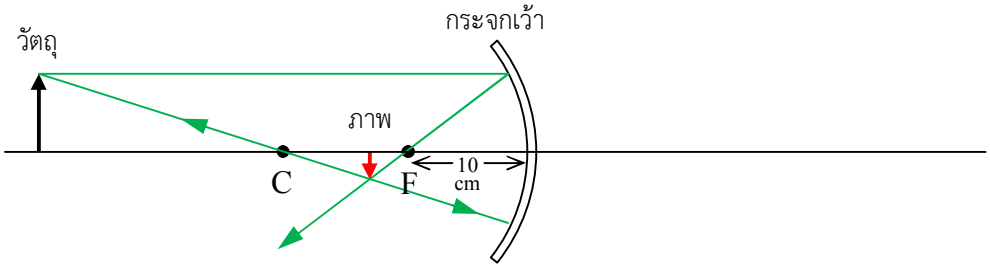
$$s' = \frac{1}{0.075} = 13.33 \text{ cm}$$ (ภาพจริง เพราะ s' เป็นบวก)

จากกำลังขยาย $m = \frac{-s'}{s}$ จะได้

$$m = \frac{-s'}{s} = \frac{-13.33}{40} = -0.33$$

จะเห็นว่ากำลังขยายน้อยกว่า 1 แสดงว่า ภาพเล็กกว่าวัตถุ และเครื่องหมายลบแสดงว่าภาพหัวกลับกับวัตถุ

หมายเหตุ การพิจารณาเครื่องหมาย บวก-ลบ ของกำลังขยาย (m) ค่อนข้างคลุมเครือ ในการตีความว่าเป็นภาพจริงหรือเสมือน และหัวกลับกับวัตถุหรือไม่ ขอให้วาดภาพคร่าว ๆ ประกอบการพิจารณาจะช่วยยืนยันคำตอบได้



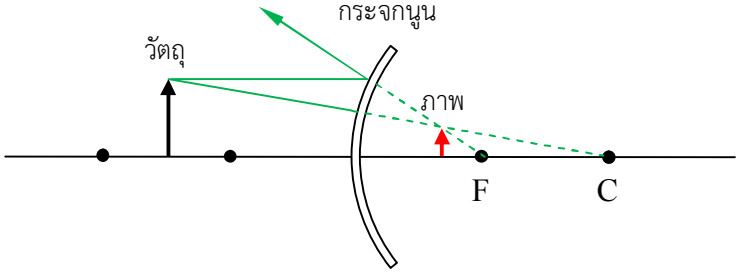
*** สำหรับ $s = 20$ cm และ 10 cm ให้ทดลองทำโดยใช้แนวคิดเดียวกัน

11. กระจกนูนมีรัศมีความโค้ง 40 cm จงหาตำแหน่งของภาพที่เกิดและขนาดของภาพ เมื่อวางวัตถุห่างจากกระจกเป็นระยะ 30 cm และ 60 cm และภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหรือเสมือนในแต่ละกรณี

วิธีทำ กระจกนูนมีความยาวโฟกัส $f = \frac{R}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$ (เวลาคำนวณต้องใส่เครื่องหมายเป็นลบ)

กรณี $s = 30 \text{ cm}$ จะได้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
$$\frac{1}{(-20)} = \frac{1}{30} + \frac{1}{s'}$$
$$\frac{1}{(-20)} - \frac{1}{30} = \frac{1}{s'}$$
$$-0.0833 = \frac{1}{s'}$$
$$s' = \frac{1}{-0.0833}$$
$$= -12 \text{ cm}$$



ได้ภาพเสมือน ขนาดย่อ โดยหาได้จาก $m = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-12)}{30} = 0.4$ เท่า

กรณี $s = 60 \text{ cm}$ จะได้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
$$\frac{1}{(-20)} = \frac{1}{60} + \frac{1}{s'}$$
$$\frac{1}{(-20)} - \frac{1}{60} = \frac{1}{s'}$$
$$-0.0667 = \frac{1}{s'}$$
$$s' = \frac{1}{-0.0667}$$
$$= -15 \text{ cm}$$

ได้ภาพเสมือน ขนาดย่อ $m = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-15)}{30} = 0.5$ เท่า

12. เทียนไขขนาดเล็กเล่มหนึ่งวางห่างจากกระจกเว้าเป็นระยะ 35 cm กระจกมีรัศมีความโค้ง 24 cm จงหา (ก) ความยาวโฟกัสของกระจกเว้า (ข) ระยะภาพของภาพที่เกิดจากกระจกเว้า และ (ค) ภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน

วิธีทำ กระจกเว้านี้มีความโฟกัส $f = \frac{R}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ cm}$ ☞ ตอบ (ก)

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

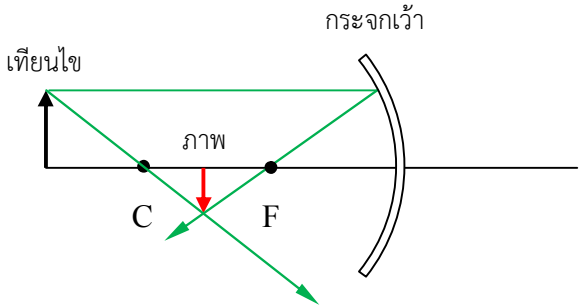
$$\frac{1}{12} = \frac{1}{35} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{12} - \frac{1}{35} = \frac{1}{s'}$$

$$0.0548 = \frac{1}{s'}$$

$$s' = \frac{1}{0.0548}$$

$$= 18.26 \text{ cm}$$



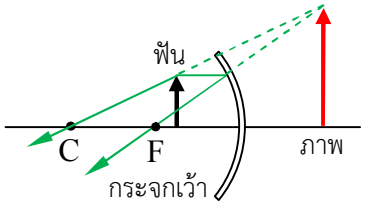
s' เป็นบวก ดังนั้น ภาพที่ได้เป็นภาพจริงอยู่ด้านเดียวกับวัตถุ (เทียนไข) ☞ ตอบ (ข) และ (ค)

13. เด็กคนหนึ่งยืนอยู่หน้ากระจกนูนที่มีรัศมีความโค้ง 4.6 cm ถ้าเด็กยืนอยู่หน้ากระจกและห่างจากกระจกเป็นระยะ 25 cm จงหาระยะภาพที่เกิดขึ้นและภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน

(**ตอบ** ระยะภาพ = -2.1 cm, เป็นภาพเสมือน)

14. ทันตแพทย์ใช้กระจกขนาดเล็กส่องดูฟันผู้ป่วย โดยวางกระจกห่างจากฟัน 2 cm ปรากฏว่าเกิดภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ 4 เท่า จงหาชนิดของกระจกที่ใช้ และรัศมีความโค้งของกระจกเป็นเท่าใด

วิธีทำ จาก $m = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s}$ ถ้าภาพหัวตั้งแสดงว่าเครื่องหมายของ y' และ y จะเป็นบวกเหมือนกัน และเมื่อภาพใหญ่กว่าวัตถุ (ฟัน) 4 เท่า จะได้ว่า



$$y' = 4y$$

ดังนั้น $\frac{4y}{y} = \frac{-s'}{2}$ จะได้ $s' = -8 \text{ cm}$ (เป็นภาพเสมือนอยู่คนละด้านกับวัตถุ)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ ☞ $\frac{1}{f} = \frac{1}{2} + \frac{1}{(-8)}$ ☞ $f = 2.67 \text{ cm}$ (โฟกัสเป็นบวก แสดงว่าเป็นกระจกเว้า)

รัศมีความโค้ง $R = 2f = 2 \times 2.67 = 5.34 \text{ cm}$ } ตอบ

15. กระจกมองข้างของรถยนต์ทำให้เกิดภาพของรถยนต์ที่ตามมาข้างหลังมีขนาดเล็กกว่าขนาดจริงของรถ จงหารัศมีความโค้งของกระจกมองข้าง ถ้ารถยนต์คันที่ตามมาอยู่ห่างจากกระจกมองข้าง 18 m และภาพที่เกิดมีขนาดเพียง 0.33 เท่าของขนาดรถยนต์จริง

วิธีทำ ภาพที่มองเห็นจากกระจกมองข้างเป็นภาพหัวตั้ง (เพราะเราไม่ได้เห็นรถยนต์หงายท้อง จริงไหม?)

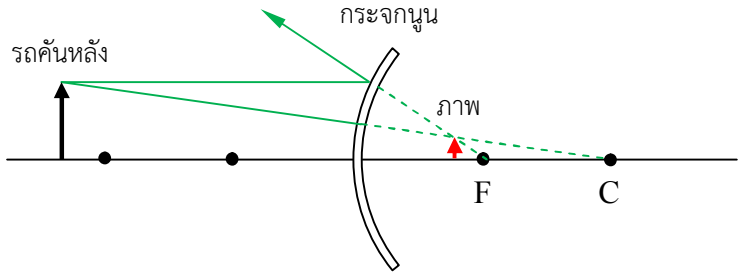
ดังนั้น จาก $m = \dfrac{y'}{y} = \dfrac{-s'}{s}$ ☞ $\dfrac{0.33y}{y} = \dfrac{-s'}{18}$ จะได้ $s' = -5.94$ m

เป็น “ลบ” แสดงว่าเป็นภาพเสมือน อยู่คนละด้านกับวัตถุ นั่นคือ รถจริงอยู่หลังรถคันที่เราขับ ส่วนภาพของรถอยู่ในกระจกมองข้าง ลึกเข้าไปในกระจก ไปทางด้านหน้าของรถที่เราขับ จากนั้น นำไปหาความยาวโฟกัส

โดย $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{s} + \dfrac{1}{s'}$ ☞ $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{18} + \dfrac{1}{(-5.94)}$ ☞ $f = -8.86$ m

ความยาวโฟกัสเป็นลบ แสดงว่ากระจกมองข้างเป็นกระจกนูน ที่มีรัศมีความโค้งเป็น

$$R = 2f = 2 \times 8.86 = 17.17 \text{ m}$$

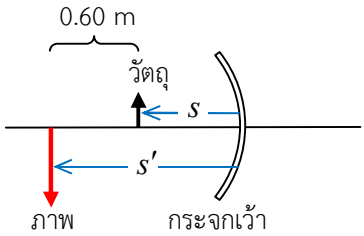


16. กำลังขยายของภาพที่เกิดจากกระจกนูนบานหนึ่งเท่า 0.55 เมื่อวางวัตถุห่างจากกระจก 3.2 m จงหาความยาวโฟกัสของกระจกบานนี้ (**ตอบ** -3.9 m)

17. (ก) กระจกเว้าบานหนึ่งทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ 4 เท่า จงหาความยาวโฟกัสของกระจก เมื่อระยะระหว่างวัตถุและภาพเท่ากับ 0.60 m

วิธีทำ ภาพหัวกลับกับวัตถุ แสดงว่า y' และ y ต้องมีเครื่องหมายต่างกัน (อันหนึ่งเป็นบวก อีกอันต้องเป็นลบ) และเนื่องจากภาพใหญ่กว่าวัตถุ 4 เท่า จึงได้ว่า $y' = -4y$

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาระยะภาพ s' และระยะวัตถุ s ระยะภาพควรจะยาวกว่าระยะวัตถุ 4 เท่า และข้อมูลจากโจทย์บอกว่า ระยะระหว่างวัตถุและภาพเท่ากับ 0.60 m ลองวาดรูปดูคร่าว ๆ จะได้



จากรูป $s' = s + 0.60$

ดังนั้น จาก $m = \dfrac{y'}{y} = \dfrac{-s'}{s}$ ☞ $\dfrac{-4y}{y} = \dfrac{-(s+0.60)}{s}$

$$4 = 1 + \frac{0.60}{s}$$

$$4 - 1 = \frac{0.60}{s}$$

$$s = \frac{0.60}{4-1}$$

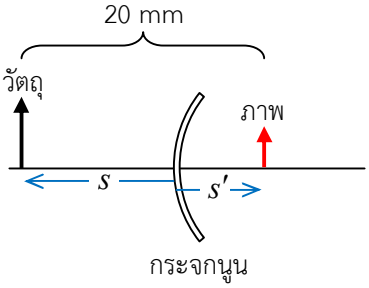
$$= 0.20 \text{ m}$$

และจะได้ $s' = 0.20 + 0.60 = 0.80$ m

จาก $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{s} + \dfrac{1}{s'}$ ☞ $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{0.20} + \dfrac{1}{0.80}$ ☞ $f = 0.16$ m ตอบ

(ข) กระจกนูนบานหนึ่งทำให้เกิดภาพเสมือนหัวตั้งขนาดแค่ครึ่งหนึ่งของวัตถุ จงหารัศมีความโค้งของกระจก เมื่อระยะระหว่างวัตถุกับภาพเท่ากับ 20 mm

ภาพวาดคร่าว ๆ ของโจทย์ข้อนี้เป็นดังนี้ ☞



ให้ลองใช้แนวคิดจากข้อ (ก) ทำดู

(**ตอบ** $R = 267$ mm)

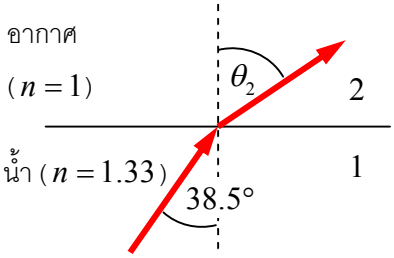
18. จงหาอัตราเร็วของแสงใน Ethyl alcohol ที่มี $n = 1.36$, Lucite ที่มี $n = 1.51$, และใน Crown glass ที่มี $n = 1.52$

วิธีทำ ใช้สมการ $n = \frac{c}{v}$ ☞ $v = \frac{c}{n}$ ลองทำดู

(**ตอบ** 2.21×10^8 m/v , 1.99×10^8 m/v , และ 1.97×10^8 m/v)

19. นักประดาน้ำฉายแสงเลเซอร์จากใต้น้ำทำมุม 38.5 องศา กับเส้นปกติ จงหามุมหักเหของแสงเลเซอร์ที่ออกจากน้ำ (**ตอบ** 55.9 องศา)

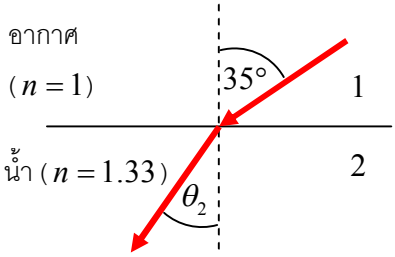
วิธีทำ ใช้กฎของสเนลล์ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$



20. แสงเลเซอร์ลำหนึ่งตกกระทบผิวของแก้ว ($n = 1.56$) ทำมุมตกกระทบ 63 องศา กับเส้นปกติ จงหามุมหักเหภายในแก้ว (**ตอบ** 35 องศา)

21. ลำแสงโซเดียมสีเหลืองมีความยาวคลื่น 589 nm ในสุญญากาศ เคลื่อนที่จากอากาศตกกระทบผิวน้ำด้วยมุมตกกระทบ 35 องศา กับเส้นปกติ จงหามุมหักเหและความยาวคลื่นของแสงนี้ในน้ำ

วิธีทำ จาก $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$



เลือกใช้ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ☞ $\sin\theta_2 = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1$

$$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1\right)$$

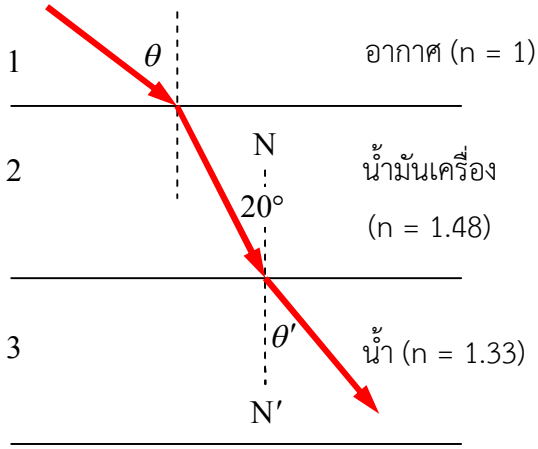
เลือกใช้ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ☞ $\lambda_2 = \frac{n_1}{n_2}\lambda_1$ (**ตอบ** $\theta_2 = 25.5°$ และ $\lambda_2 = 442$ nm)

22. ความยาวคลื่นของเลเซอร์ He – Ne ในอากาศเท่ากับ 632.8 nm จงหา (ก) ความถี่ของแสงเลเซอร์ (ข) ความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ในแก้วที่มีดัชนีหักเห 1.50 และ (ค) อัตราเร็วของแสงเลเซอร์ในแก้ว

วิธีทำ ใช้ $f = \frac{c}{\lambda}$ และ $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$

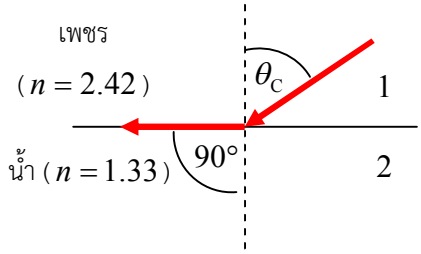
(**ตอบ** (ก) 4.74×10^{14} Hz, (ข) 422 nm, และ (ค) 2.0×10^{8} m/s)

23. ลำแสงดังรูปข้างล่างนี้ ทำมุม 20 องศา กับเส้นปกติ $\mathrm{N}-\mathrm{N}'$ ในน้ำมันเครื่อง จงหามุม θ และ θ' (ดัชนีหักเหของน้ำมันเครื่องเท่ากับ 1.48) (**ตอบ** $\theta = 30.4°$ และ $\theta' = 22.3°$)



24. จงหาค่ามุมวิกฤตสำหรับเพชรที่วางไว้ในน้ำ ในกรณีของการสะท้อนกลับหมด แสงจะต้องเริ่มต้นเดินทางจากวัสดุใด (เพชรหรือน้ำ) (**ตอบ** $\theta_C = 33.3°$)

วิธีทำ ดัชนีหักเหของเพชรคือ 2.42 มากกว่าน้ำ (n = 1.33) การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปน้อย คือ จากเพชรไปยังน้ำ

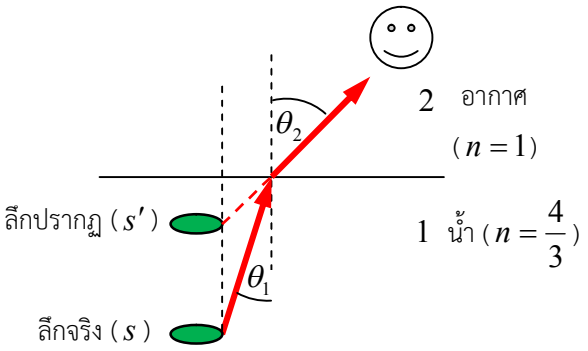


มุมวิกฤตหาจาก $n_1 \sin\theta_C = n_2 \sin 90°$

25. มุมวิกฤตระหว่างรอยต่อของของเหลวกับอากาศเท่ากับ 49.6 องศา จงหาดัชนีของของเหลว

วิธีทำ หาจาก $n_1 \sin\theta_C = n_2 \sin 90°$ โดยแสงต้องเดินทางจากของเหลวไปยังอากาศ (**ตอบ** 1.31)

26. หินก้อนหนึ่งจมอยู่ในน้ำลึก 12 cm ค่าดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$ ถ้ามองลงไปตรง ๆ ในแนวดิ่ง จะเห็นก้อนหินนี้อยู่ลึกจากผิวน้ำเท่าใด **(ตอบ** 9 cm)



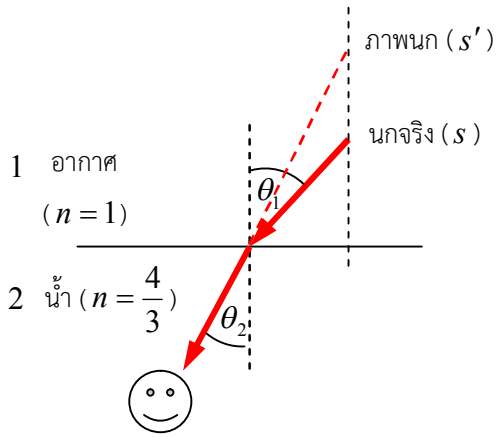
วิธีทำ จาก $\frac{n_1 \cos\theta_1}{n_2 \cos\theta_2} = \frac{s}{s'}$

เมื่อมองลงไปตรง ๆ ตามแนวดิ่ง ให้แทนค่า

$$\theta_1 = \theta_2 = 0°$$

จะได้ $s' = s\frac{n_2}{n_1}$ ☞ $s' = (12)\frac{(1)}{(4/3)} = 9$ cm

27. นกตัวหนึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้ซึ่งอยู่สูงจากผิวน้ำ 9 m ถ้าผู้สังเกตอยู่ในน้ำซึ่งใสมาก เขาจะเห็นนกอยู่ไกลจากเดิมเท่าใด กำหนดให้ ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$ **(ตอบ** 3 m)



วิธีทำ ใช้สมการ $\frac{n_1 \cos\theta_1}{n_2 \cos\theta_2} = \frac{s}{s'}$ เหมือนเดิม

แทน $\theta_1 = \theta_2 = 0°$ เหมือนเดิม แต่โจทย์ถามว่านกอยู่ไกล “จากเดิม” เท่าใด ดังนั้น

$$\text{คำตอบ} = s' - s$$